

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»

МІНІСТЕРСТВО ЮСТИЦІЇ УКРАЇНИ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
СУДОВИХ ЕКСПЕРТИЗ

**А. С. Беліков, О. В. Коваленко, В. А. Шаломов,
А. А. Кульбач, В. В. Харченко, О. П. Тодоров
П. М. Нажа, Р. Б. Папірник, О. В. Дзюбан**

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ

Монографія

*під загальною редакцією заслуженого діяча науки і техніки України,
доктора технічних наук, професора А. С. Белікова*

Дніпро
Журфонд
2022

Рекомендовано до друку Вченою радою
ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»
протокол № 13 від 05 липня 2022 року

А в т о р сь к и й к о л е к т и в :

- А. С. Беліков**, д. т. н., професор, завідувач кафедри безпеки життєдіяльності ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»;
О. В. Коваленко, д. е. н., професор, директор Дніпропетровського науково-дослідного інституту судових експертиз;
В. А. Шаломов, к. т. н., доцент кафедри безпеки життєдіяльності ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»;
А. А. Кульбач, к. т. н., доцент кафедри безпеки життєдіяльності ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», начальник ГУ ДСНС України у Дніпропетровській області;
В. В. Харченко, завідувач лабораторії інженерно-технічних досліджень Дніпропетровського науково-дослідного інституту судових експертиз;
О. П. Тодоров, аспірант кафедри безпеки життєдіяльності ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»;;
П. М. Нажа, к. т. н., доцент кафедри інженерної геології і геотехніки, начальник навчально-методичного відділу ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»;
Р. Б. Папірник, к. т. н., доцент кафедри технології будівельного виробництва ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»;
О. В. Дзюбан, к. т. н., доцент кафедри технології будівельного виробництва ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури».

Р е ц е н з е н т и :

- В. А. Глива** д.т.н., професор, Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ, професор кафедри фізики
- В. І. Голінько** д.т.н., професор, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, завідувач кафедри охорони праці та цивільної безпеки
- С. В. Поздєєв** д.т.н., професор, гол. н.с., Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України, м. Черкаси

Колектив авторів

075 Основи електротехнічної експертизи. Монографія. (А. С. Беліков, О. В. Коваленко, В. А. Шаломов [та ін.] ; під заг. ред. засл. діяча науки і техніки України, д.т.н., проф. А. С. Белікова) - Дніпро: Журфонд, 2022. - 390 с.

ISBN 978-966-934-353-6

У монографії викладено методичні основи із забезпечення інженерно-технічних експертиз з електробезпеки та пожежної безпеки. Призначена для інженерно-технічних працівників підприємств, робітників інститутів судової експертизи при проведенні електротехнічних та пожежно-технічних експертиз, а також для студентів закладів вищої освіти при підготовці бакалаврів та магістрів спеціальності «Цивільна безпека».

ISBN 978-966-934-353-6

© Беліков А. С., Коваленко О. В.,
Шаломов В. А. та ін., 2022

ЗМІСТ

Розділ 1. ОСНОВИ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ.....	6
1.1. Причини електротравм, дія електрики на людину.....	6
1.2. Основні фактори, що визначають ступінь впливу електричного струму на людину.....	9
1.3. Умови ураження електричним струмом.....	18
1.4. Заходи профілактики електротравматизму.....	27
1.4.1. Організаційно-технічні заходи електробезпеки.....	28
1.4.2. Організаційно-технічні заходи, що забезпечують безпеку проведення робіт на електроустановках.....	38
1.5. Технічні заходи.....	44
1.5.1. Зняття напруги.....	44
1.5.2. Виконання робіт без зняття напруги.....	52
1.5.3. Ізоляція електроустановок, струмовідних частин та їх контроль.....	57
1.5.4. Забезпечення недоступності струмовідних частин.....	66
1.5.5. Застосування блокувань безпеки.....	70
1.5.6. Мережі, ізольовані від землі.....	76
1.5.7. Захисне розділення електричних мереж.....	77
1.5.8. Мала напруга.....	79
1.5.9. Компенсація ємнісної складової струму замикання на землю.....	81
1.5.10. Вирівнювання потенціалів.....	81
1.5.11. Засоби орієнтації в електроустановках.....	83
1.6. Технічні засоби і заходи забезпечення електробезпеки при аварійних режимах роботи електроустановок.....	91
1.6.1. Терміни при визначенні заходів електробезпеки із застосуванням заземлення та занулення.....	91
1.6.2. Захисне заземлення та занулення.....	93
1.6.2.1. Захисне заземлення електрообладнання.....	96
1.6.2.2. Захисне занулення електрообладнання.....	109
1.6.3. Захисне вимкнення.....	128
1.6.4. Електроінструменти.....	133
1.6.5. Захист від електромагнітних полів та випромінювання.....	141
1.6.6. Захист від статичної електрики.....	152
1.7. Електрозахисні засоби.....	165
1.7.1. Класифікація електрозахисних засобів.....	165
1.7.2. Загальні вимоги до засобів захисту. Загальні положення.....	167
1.7.3. Електрозахисні засоби. Основні електрозахисні засоби.....	168
1.7.4. Додаткові електрозахисні засоби.....	171
1.7.5. Тимчасові огороження.....	177
1.8. Перша допомога потерпілому від електричного струму.....	181
1.9. Державний нагляд та контроль за безпекою експлуатації електроустаткування на підприємствах.....	186
1.9.1. Енергонагляд на підприємствах.....	187
1.9.2. Опосвідчення стану безпеки та експертиза електроустановок споживачів.....	189
1.9.3. Відповідальність органів підприємства за безпеку експлуатації електроустановок.....	191
1.9.4. Технічна документація під час виконання будівельних робіт.....	194
1.10. Електробезпека на будівельному майданчику в підготовчий період до виконання будівельних робіт.....	202

1.10.1. Електричні мережі.....	202
1.10.2. Розподільні пристрої та пускова апаратура.....	209
1.10.3. Електродвигуни.....	213
1.10.4. Підключення електроприймачів на будівельному майданчику. Інвентарні електроконструкції.....	215
1.10.5. Безпека при роботі з електрозварювальним обладнанням.....	221
1.10.6. Електроосвітлення на будівельному майданчику.....	234
1.10.7. Електропостачання будівельних майданчиків.....	241
1.11. Пожежна безпека від електрообладнання та заходи щодо її попередження...	247
1.11.1. Пожежна безпека від електричних мереж та заходи щодо її попередження.....	247
1.11.2. Пожежна безпека від силових трансформаторів та заходи щодо її попередження.....	249
1.11.3. Пожежна безпека від генераторів, електродвигунів та заходи щодо її попередження.....	253
1.11.4. Пожежна безпека від масляних вимикачів та заходи щодо її попередження.....	256
1.11.5. Пожежна безпека акумуляторних установок та заходи щодо її попередження.....	257
1.11.6. Пожежна безпека при електризації та заходи щодо її попередження...	258

Розділ 2. ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧЕТНОСТІ

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ ДО ВИНИКНЕННЯ ТРАВМАТИЗМУ, АВАРІЙНОСТІ ТА ПОЖЕЖ НА ВИРОБНИЦТВІ.....

2.1. Проведення судової інженерно-технічної експертизи.....	262
2.2. Проведення судової інженерно-технічної експертизи з електробезпеки та охорони праці.....	269
2.2.1. Відмінність судової експертизи від інших експертиз.....	269
2.2.2. Види експертиз.....	271
2.2.3. Висновок експерта.....	275
2.2.4. Надання висновку, який має статус джерела доказу.....	276
2.2.5. Порядок призначення судової експертизи з охорони праці та безпеки життєдіяльності.....	282
2.2.6. Права та обов'язки експерта.....	285
2.2.7. Основи для відводу експерта.....	288
2.2.8. Основні процесуальні дії з підготовки матеріалів для експертного дослідження.....	289
2.2.9. Витяг документів на аварійному об'єкті.....	290
2.2.10. Огляд місця події.....	293
2.2.11. Допит свідків.....	297
2.2.12. Допит експерта.....	298
2.3. Методика проведення інженерно-технічної експертизи при дослідженні електроустаткування виробничих підприємств.....	300
2.3.1. Підготовка до проведення ПТО електрообладнання.....	301
2.3.2. Методика проведення ПТО електрообладнання промислових підприємств.....	302
2.3.3. Оформлення результатів ПТО.....	308
2.3.4. Методика визначення типу приміщення чи класу зони.....	309
2.3.5. Особливості визначення класів зон у окремих випадках.....	311

Розділ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗІ ВСТАНОВЛЕННЯ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖІ ВНАСЛІДОК ПОРУШЕНЬ В РОБОТІ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ.....	
3.1. Мета і завдання дослідження місця пожежі.....	322
3.2. Методика проведення досліджень місця пожежі.....	326
3.3. Фіксація результатів дослідження місця пожежі.....	333
3.4. Складання протоколу огляду.....	336
3.5. Виникнення та розвиток пожежі.....	339
3.5.1. Зони розвитку пожежі та їх характерні сліди.....	339
3.5.2. Утворення характерних слідів при горінні в осередку пожежі.....	341
3.5.3. Утворення «осередкового конуса» при горінні.....	342
3.5.4. Непрямі ознаки осередка пожежі.....	343
3.5.5. Методи і засоби для проведення пожежно-технічних досліджень.....	346
3.5.6. Встановлення осередку виникнення пожежі.....	348
3.6. Побудова і перевірка версій причин виникнення пожежі з урахуванням можливих джерел запалювання.....	350
3.7. Перевірка версій про причини виникнення пожежі за джерелом запалювання...	351
3.7.1. Аварійні режими в електроустановках.....	351
3.7.2. Короткі замикання в електромережі.....	357
3.7.3. Великі перехідні опори.....	363
3.7.4. Перевантаження в мережах і установках.....	364
3.7.5. Комутаційні іскри і дуги електричного походження.....	366
3.7.6. Теплові впливи нагрівальних приладів.....	367
ДОДАТКИ.....	376
ЛІТЕРАТУРА.....	383

Розділ 1. ОСНОВИ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ

1.1. Причини електротравм, дія електрики на людину

Широке використання електричної енергії в усіх галузях промисловості і побуту обумовлює значну небезпеку ураження людини електричним струмом. Аналіз показує, що кількість електротравм в промисловості становить 0,5-1%, проте дуже високий відсоток летального результату – 15-20%, причому до 80-85% електротравм зі смертельним результатом відбувається в мережах з напругою до 1000 В.

Аналіз основних причин електротравматизму в Україні показує, що 40-45% електротравм пов'язані з неналежним рівнем експлуатації обладнання, що призводить до зниження опору ізоляції, появи напруги на неструмоведучих його частинах. Значна кількість електротравм (25-30%) викликана незадовільною організацією робочого місця і недостатнім інструктуванням осіб, які працюють на електроустановках, 30-35% електротравм обумовлено незадовільною конструкцією і монтажем обладнання: наявністю відкритих струмоведучих частин, недостатньою відстанню між струмоведучими частинами і металевими конструкціями обладнання, відсутністю сигналізації, блокування і т.д.

Причини електротравм поділяються на технічні, організаційно-технічні, організаційні і організаційно-соціальні.

До технічних причин відносяться:

- недосконалість конструкції електроустановки і засобів захисту;
- допущені недоліки при виготовленні, монтажу і ремонті електроустановки;
- несправності електроустановок і захисних засобів, що виникають в процесі експлуатації установок;
- невідповідність будови електроустановок і захисних засобів умовам їх застосування;
- використання електрозахисних засобів з простроченою датою чергових випробувань.

До організаційно-технічних причин відносяться:

- невиконання вимог чинних нормативів щодо контролю параметрів та опосвідчення технічного стану електроустановок;
- помилки в знятті напруги з електроустановок при виконанні в них робіт без перевірки відсутності напруги на електроустановці, на якій працюють люди;
- відсутність огорожень або невідповідність їх конструкції і розміщення вимогам чинних нормативів та відсутність необхідних попереджуючих засобів (плакатів і попереджувальних та заборонних написів);
- помилки в накладанні і знятті переносних заземлень або їх відсутність.

До основних організаційних причин електротравм відносяться:

- відсутність (не призначення наказом) на підприємстві особи, відповідальної за електрогосподарство або невідповідність аваліфікації цієї особи чинним вимогам;
- недостатня укомплектованість електротехнічної служби працівниками відповідної кваліфікації;
- відсутність на підприємстві посадових інструкцій для електротехнічного

персоналу та інструкцій з безпечного обслуговування та експлуатації електроустановок;

- недостатня підготовленість персоналу з питань електробезпеки, несвоєчасна перевірка знань, невідповідність групи з електробезпеки персоналу характеру робіт, що виконуються;
- недотримання вимог щодо безпечного виконання робіт в електроустановках за нарядами-допусками, розпорядженнями та в порядку поточної експлуатації;
- неефективний нагляд, відомчий і громадський контроль за дотриманням вимог безпеки при виконанні робіт в електроустановках та їх експлуатації.
- У будівництві велика кількість машин і механізмів приводиться у дію за допомогою електричної енергії. Електрика застосовується для прогріву замороженого ґрунту, бетону, при електрозварюванні, для освітлення.

Основними причинами, що призводять до травматизму, є:

- несподівана поява напруги там, де її в нормальних умовах не повинно бути (корпус електричного обладнання, щити і пульти управління тощо), що трапляється в результаті пробією або порушенні ізоляції дротів, обмоток;
- дотик людини до неізольованих струмоведучих частин;
- неприпустиме наближення до частин струмоводів, що знаходяться під напругою при цьому через тіло людини при пробії ізоляції проходить електричний струм;
- потрапляння людини в зону короткого замикання фази на землю. При цьому на поверхні землі відбувається утворення електричних потенціалів, що створює передумови виникнення крокової напруги.

Інші причини: неузгодженість і помилкові дії обслуговуючого персоналу, відсутність нагляду і т. д.

До основних організаційно-соціальних причин електротравм відносяться:

- змушене виконання не за спеціальністю електробезпечних робіт;
- негативне відношення до виконуваної роботи, обумовлене соціальними чинниками;
- залучення працівників до понадурочних робіт;
- порушення виробничої дисципліни;
- залучення до роботи осіб віком до 18 років.
- Безпосередні причини попадання людей під напругу виділяються як:
 - дотик до неізольованих струмовідних частин електроустановок, які знаходяться під напругою, або до ізольованих при фактично ушкодженій ізоляції – 55%;
 - дотик до неструмовідних частин електроустановок або до електрично зв'язаних з ними металоконструкцій, які опинилися під напругою – 23%;
 - дія напруги кроку – 2,5%;
 - ураження через електричну дугу – 1,2%;
 - інші причини – менше 20%.

Вплив електричного струму на організм людини. Механізм ураження людини електричним струмом надзвичайно складний і пов'язаний з порушенням біологічних, фізичних, хімічних процесів в організмі людини. При

цьому можливі незворотні порушення функціональної діяльності життєво важливих органів людини.

За наслідками електротравми умовно ділять на місцеві ушкодження органів (ушкодження шкіри, тканин, зв'язок, кісток) і загальні (електричні удари), що призводять до порушення функціонування всього організму. Близько 55% травм - сукупність місцевих електротравм з електроударом.

Місцеві електротравми (явно виражені): електричні опіки, електричні знаки, металізація шкіри, електроофтальмія, механічні ушкодження, електричні опіки (60-65%), розрізняють тепловий контакт і дуговий.

За ступенем тяжкості розрізняють 4 ступеня електроопіків:

1-й ступінь – почервоніння шкіри;

2-й ступінь – утворення пухирів;

3-й ступінь – обвуглювання шкіри;

4-й ступінь – обвуглювання підшкірної клітковини, м'язів, судин, нервів, кісток.

Характерним для електроопіку є вплив короточасної високої напруги або струму великої сили з розривом ланцюга.

Електричні знаки (мітки) виникають в місцях контакту людини зі струмоведучими частинами (затверділі плями тканини, круглої або еліпсоподібної форми, сірого або біло-жовтого кольору) в результаті механічного або хімічного впливу струму на тканини. Відчуття болю спочатку немає, воно з'являється пізніше.

Електрометалізація шкіри – проникнення в шкіру найдрібніших частинок металу за рахунок оплавлення металу в електричній дузі (колір тканин в результаті хімічного впливу на кров зелений або синьо-зелений), відчуття, як і при опіку.

Електроофтальмія – запалення зовнішніх оболонок очей внаслідок випромінювання електричної дуги (почервоніння, біль, можлива сліпота).

Хімічний вплив електричного струму обумовлений електролізом крові та інших розчинів, що містяться в організмі, зміною їх хімічного складу і, через це, порушенням їх фізіологічних функцій. Запалення зовнішніх оболонок очей (електроофтальмія) є результатом хімічних змін у клітинах організму при опроміненні їх потужним потоком ультрафіолетових променів електричної дуги.

Біологічна дія струму виявляється у подразненні живих тканин організму, рефлекторному збудженні нервової системи та порушенні внутрішніх біоелектричних процесів. В результаті можуть виникнути електричний удар та електричний шок.

Механічні ушкодження – виникають внаслідок різких мимовільних скорочень м'язів і нервових закінчень під впливом електроструму. В результаті можуть відбуватися розриви м'язових тканин, кровоносних судин, нервових тканин, і навіть переломи кісток.

Найбільш небезпечним ушкодженням є *електричний удар*. Він призводить до виникнення шоку, паралічу м'язів рухової системи, м'язів шлунка, грудної клітини. Це веде до порушення або припинення життєдіяльності всього організму.

В залежності від результату впливу умовно виділяють п'ять ступенів ураження:

I ступінь – судорожне, ледь відчутне скорочення м'язів;

II ступінь – судорожне скорочення м'язів, що супроводжується сильними болями, які переносяться з великими труднощами, без втрати свідомості, можливі механічні ушкодження (розриви шкіри, м'язів, вивихи суглобів, переломи кісток);

III ступінь – судорожне скорочення м'язів, з втратою свідомості, але зі збереженим диханням і роботою серця;

IV ступінь – втрата свідомості та порушення серцевої діяльності або дихання;

V ступінь – клінічна смерть: у людини відсутні ознаки життя (він не дихає, серце його не працює, болючі роздратування не викликають у нього жодних реакцій, зіниці очей різко розширені і не реагують на світло). Функції різних органів поступово згасають. Першими починають гинути дуже чутливі до кисневого голодування клітини кори мозку. Тривалість клінічної смерті визначається часом з моменту припинення серцевої діяльності та дихання до початку загибелі клітин кори головного мозку та становить 4-8 хвилин. Однак якщо своєчасно надати потерпілому першу медичну допомогу (штучне дихання та непрямий масаж серця), можна призупинити розвиток смерті та зберегти життя.

Електричний шок має дві фази: фазу збудження та фазу гальмування. Фаза збудження настає безпосередньо після впливу струму, у потерпілого зберігаються свідомість, дихання, кровообіг, він намагається навіть продовжити роботу, говорити, але потім настає фаза гальмування, різко знижується кров'яний тиск, частішає пульс, слабшає дихання, виникає пригнічений стан, повна байдужість до оточуючого, настає клінічна і згодом (за відсутності своєчасного активного лікувального втручання) біологічна смерть.

Тіло людини складається з клітин, в яких протікають життєво важливі процеси. При дії електричного струму біоструми в організмі перестають нормально функціонувати або зовсім паралізуються, що призводить до летального результату. При дії струму одним з найнебезпечніших явищ є фібриляція серця – різночасові і розрізнені скорочення окремих волокон серцевих м'язів, в результаті чого настає смерть (число скорочень досягає сотень за хвилину).

1.2. Основні фактори, що визначають ступінь впливу електричного струму на людину

Можливі наслідки ураження залежать від багатьох чинників (рис. 1.1):

- параметрів електричного кола (напруги, опору людського тіла);
- величини, частоти і роду струму;
- часу впливу струму на тіло людини;
- шляху проходження струму через тіло людини;
- умов навколишнього середовища (температура, вологість, атмосферний тиск, матеріал підлоги тощо);
- індивідуальних особливостей людини.

Вплив основних параметрів електроструму на ступінь ураження людини. Розглянемо вплив основних параметрів на ступінь ураження людини. Значення напруги істотно впливає на величину струму ураження. Однак між цими величинами немає пропорційної залежності. Це пояснюється нелінійністю електричного опору тіла людини. Головним елементом, що має найбільший опір організму людини току, є верхній роговий шар шкіри. Його опір коливається від 600 до 200 000 Ом/см² при сухому і неушкодженому стані. Опір спітнілої шкіри різко знижується – в окремих випадках до 1000 Ом і нижче.

Теорія пояснює проходження струму в підшкірну область тіла через піт і потові залози в обхід рогового шару, або зменшенням опору контакту між шкірою і електродом. Протікання струму через шкіру викликає її потіння, що з часом призводить до зростання струму до небезпечних меж.

Опір шкіри людини зменшується зі збільшенням прикладеної напруги. При напрузі 36 В пробій рогового шару відбувається повільно, а при напрузі 380 В пробій настає миттєво. Збільшення площі стикання істотно зменшує перехідний опір і збільшує прохідність.

При знятому верхньому шарі опір шкіри людини знижується до 1000 Ом/см². Внутрішні органи мають опір в середньому 1000 Ом/см². З огляду на те, що це значення найбільш стабільне, за розрахунковий опір приймається 1000 Ом/см², що дорівнює внутрішньому опору тіла людини.

Впливає і рід струму. Так, при частоті змінного струму 60 Гц струм який максимально витримує людина, при якому можна подолати скорочення м'язів рук, дорівнює 10 мА (0,01 А), в той час як людина зберігає ту ж здатність при постійному струмі 50-80 мА (0,05-0,08 А). Постійний струм напругою до 250 В менш небезпечний, ніж рівний йому змінний. Однак зі збільшенням напруги постійний струм стає небезпечнішим. Частота струму впливає на ступінь ураження людини. Найбільш небезпечний змінний струм промислової частоти 50-60 Гц.

Однаково на людину діють струми 50-200 Гц – до 10 мА, 1000 Гц – до 20 мА, 7000 Гц – до 35 мА. Чим довше людина перебуває під впливом струму, тим сильніші наслідки ураження.

Міжнародні комісії пропонували обмежити час дії струмового захисту до 0,03 с для струмів до 300 мА і прийняти такі чисельні значення:

Час, с	1	0,7	0,5	0,2
Струм, мА	68	75	100	250

На основі досліджень і практичного досвіду можна прийняти допустимий інтервал часу проходження електричного кола через тіло людини від 0,01 до 2 с.

За наслідками дії на організм людини струми поділяються на порогові, які відпускають і ті, що утримують.

Значення порогових струмів залежать від індивідуальних властивостей людини, місця стикання з тілом людини, напруги і знаходяться в межах від 0,6 до 5 мА (0,005 А), коли людина починає відчувати протікання струму.

Відпускаючими струмами вважаються такі, при яких людина ще може

сама перервати електроланцюг, що проходить через її тіло. Значення змінного струму, що відпускає становить менше 0,01 А, а постійного – 0,05-0,07 А.

Струми, які утримують, вважаються такі, при яких людина не може без допомоги ззовні звільнитися, тобто перервати ланцюг. Тут ми зустрічаємося з невідповідністю швидкості впливу струму і швидкості умовних рефлексів, коли людина розуміє, що вона гине, але розуміє це занадто пізно, тому що м'язи тіла вже паралізовані. Значення змінного струму, що утримує знаходяться в межах 0,01 А, постійного струму – більше 0,07 А.

Ураження людини не відбувається при напрузі 12-16 В і силі струму менше 0,01 А при сприятливих навколишніх умовах, а струм напругою 36 В, який деякі дослідники вважають безпечним, може виявитися смертельним.

Приклад. Людина потрапила під напругу 36 В. Опір людини може бути 400, 800, 1000 Ом.

Як видно, при напрузі 36 В за певних умов може статися нещасний випадок зі смертельним наслідком. Слід пам'ятати, що на тілі людини є вразливі ділянки зі зниженим опором тканин. І якщо електродріт торкається вразливих ділянок тіла, то смерть може настати при малих напругах і струмі 10-70 мкА (0,000010-0,000070 А).

Відомі випадки зі смертельними наслідками при напрузі 15-20 В. В одному випадку виявлено мітки на тильній стороні кисті і великого пальця. Західнонімецький вчений Ульріх пропонує визначити смертельну величину струму з урахуванням небезпечних точок розрахунковим шляхом:

$$I = \frac{80mA}{K_H}, \quad (1.1)$$

де I – змінний струм з частотою 50 Гц, що протікає через тіло людини, мА;

K_H – коефіцієнт, що враховує зміну величини струму в залежності від можливих дотиків людини до мережі струму.

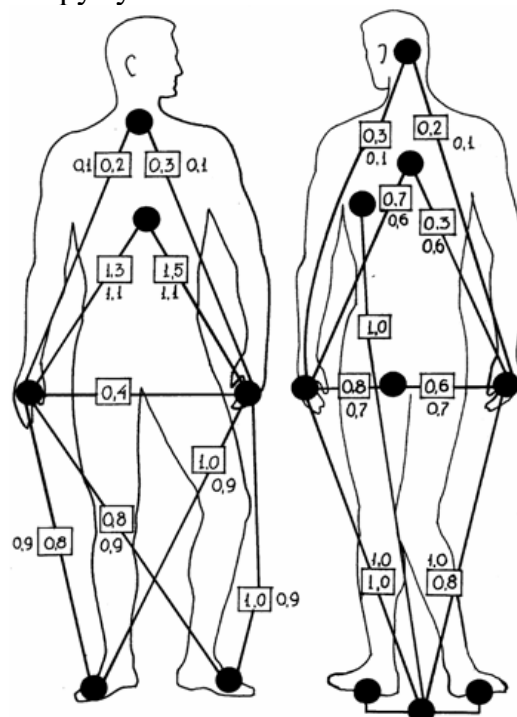


Рис. 1.2. Схема розташування небезпечних точок на тілі людини.

Значення коефіцієнта K_H наведені на схемі (рис. 1.2) Для різних комбінацій місць прикладення напруги через пошкоджену шкіру (в дужках дані значення величини K_H при дотику двома руками до місць, що знаходяться під напругою).

Якщо при дотику двома руками до установки, що знаходиться під напругою 220 В, 50 Гц, $K_H = 0,4$ то смертельна величина струму дорівнює 200 мА (рис. 1.2).

Різні струми по-різному впливають на ступінь ураження людини (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Характеристика фізіологічного впливу струму в залежності від його величини

Струм, мА	Характер впливу	
	Змінний струм 50-60 Гц	Постійний струм
0,6 – 1,5	Початок відчуття – легке тремтіння рук	Не відчувається
2 – 3	Сильне тремтіння пальців рук	Не відчувається
5 – 7	Судороги у руках	Зуд, відчуття нагріву
8 – 10	Руки важко, але можна відірвати від електродів. Сильний біль в пальцях, кистях рук.	Посилення відчуття нагріву.
20 – 25	Руки паралізуються миттєво, відірватися від електродів неможливо. Сильні болі, важко дихати.	Ще більше посилене відчуття нагріву. Незначні скорочення м'язів рук.
50 – 80	Параліч дихання. Початок фібриляції серця.	Сильне відчуття нагріву. Скороченням'язів рук. Важко дихати.
90 – 100	Параліч дихання. При тривалості 3 с і більше настає параліч серця.	Параліч дихання.
3000 і більше	Параліч дихання і серця при дії більше 0,1 с.	Немає відомостей.

Величина небезпечного струму в залежності від часу дії буде залежати таким чином:

а) для змінного струму –

$$I_{неб} = 18 / t, \quad (1.2)$$

б) для постійного струму –

$$I_{неб} = 24 / t, \quad (1.3)$$

де $I_{неб}$ – небезпечна величина струму, мА;

t – час дії, с.

При конструктивних розрахунках захисних засобів необхідно враховувати наведені формули.

З кривих (рис. 1.3) витікає, що при тривалій дії струму ефект ураження залежить від сили струму, а при короткочасній – від кількості електрики, яка проходить через тіло людини.

Для встановлення обґрунтованого критерію електробезпеки необхідні спеціальні та усякбічні дослідження у цій галузі. Необхідно не тільки розробити спеціальні захисні, організаційно-технічні заходи, які забезпечують безпеку обслуговування електроустановок, але дуже важливо правильно і своєчасно організувати допомогу потерпілому від електричного струму.

Збільшення тривалості впливу струму на людину посилює тяжкість ураження з таких причин: зі збільшенням часу впливу струму опір тіла зменшується (за рахунок зволоження шкіри від поту) і струм збільшується; з часом виснажуються захисні сили організму, що протидіють впливу електричного струму; підвищується ймовірність збігу моменту проходження струму через серце з вразливою фазою T кардіоциклу (коли закінчується скорочення шлуночків і вони переходять у розслаблений стан) та виникнення фібриляції серця (рис. 1.4).

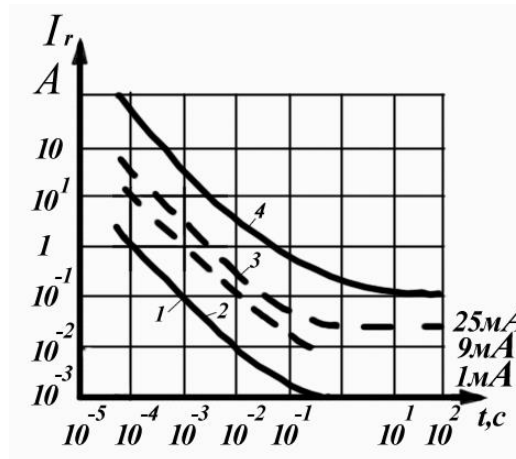


Рис. 1.3. Ураження людини при дії струму: 1 – до 1 хв.; 2 – до 6 хв.; 3 – до 9 хв.; 4 – більше 20 хв.

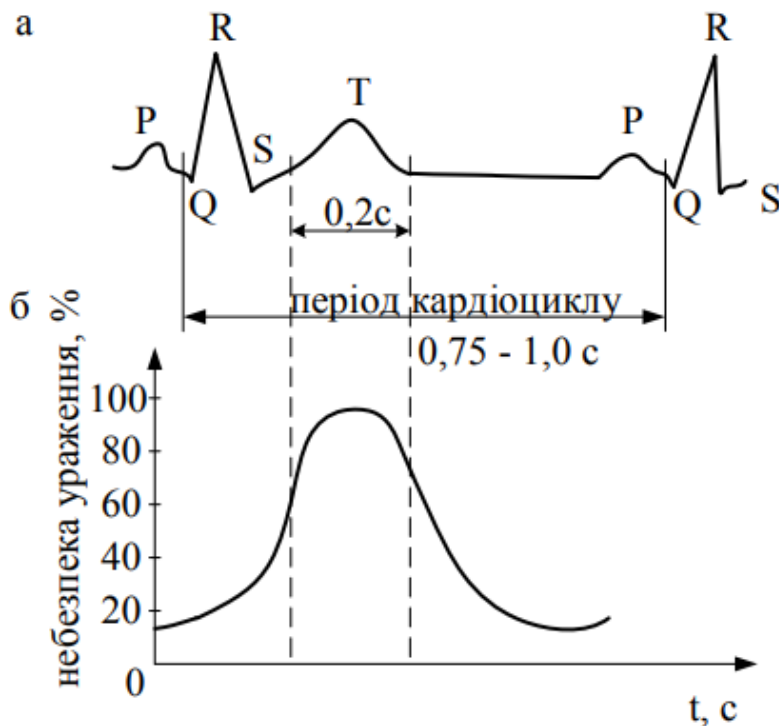


Рис. 1.4. Залежність небезпеки ураження від збігу часу протікання струму через серце з фазою T кардіоциклу: а – електрокардіограма здорової людини (у схематизованому вигляді); б – залежність небезпеки ураження від моменту протікання струму через серце

Індивідуальні особливості людини значно впливають на результат ураження при електротравмах. Характер впливу струму залежить від маси людини та її фізичного стану. Встановлено, що для жінок порогові значення струму приблизно у 1,5 рази нижчі, ніж у чоловіків. Ступінь впливу струму залежить від стану нервової системи та усього організму. Так, у стані збудження нервової системи, депресії, хвороби (особливо хвороби шкіри, серцево-судинної системи, нервової системи тощо) та сп'яніння, люди значно більш чутливі до струму, що протікає. Значну роль грає і «чинник уваги». Якщо людина підготовлена до електричного удару, то небезпека різко знижується, тоді як несподіваний удар призводить до більш важких наслідків.

Таблиця 1.2

Залежність порогового струму фібриляції від тривалості впливу

Тривалість впливу, с	Математичне очікування десятичного логарифму струму, якщо значення струму виражено в міліамперах*	Середньоквадратичне відхилення десятичного логарифму струму
1	2,197 (157)	0,119
0,5	2,492 (310)	0,088
0,2	2,918 (828)	0,100
0,1	3,413 (2588)	0,192
0,01	3,498 (3148)	0,201

* у дужках - відповідне математичному очікуванню значення струму в міліамперах

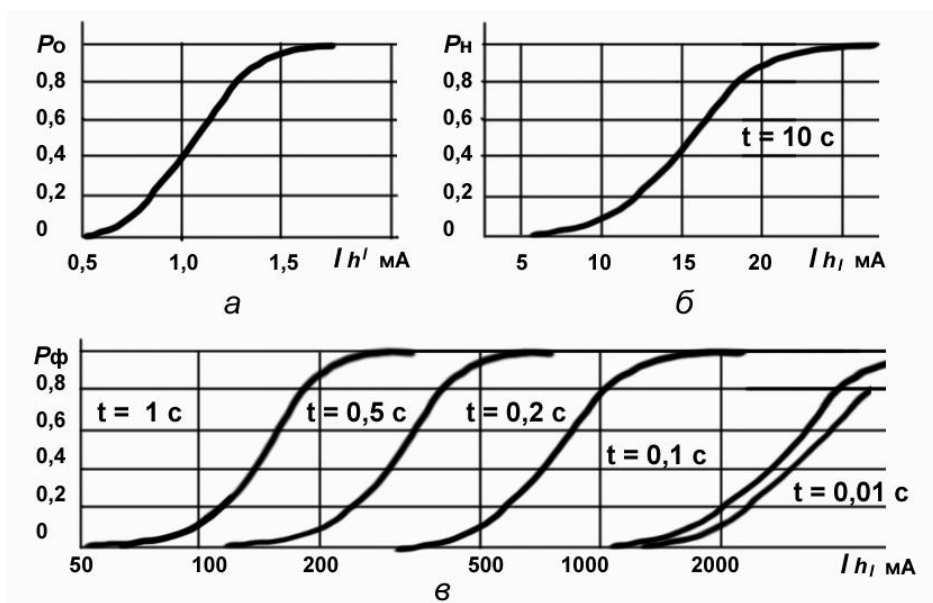


Рис. 1.5. Залежність ймовірності появи характерних реакцій людини: відчуття (а), невідпущання (б) та фібриляції (в) від значення та тривалості протікання електричного струму

Електричний опір тіла людини Z_h залежить від активного опору R_k (рис. 1.7) шкіри, ємності C_k зовнішніх шарів шкіри та внутрішнього опору R_h тіла людини. Повний опір тіла людини залежить від частоти струму, прикладеної напруги, тривалості перебігу струму, шляху струму через тіло людини, її статі, віку та інших факторів. При постійному струмі, а також при

малих напругах дотику (до 42 В) змінного струму частотою 50 Гц повний опір тіла чисельно дорівнює 6 – 100 кОм (розрахункова формула: $Z_h = 2R_k + R_h$). Напруги дотику 50 В і більше викликають електричний пробій шкіри, повний опір тіла людини зменшується ($Z_h = R_h$).

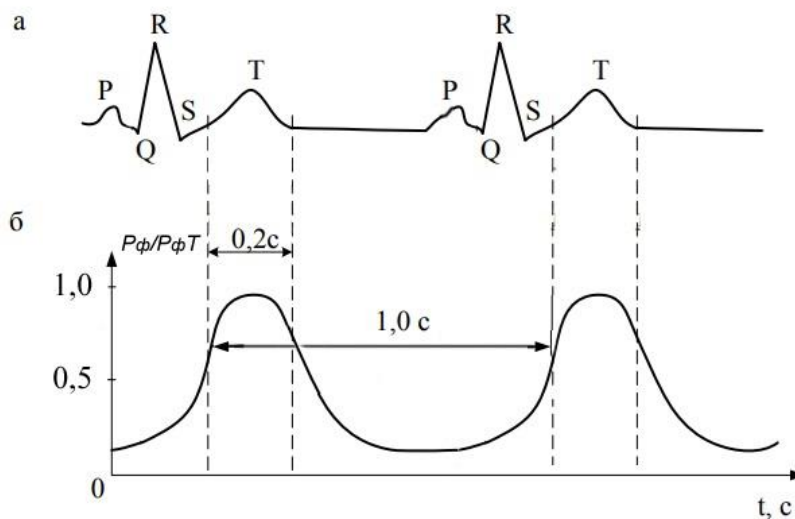


Рис. 1.6. Електрокардіограма здорової людини (а) та щільність розподілу ймовірності виникнення фібриляції серця залежно від часу в межах кардіоциклу (б); P, Q, R, S, T – зубці на кардіограмі

Залежність опору (кОм) тіла людини і струму I_h (мА), що протікає через нього, від напруги дотику $U_{\text{дот}}$ (В) при змінному струмі частотою 50 Гц (рис. 1.8) може бути виражена емпіричними формулами:

$$Z_h = \frac{77}{U_{\text{дот}} + 10} + 0,3, \quad (1.4)$$

$$I_h = \frac{U_{\text{дот}}(U_{\text{дот}} + 10)}{0,3 \cdot U_{\text{дот}} + 80}. \quad (1.5)$$

У розрахунках з електробезпеки опір тіла людини приймають рівним 1000 Ом при напрузі дотику 50 В і більше та 6000 Ом при напрузі дотику менше 42 В.

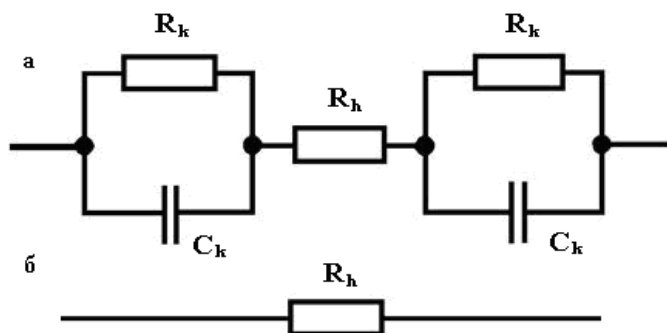


Рис. 1.7. Еквівалентна схема заміщення опору людини при напрузі дотику: а – менше 50 В; б – більше 50 В

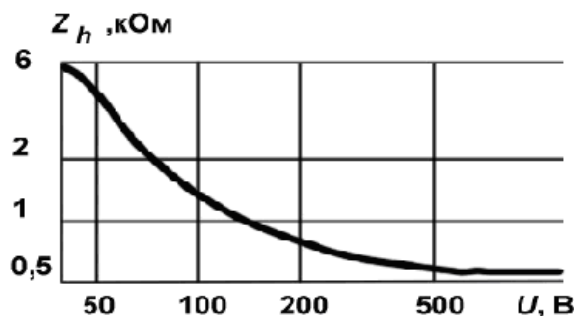


Рис. 1.8. Залежність повного опору тіла людини від напруження дотику при частоті 50 Гц

Шлях струму, який проходить через тіло людини має значний вплив на результат ураження. Небезпека ураження збільшується, якщо на шляху струму виявляються життєво важливі органи - серце, легені, мозок; якщо струм проходить іншими шляхами, ймовірність ураження різко знижується. Тому найнебезпечнішим є шлях струму «голова – рука» чи «голова – ноги», і навіть «права рука – ноги», «рука – рука», «ліва рука – ноги», а найменш небезпечним – шлях «нога – нога», що виникає при впливі на людини напруги кроку.

Шлях уражаючого струму. На наслідки електротравми суттєвий вплив має шлях струму, що протікає через тіло людини. В електропаталогії замість терміну «шлях струму» використовують інший – «петля струму».

Схеми ураження приведені на рис. 1.9. Однак відомо про нещасні випадки, коли втрата свідомості виникала при інших петлях (наприклад, при торканні двома пальцями однієї руки).

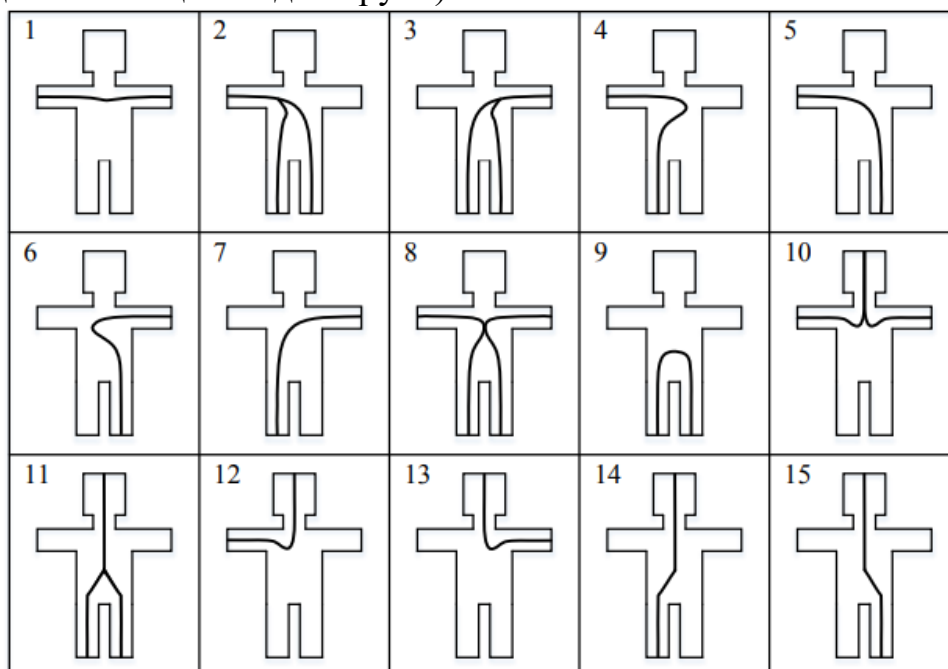


Рис. 1.9 Характерні шляхи струму в тілі людини 1 – рука – рука; 2 – права рука – ноги; 3 – ліва рука – ноги; 4 – права рука – права нога; 5 – права рука – ліва нога; 6 – ліва рука – ліва нога; 7 – ліва рука – права нога; 8 – обидві руки – обидві ноги; 9 – нога – нога; 10 – голова – руки; 11 – голова – ноги; 12 – голова – права рука; 13 – голова – ліва рука; 14 – голова – права нога; 15 – голова – ліва нога.

При електротравматизмі важливу роль грає рефлекторна дія струму. В різних частинах тіла знаходиться різна кількість нервових закінчень, подразнення яких є особливо небезпечним, тому шлях струму суттєво впливає на ефект ураження.

Дослідження показують, що найбільш небезпечними вважають такі випадки, коли струм уражає серцево-судинну систему або систему дихання. Різні тканини тіла людини мають різний опір. Як правило, струм розподіляється в організмі людини за усім об'ємом, але основна частина його проходить удовж потоків тканинних рідин, кровоносних та лімфатичних судин і оболонки нервових стовбурів, тобто шляхом найменшого опору.

Спостереження показали, що при вимірюванні струму, протікаючого різними петлями, через ділянку серця проходить така кількість струму від загальної, протікаючої через тіло людини:

- «рука – рука» – 3,3 %;
- «ліва рука – ноги» – 3,7 %;
- «права рука – ноги» – 6,7 %;
- «нога – нога» – 0,4 %.

Ці та інші чисельні спостереження доводять, що шлях проходження струму поки має, без сумніву, велике значення у тяжкості електротравми, тому що величина струму, яка проходить через ділянку серця або систему дихання залежить від точок прикладення електродів.

Всупереч усталеній думці найбільша величина струму через ділянку серця проходить не від лівої руки до ніг, а від правої руки до ніг. Це пояснюється тим, що більша частина струму входить в область серця крізь його подовжню вісь, яка лежить на шляху права рука – ноги.

Зі сказаного можна зробити такі висновки. По-перше, при роботі на електроустановках необхідно обов'язково користуватись ізолюючими електрозахисними засобами (діелектричними рукавичками, монтерським інструментом з ізольованими ручками тощо). По-друге, не можна вважати нижню петлю струму («нога – нога») безпечною. В практиці експлуатації електроустановок при протіканні струму через нижню петлю цей струм викликає судорогу м'язів ніг, в результаті відбувається «перемикання схеми» з нижньої петлі на повну (від ніг до рук) з усіма витікаючими наслідками.

1.3. Умови ураження електричним струмом

Електродвигуни будівельних машин і механізмів та інших різних електроустановок живляться трифазним струмом, напругою 380/200 В, а освітлювальні прилади – однофазним струмом з напругою 220/127 В.

Струм може подаватися:

- однофазною мережею;
- чотирихвдротовою мережею з ізольованою нейтраллю;
- чотирихвдротовою мережею з глухозаземленою нейтраллю;
- трьоххвдротовою мережею з ізольованою нейтраллю;
- трьоххвдротовою мережею з глухозаземленою нейтраллю.

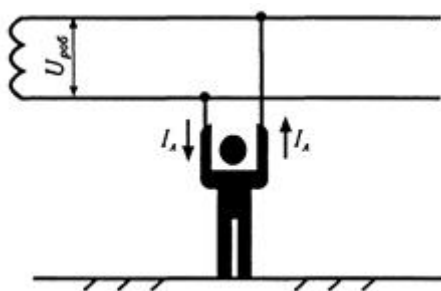


Рис. 1.10. Схема двофазного дотику в мережі постійного або однофазного змінного струму

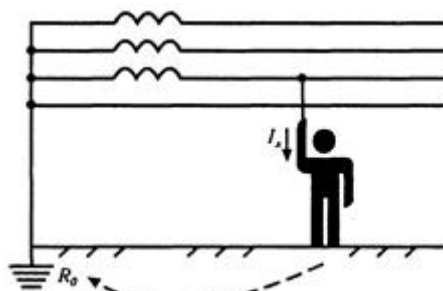


Рис. 1.11. Схема однофазного дотику при нормальному режимі роботи у трифазній мережі з глухозаземленою нейтраллю

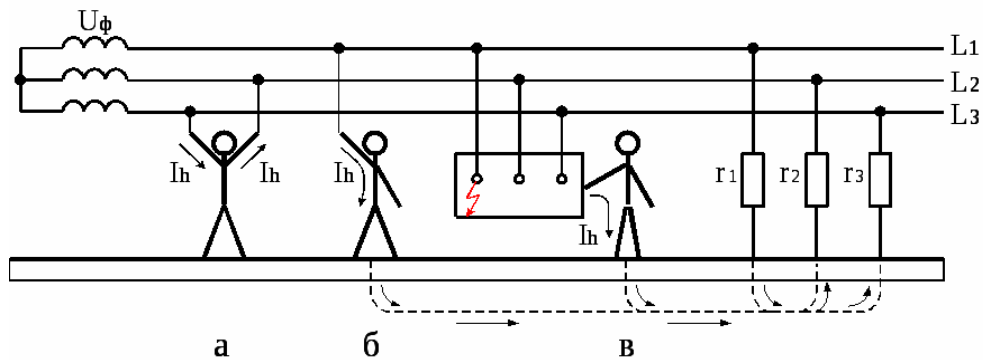


Рис. 1.12. Випадки дотику людини до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою: а – двофазне увімкнення; б та в – однофазні увімкнення.

Ізольованою нейтраллю називається нейтраль трансформатора або генератора, не приєднана до заземлювального пристрою або приєднана через великий опір, у порівнянні з опором ізоляції фазних дротів.

Мережі з ізольованою нейтраллю застосовують в тих випадках, коли є можливість контролювати і підтримувати високий рівень ізоляції дротів і коли ємність мережі відносно землі незначна (мало розгалужені мережі не схильні до дії агресивного середовища, що знаходяться під постійним наглядом кваліфікованого персоналу – мережі невеликих підприємств, пересувних електроустановок тощо).

Глухозаземленою нейтраллю називається нейтраль трансформатора або генератора, приєднана безпосередньо до заземлювального пристрою або через малий опір.

Мережі з глухозаземленою нейтраллю застосовуються при значній протяжності і розгалуженості мереж, коли неможливо забезпечити високий рівень ізоляції (висока вологість, агресивність середовища тощо), неможливості контролювати і підтримувати високий рівень ізоляції, або коли ємнісні струми через високу розгалуженість досягають небезпечних значень для людини (мережі великих промислових підприємств).

Фазні дроти А, В, С називаються лінійними дротами, напруга між будь-якими двома з них 380 В.

Ступінь небезпеки і можливість ураження електрострумом залежать від умов увімкнення в мережу (рис. 1.12).

1. Найнебезпечнішим є дотик людини до двох різних фаз, які перебувають під напругою. Людина виявляється включеною на повну лінійну напругу в мережі і сила струму, що проходить через людину становитиме:

$$I_r = \frac{U_l}{R_r}, \quad (1.6)$$

де U_l – лінійна напруга мережі, В;

R_r – опір тіла людини, Ом.

У цьому випадку при всіх напругах в мережі сила струму $I_r > 0,01$ А, значно більше утримуючого струму.

При цьому за лічені мілісекунди, відбувається пробій шкіряного покриву і тілом людини замикається електричний ланцюг. Особливо небезпечне

проходження струму поруч з життєво важливими органами: серце, грудна клітина, печінка тощо, що може викликати фібриляцію серця, втрату свідомості і привести до летального результату.

При двофазному дотику струм, що проходить через людину, практично не залежить від режиму нейтралі мережі. Отже, двофазний дотик є однаково небезпечним як в мережі з ізольованою, так і з заземленою нейтраллю (при рівності лінійних напруг цих мереж).

2. При одночасному дотику людини до лінійного і нульового дроту має місце однофазне увімкнення. Небезпека ураження струмом у цьому випадку, в порівнянні з лінійним, в 1,73 менше і визначається рівнянням:

$$I_r = \frac{U_\phi}{R_r} = \frac{U_l}{\sqrt{3} \cdot R}, \quad (1.7)$$

Перший і другий випадки дуже небезпечні через те, що струм проходить найкоротшим шляхом через руки і життєво важливі органи людини, паралізуючи їх роботу. Слід зазначити, що дотик людини двома руками до різних дротів відбувається рідко, частіше однією рукою, тобто при однофазному увімкненні.

3. При однополюсному дотику до двохдротової мережі величина струму, що проходить через людину становитиме:

$$I_r = \frac{U_\phi}{R_r + R_n + R_{\text{вз}}}, \quad (1.8)$$

де R_n – опір ізоляції підлоги, Ом;

$R_{\text{вз}}$ – опір тіла людини, Ом.

4. При однофазному (однополюсному) дотику в мережі з глухозаземленою нейтраллю через тіло людини пройде струм:

$$I_r = \frac{U_\phi}{R_r + R_o + R_n + R_{\text{вз}}}, \quad (1.9)$$

де R_o – опір заземлення нейтралі, Ом.

Опір заземлення нейтралі мізерно малий і ним можна знехтувати $R_o=0$.

Тому що U_ϕ менше U_l в $\sqrt{3}$, то величина струму ураження буде значно менше, ніж при двофазному увімкненні і залежить від величини опору підлоги та взуття.

5. При однофазному увімкненні людини в трьохфазну мережу з ізольованою нейтраллю величина струму, що проходить через людину, буде менше, ніж при аналогічному увімкненні до мережі з глухозаземленою нейтраллю (при справній мережі). Це пов'язано з тим, що додається опір ізоляції (R_A ; R_B ; R_C) і ємності (C_A ; C_B ; C_C) фаз.

Якщо знехтувати опором ємності, тобто $C_A = C_B = C_C = 0$, тоді:

$$I_r = \frac{U_\phi}{R_r + R_n + R_{\text{вз}} + \frac{R_i}{3}}, \quad (1.10)$$

де R_u – опір ізоляції однієї фази, Ом; $R_U = R_A = R_B = R_C$;

а при $R_n = R_{\text{вз}} = 0$:

$$I_r = \frac{U_\phi}{R_r + \frac{R_i}{3}}, \quad (1.11)$$

У разі заземлення нейтралі через людину пройде менший струм, тому що сила струму істотно залежить від стану ізоляції, типу підлог в приміщеннях, де встановлена електроапаратура, спецвзуття тощо. Наприклад, сухі підлоги мають опір до $1 \cdot 10^6$ Ом·м.

Неврахування впливу опору підлоги приміщення і взуття може призвести до нещасного випадку.

З порівняння наведених вище формул видно, що струм, що проходить через людину, за умов, відповідних формулам (1.7) та (1.8), буде менше, тому що при однофазному увімкненні струм не проходить через життєво важливі органи.

Вище розглянуті умови ураження людини при нормальній роботі електромережі.

У разі аварійних режимів (замикання корпусу або однієї з фаз на землю) струм, який проходить через тіло людини при дотику зі справною фазою визначається:

$$I_r = \frac{U_\phi}{R_r + R_k}, \quad (1.12)$$

де R_k – опір короткого замикання, Ом.

R_k – вельми малий і ним можна знехтувати, тоді струм ураження визначається за формулою (1.6), тобто струм ураження дорівнює, практично, струму ураження при двохфазному увімкненні в електричний ланцюг, що дуже небезпечно для людини.

У мережах з глухозаземленою нейтраллю спрацьовує захист при виникненні короткого замикання.

Тому, можна зробити наступні висновки:

- в умовах малої протяжності мережі і збереження постійного високого опору ізоляції, малу ймовірність замикання на землю (при наявності автоматичного контролю ізоляції на землю) – мережі з ізольованою нейтраллю менш небезпечні, ніж з глухозаземленою;
- в умовах розгалуженої мережі з глухозаземленою нейтраллю великої протяжності, коли немає можливості підтримувати постійно високий рівень ізоляції мережі, а при великій кількості споживачів не виключено виникнення замикання на корпус – мережі з глухозаземленою нейтраллю мають перевагу, що полягає у відсутності впливу опору мережі щодо землі (активного ємнісного) на струм ураження і автоматичному відключенні ділянки з пошкодженою ізоляцією при замиканні на корпус.

Небезпека при замиканні струмоводів на землю. Замиканням на землю називається стиканням струмоводів або частин електроустановок, які знаходяться під напругою з землею (обрив струмоводів, пошкодження ізоляції електроустановок тощо).

У місці контакту струмовода (заземлення) відбувається розтікання струму поверхнею, що створює на ній потенціали різної щільності. Величина потенціалу і характер розтікання струму на поверхні землі залежить від форми заземлювача, однорідності та електропровідності ґрунту і сили струму. На рис. 1.13 показано розтікання струму в однофазному ізотропному ґрунті через напівсферичний одиночний заземлювач.

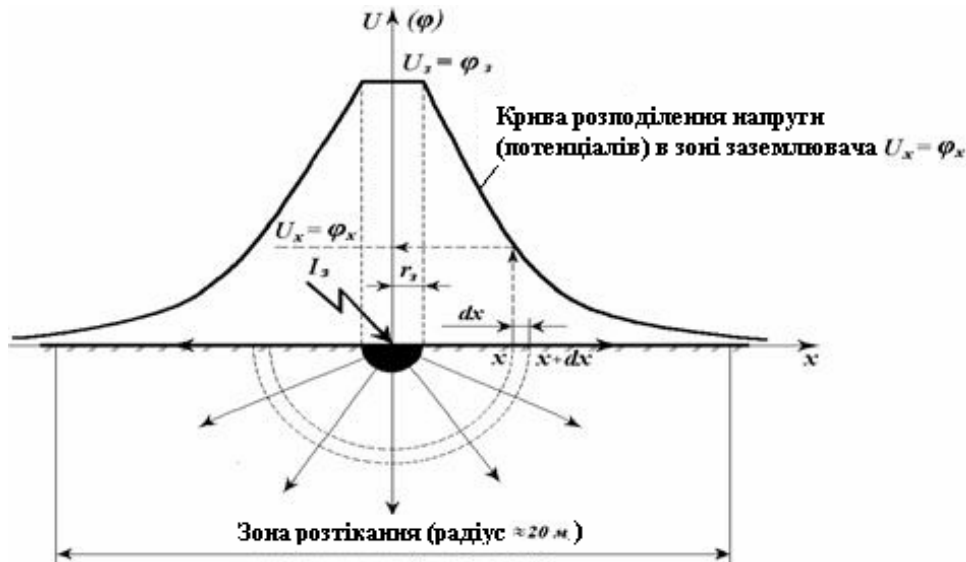


Рис. 1.13. Розтікання електричного потенціалу на ґрунті при короткому замиканні струмовода на землю

Внаслідок однорідності ґрунту, ізотропний струм розтікається рівномірно поверхнею. Щільність струму δ в точці A на поверхні ґрунту на відстані x від заземлювача визначається як відношення струму заземлення на землю до площі поверхні півсфери радіуса x :

$$\delta = \frac{I_3}{2\pi x^2}. \quad (1.13)$$

Дана поверхня є екіпотенційною поверхнею.

Потенціал точки A дорівнює сумарному падінню напруги від точки A до землі (нескінченно віддаленої точки з нульовим потенціалом):

$$\varphi_A = U_A = \int_x^\infty dU = \int_x^\infty E dx. \quad (1.14)$$

Згідно закону Ома напруженість електричного поля в точці A дорівнює:

$$E = \delta \rho, \quad (1.15)$$

де ρ – питомий опір ґрунту, Ом·м.

Після підстановки даного значення отримаємо:

$$\varphi_A = U_A = \int_x^\infty \delta \rho dx = \int_x^\infty I_p \frac{\rho dx}{2\pi x^2} = \frac{I_3 \rho}{2\pi x}. \quad (1.16)$$

Як видно із залежності (1.16), зміна потенціалу точок ґрунту підпорядковується гіперболічним законам (1.15).

Людина, потрапляючи до зони розтікання струму і стикаючись при цьому зі струмопровідними частинами, потрапляє під напругу дотику.

При проходженні людини через зону розтікання вона піддається впливу крокової напруги

Напруга дотику. При знаходженні людини у зоні розтікання (в радіусі 20 м, за зазначеною відстанню електричний потенціал, практично, дорівнює нулю) і при дотику до заземлених корпусів електрообладнання, які знаходяться під напругою, виникає напруга дотику, яка дорівнює різниці потенціалів точок контакту (між руками φ_p та ногами φ_n), φ_k – корпуса електрообладнання і φ_3 – точок землі):

$$U_{\text{дот}} = \varphi_p - \varphi_n (\varphi_k - \varphi_3). \quad (1.17)$$

При дотику руки до заземленого корпусу потенціал руки дорівнює потенціалу даного корпусу або напрузі замикання:

$$\varphi_p = U_p = \frac{I_3 \rho}{2\pi x_3}. \quad (1.18)$$

Ноги людини при знаходженні в точці A мають потенціал:

$$\varphi_n = \varphi_A = \frac{I_3 \rho}{2\pi x}. \quad (1.19)$$

Потенціали на поверхні ґрунту при замиканні розподіляються за кривою (рис. 1.13, (1.18)). Напруга дотику в межах розтікання струму є частковою напругою замикання і зменшується з наближенням до заземлювача:

$$\varphi_n - \varphi_n = \frac{I_3 \rho}{2\pi} \left(\frac{1}{x_p} - \frac{1}{x} \right). \quad (1.20)$$

Чим далі віддалені ноги людини від місця замикання, тим вище напруга дотику.

У загальному вигляді напруга дотику становить:

$$U_{\text{дот}} = U_3 \cdot a, \quad (1.21)$$

де: a – коефіцієнт напруги дотику, який залежить від форми заземлювача і відстані від нього.

Напруга кроку. Напругою кроку називається різниця потенціалів точок землі, віддалених одна від одної на відстані кроку людини. Отже, людина, не торкаючись будь-яких частин електроустановок, може опинитися під напругою, і струм при цьому йде від однієї ноги людини до другої. Це відбувається тому, що віддалені на різні відстані від дроту точки ґрунту стосуються одночасно ніг людини і мають різні потенціали (рис. 1.15):

$$\varphi_1 = \frac{I\rho}{2\pi x}; \quad \varphi_2 = \frac{I\rho}{2\pi x(x+a)}. \quad (1.22)$$

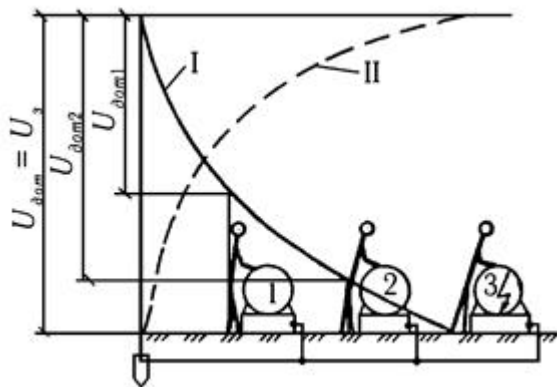


Рис. 1.14. Напряга дотику до заземлених струмовідних частин, що опинилися під напругою

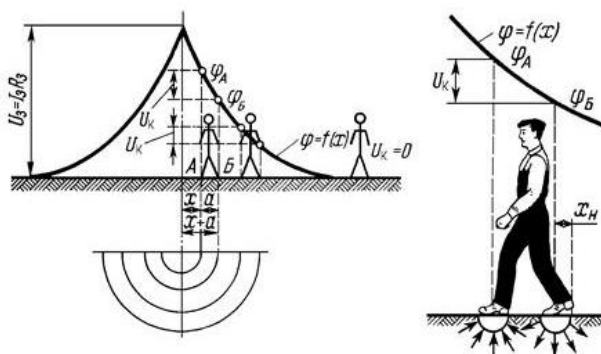


Рис. 1.15. Напряга кроку

Напряга кроку визначається як різниця потенціалів точок 1 та 2, на яких стоять ноги людини. Тоді крокова напруга визначається як:

$$U_{кр} = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{I_3 \rho a}{2\pi x \cdot (x + a)}, \quad (1.23)$$

де: ρ – питомий опір, Ом·см;

x – відстань від дроту до однієї ноги, м;

a – крок людини, м.

Крок людини зазвичай приймається 0,8 м. Аналіз формули (1.23) вказує на те, що з віддаленням від джерела струму напруга кроку падає і на відстані 20 м практично дорівнює нулю. При великих струмах замикання напруга кроку може досягати значень, небезпечних для життя людини. Зменшити небезпеку ураження струмом можна улаштуванням контурного заземлення (вирівнюванням потенціалів). Наближатися до лежачого на землі дроту в радіусі 8 м від місця замикання забороняється. При потраплянні під напругу кроку, людина повинна швидко вийти з небезпечної зони дрібними кроками, майже не відриваючи ніг від землі.

Умови ураження людини напругою дотику і кроку різні: при напрузі дотику – через грудну клітину, при кроковій – нижньою частиною тіла людини (судороги у ногах, людина падає, завмирання усього тіла).

Чинники навколишнього середовища. Вплив факторів навколишнього середовища на безпеку ураження людей електричним струмом відображено у нормативних матеріалах. Виробничі приміщення за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом відповідно до «Правил улаштування електроустановок» (далі – ПУЕ) поділяються на три категорії: з підвищеною небезпекою, особливо небезпечні та без підвищеної небезпеки. У цій класифікації враховується температура та вологість повітря, наявність струмопровідного пилу та струмопровідних підлог, а також хімічно активного середовища.

Крім зазначених чинників, на безпеку ураження електричним струмом впливають атмосферний тиск, вміст кисню та вуглекислого газу в повітрі,

наявність мікрофлори та електричне поле. Підвищення атмосферного тиску зменшує, а зниження збільшує небезпеку. Збільшення вмісту кисню повітря зменшує, а зменшення його збільшує небезпеку ураження. Вміст вуглекислого газу повітря носить протилежний характер. Наявність мікрофлори та хімічних домішок посилює небезпеку, а електричне поле зменшує чутливість організму людини до електричного струму.

Класифікація умов робіт (приміщень) за ступенем електробезпеки.

Існує наступна класифікація умов робіт за ступенем електробезпеки (ДСТУ Б А.3.2-13:2011 Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги):

Умови без підвищеної небезпеки:

- робота у сухих приміщеннях з відносною вологістю не більше 75%;
- температура повітря 5-35 °С;
- з підлогами, що мають великий опір;
- відсутність струмопровідного пилу.

Умови з підвищеною небезпекою:

- робота у вологих приміщеннях з вологістю більше 75%;
- наявність струмопровідного пилу;
- наявність струмопровідних підлог (металевих, земляних, залізобетонних, цегляних);
- наявність підвищеної температури (тривалий час 35 °С, короткочасно 40 °С);
- не виключено увімкнення людини в електричний ланцюг за рахунок одночасного дотику з електрообладнанням і металевими корпусами будівель і споруд.

Особливо небезпечні умови:

- робота на вулиці і у дуже вологих приміщеннях з постійною відносною вологістю, близькою до 100%, зі стінами, покритими конденсатом;
- присутність агресивного корозійного середовища (парів і шкідливих газів);
- наявність одночасно двох або більше умов підвищеної небезпеки.

На ступінь ураження людини вагоме значення має опір взуття людини та опір опірної поверхні ніг (табл. 1.3, табл. 1.4, табл. 1.5).

Фактори середовища значно впливають на умови ураження людей при роботі в електроустановках та з електроінструментом.

За умовами електробезпеки електроустановки поділяють за напругою до 1000 В і вище 1000 В (за чинним значенням). Крім того, виділяють електроустановки малої напруги з номінальною напругою не вище 42 В.

За режимом нейтралі розрізняють такі види електроустановок: напругою вище 1000 В мережах з ефективно заземленою нейтраллю (з великими струмами замикання на землю); напругою вище 1000 В мережах із ізольованою нейтраллю (з малими струмами замикання на землю); напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю і напругою до 1000 В із ізольованою нейтраллю. Електричною мережею з ефективно заземленою нейтраллю називається трьохфазна електрична мережа напругою вище 1000 В, в якій коефіцієнт замикання на землю (тобто відношення різниці потенціалів між

непошкодженою фазою і землею у точці замикання на землю іншої або двох інших фаз до різниці потенціалів між фазою і землею у цій точці до замикання) не перевищує 1,4. Глухо заземленою називають нейтраль трансформатора або генератора, приєднану до заземлювального пристрою безпосередньо або через малий опір (наприклад, через трансформатори струму), а ізольованою – неприєднану до заземлювального пристрою або приєднану до нього через прилади сигналізації, вимірювання, захисту, заземлювальні дугогасні реактори та інші пристрої з великим опором.

Території розміщення зовнішніх електроустановок щодо небезпеки ураження людей електричним струмом прирівнюються до особливо небезпечних приміщень.

Таблиця 1.3

Матеріал підосви	Опір взуття, кОм, при напрузі мережі, В				Матеріал підосви	Опір взуття, кОм, при напрузі мережі, В			
	до 65	127	220	вище 220		до 65	127	220	вище 220
<i>Приміщення сухе</i>					<i>Приміщення сире та вологе</i>				
шкіра	200	150	100	50	шкіра	1,6	0,8	0,5	0,2
замінник шкіри	150	100	50	25	замінник шкіри	2	1	0,7	0,5
гума	500	500	500	500	гума	2	1,8	1,5	1

Таблиця 1.4

Матеріал підлоги	Опір опорної поверхні ніг, кОм			Матеріал підлоги	Опір опорної поверхні ніг, кОм		
	підлога суха	підлога волога	підлога мокра		підлога суха	підлога волога	підлога мокра
асфальт	200	10	0,8	лінолеум	1500	50	4
бетон	2000	0,9	0,1	метал	0,01	0	0
дерево	30	3	0,3	метлахська плитка	25	2	0,3
земля	20	0,8	0,3				
ксилоліт	100	10	0,5	цегла	10	1,5	0,8

Таблиця 1.5

Ґрунт	Опір опорної поверхні ніг, кОм		Ґрунт	Опір опорної поверхні ніг, кОм	
	ґрунт сухий	ґрунт вологий		ґрунт сухий	ґрунт вологий
асфальт, гравій, щебінь	7200	3800	мерзлий ґрунт	10 ⁴	4000
будівельне сміття	35	25	пісок	8000	1600
вода на поверхні ґрунту	-	30	садова земля	190	90
глина	200	40	скелястий ґрунт	3·10 ⁷	3·10 ⁴
кам'янистий ґрунт	8500	5000	суглинок	500	125
лес (ґрунти схильні до просідання)	800	160	супісок	1250	500
крига, сніг	2·10 ⁶	300	торф	-	50
			чорнозем	160	50

Примітка. Під вологим мерзлим ґрунтом розуміється ґрунт із наявністю ділянки відтавання, а під вологою кригою чи снігом – вкрита водою крига чи насичений водою сніг.

1.4. Заходи профілактики електротравматизму

Безпечна експлуатація електроустаткування досягається цілим комплексом заходів профілактики електротравматизму.

Виділяють три системи засобів і заходів забезпечення електробезпеки (рис. 1.16):

- система організаційно-технічних заходів і засобів;
- система технічних засобів і заходів (при нормальному і аварійному режимі електроустановок);
- система електрозахисних засобів.

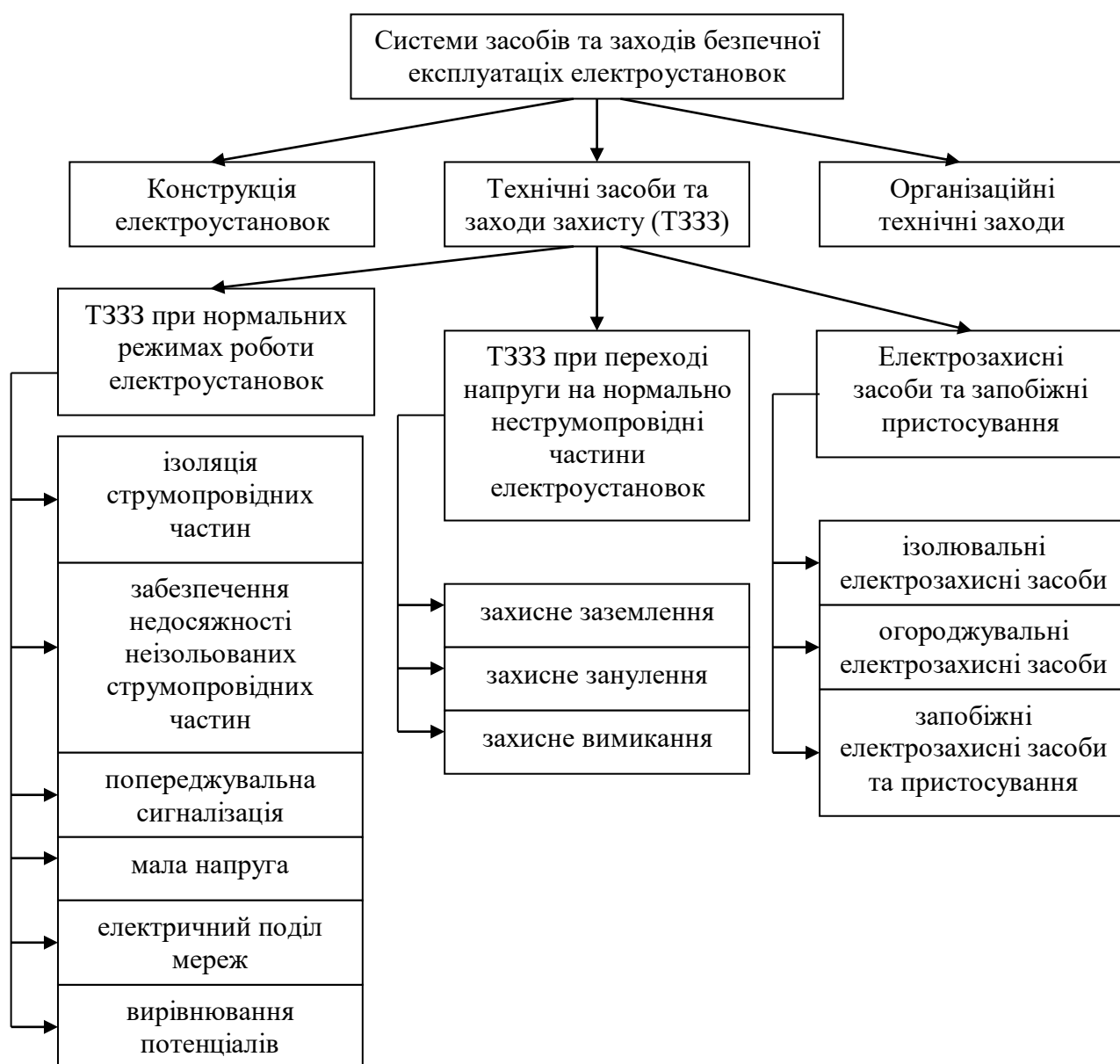


Рис. 1.16. Класифікація засобів та заходів безпечної експлуатації електроустановок.

Конструкція електроустановок

Конструкція електроустановок повинна відповідати умовам їх експлуатації та забезпечувати захист персоналу від можливого дотику до рухомих та струмопровідних частин, а устаткування – від потрапляння

всередину сторонніх предметів та води.

1.4.1. Організаційно-технічні заходи електробезпеки

До організаційно-технічних заходів електробезпеки відносяться:

- навчання, підбір і розстановка персоналу;
- підготовка і перевірка техніки, обладнання, контрольно-вимірюючих приладів (КВП) і захисних засобів;
- проведення обстеження електроустановок і огляд техніки посадовими особами;
- перелік обладнання і документації на робочих місцях, медичне забезпечення.

Питання організації безпечного проведення робіт є найбільш складними, тому, що від їх вирішення у значній мірі залежить забезпечення безпеки в ході виконання робіт.

В ході виконання робіт забезпечення електробезпеки досягається:

- проведенням інструктажу персоналу перед початком робіт;
- виконанням організаційно-технічних заходів;
- дотриманням технологічної дисципліни;
- підведенням підсумків робіт, аналізом стану електробезпеки.

Безпечна експлуатація електроустановок включає систему заходів безпеки (план заходів щодо виконання робіт, план профілактики при експлуатації електроустановок).

Передбачається: призначення осіб, відповідальних за безпечне ведення робіт; підбір, розстановка і навчання персоналу; підготовка обладнання і документації на робочих місцях; проведення інструктажу персоналу перед початком робіт; видача наряда-допуску; виконання організаційно-технічних заходів; дотримання технологічної дисципліни; нагляд за виконанням робіт; періодичний інструктаж на робочому місці та аналіз стану електробезпеки.

Особи, які приймаються на роботу з обслуговування електричного обладнання, підлягають медичному огляду, згідно постанови Міністерства охорони здоров'я України. Черговість медичних оглядів – раз в 24 місяці. До роботи допускаються особи не молодше 18 років, які мають кваліфікаційну групу відповідно виконуваній роботі.

Кожна людина, яка використовує електротехнічні пристрої, повинна дотримуватись вимог електробезпеки. На виробництві кваліфікаційна група з електробезпеки, яка присвоєна працівнику, визначає рівень його знань з електробезпеки. Основні вимоги до присвоєння груп з електробезпеки встановлюють такі нормативні документи:

- Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затверджені наказом Держнаглядохоронпраці від 09.01.1998 № 4 (НПАОП 40.1-1.21-98; далі – ПБЕЕС);
- Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів, затверджені наказом Міністерства палива та енергетики України від 25.07.2006 №258 (далі – ПТЕЕС).

Згідно з цими нормативно-правовими актами *персонал, пов'язаний з експлуатацією електроустановок, поділяють на неелектротехнічний,*

електротехнологічний та електротехнічний.

Працівники електротехнічні – працівники, посада або професія яких пов'язана з обслуговуванням електроустановок, що склали іспит з ПБЕЕС та мають відповідну групу з електробезпеки.

Працівники електротехнологічні – працівники, посада або професія яких пов'язана з експлуатацією електротехнічної частини виробничого обладнання, обов'язки яких не стосуються обслуговування його електропривода.

Керівник підприємства разом зі спеціалістом з охорони праці визначає перелік професій неелектротехнічного персоналу, що пов'язаний з роботою, під час виконання якої може виникнути небезпека ураження електричним струмом.

Заняття з технічної підготовки з персоналом проводиться за спеціальною програмою. Завданням технічної підготовки є вивчення персоналом теоретичних основ і процесів, роботи устаткування, освоєння прийомів і методів безпечної роботи на електроустановках. Проводяться тренування з відпрацювання практичних навичок при виникненні аварійних ситуацій.

Електробезпека робіт в основному залежить від якості навчання, правильної організації робочого місця і своєчасного контролю правильності ведення робіт.

Навчання електробезпеки працюючих старше 18 років закінчується присвоєнням їм кваліфікаційної групи.

Встановлено п'ять кваліфікаційних груп з безпеки праці.

I кваліфікаційна група надається неелектротехнічному персоналу, що не пройшов спеціальну перевірку знань за діючими Правилами: обслуговуючому пересувні машини і механізми з електроприводом, що працює з електроінструментом; водіям автомашин, кранів і прибиральникам приміщень електроустановок. Стаж роботи з електроустановками осіб, що мають I групу, не нормується. Вони зобов'язані мати уявлення про небезпеку електричного струму, про заходи безпеки, вміти практично надати першу допомогу потерпілому.

Нормативними документами встановлено необхідність присвоєння I групи з електробезпеки, зокрема, для таких професій та видів робіт:

- робота з ручним електрифікованим інструментом II і III класу (пп. 6.7.6 ПБЕЕС; п. 5 додатка 2 до ДСТУ Б А.3.2-13:2011 «ССБП. Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги»);
- піднімання на опорі повітряної лінії електропередачі не вище 3 м від поверхні землі (до ніг працівника) (пп. 6.1.3 ПБЕЕС);
- стропальник (пп. 6.9.8 ПБЕЕС; пп. 12.3.21 5 Правил № 78);
- водій електронавантажувача (пп. 7.4.7 Правил будови і безпечної експлуатації навантажувачів, затверджених наказом Держгірпромнагляду 31.12.2008 №308; НПАОП 0.00-1.22-08);
- контролер атракціонів (пп. 10.4.10 Правил будови і безпечної експлуатації атракціонної техніки, затверджених наказом МНС України від 01.03.2006 №110; НПАОП 92.7-1.01-06);
- робота на машинах та обладнанні з електроприводом (пп. 14.14 Правил

охорони праці у птахівництві, затверджених наказом Держгірпромнагляду від 06.10.2008 № 213; НПАОП 01.2-1.03-08).

Згідно з підпунктом 2.1.3 ПБЕЕС для одержання групи I, незалежно від посади і фаху, необхідно пройти інструктаж з електробезпеки під час роботи в електроустановці з оформленням у Журналі реєстрації інструктажів з питань охорони праці. Інструктаж з електробезпеки має проводити особа, відповідальна за електрогосподарство, або, за її письмовим розпорядженням, особа зі складу електротехнічних працівників з групою електробезпеки не нижче III. При цьому мінімальний стаж роботи в електроустановках і видання посвідчень працівникам з групою I не вимагаються.

Згідно з пунктами 4, 5 додатка 2 до ДСТУ Б А.3.2-13:2011 під час проведення будівельно-монтажних робіт присвоєння I групи з електробезпеки оформлюється записом у журналі перевірки знань з безпеки праці (форми журналу не визначено), при цьому особи повинні проходити інструктаж не рідше ніж 1 раз на квартал, а особи, допущені до керування будівельними машинами і устаткуванням з електроприводом, повинні мати групу з електробезпеки не нижче II.

Згідно вимог підпункту 2.1.3 ПБЕЕС «для одержання групи I ... необхідно пройти інструктаж з електробезпеки під час роботи в електроустановці», слід правильно розуміти поняття «електроустановка», «електротехнічний пристій» або «електротехнічний інструмент».

Відповідно до визначення, наведеного у пункті 3.1 розділу III ПТЕЕС (узяте з п. 24, 25 ГОСТ 19431-84 «Енергетика і електрифікація. Терміни і визначення»): електроустановка – комплекс взаємопов'язаних устаткування і споруд, призначених для виробництва або перетворення, передачі, розподілу чи споживання електричної енергії. Тобто характерною рисою електроустановки є наявність простору (споруди, електроприміщення) з можливим перебуванням у ньому працівника, тому поняття «робота в електроустановці» та «робота з електротехнічним пристроєм або електроінструментом» не є тотожними. До електроприміщення може бути віднесено електрощитові, електропункт, диспетчерську, машинний зал та інше приміщення з електрообладнанням.

Таким чином, I група з електробезпеки потрібна тим працівникам, які можуть залучатись до одноразових робіт в електроустановках (як допоміжний персонал) під наглядом електротехнічного персоналу та у місцях, де може виникнути небезпека ураження електричним струмом від відкритих частин електроустановок, що перебувають під напругою.

Однозначним є те, що присвоєння I групи з електробезпеки передбачає наявність відповідної інструкції з електробезпеки.

II кваліфікаційна група надається практикам-електрикам (зі стажем роботи не менше 6 міс), електромонтерам, електрослюсарям, зв'язківцям, мотористам електродвигунів, машиністам кранів, електрозварникам (зі стажем не менше 1 міс); практикантам інститутів, технічних і ремесельних училищ. Персонал, якому присвоєно II групу, повинен мати елементарні уявлення про електроустановки; чітко уявляти небезпеку електричного струму при наближенні до струмоведучих частин, знати основні заходи безпеки при роботі

з електроустановками, вміти практично застосовувати правила надання першої допомоги.

III кваліфікаційна група надається елетромонтерам, електрослюсарям, зв'язківцям, оперативному персоналу підстанцій; оперативно-ремонтному персоналу електроустановок (зі стажем роботи 3-6 міс), практикантам інститутів, технікумів, початківцям інженерам і технікам (зі стажем роботи не менше 1 міс по II групі). Персонал III групи повинен мати пізнання в електротехніці, знати улаштування і питання обслуговування електроустановок, чітко уявляти небезпеку при роботі з електроустановками, знати загальні правила безпеки і правила допуску до роботи з електроустановками, знати спеціальні правила безпеки робіт, які входять в обов'язки даної особи, вміти вести нагляд за працюючими з електроустановками, вміти практично надати першу допомогу потерпілому.

IV кваліфікаційна група надається електромонтерам, зв'язківцям, оперативному персоналу підстанцій, оперативно-ремонтному персоналу цехових електроустановок (зі стажем роботи не менше року по III групі), початківцям інженерам і технікам (зі стажем не менше 2 міс. по III групі) інженерам з безпеки праці (з виробничим стажем не менше 3 років). Персонал IV групи повинен мати пізнання в електротехніці в обсязі спеціалізованого профтехучилища, мати повне уявлення про небезпеку при роботах з електроустановками, знати Правила користування і випробування захисних засобів, що застосовуються в електроустановках, вміти перевіряти виконання заходів безпеки, організувати безпечне проведення робіт і вести нагляд за ними в електроустановках напругою до 1000 В, знати правила надання першої допомоги.

V кваліфікаційна група надається електромонтерам, електрослюсарям, майстрам, технікам і інженерам-практикам (із загальним стажем не менше 5 років). У майстрів, техніків, інженерів з закінченою середньою або вищою технічною освітою загальний стаж повинен бути не менше 6 міс. Персонал V групи повинен знати схеми устаткування своєї ділянки, знати Правила користування і випробування захисних засобів, що застосовуються в електроустановках, мати уявлення про те, чим викликана вимога того чи іншого пункту, вміти організувати безпечне проведення робіт і вести нагляд за ними в електроустановках будь-якої напруги, знати правила надання першої допомоги, вміти навчати персонал інших груп правилам безпеки і надання першої допомоги.

Після закінчення навчання, при призначенні на роботу перевірка знань проводиться кваліфікаційною комісією в складі не менше трьох осіб. Згідно ДСТУ Б А.3.2-13:2011 в організації повинен бути призначений інженерно-технічний працівник, який має кваліфікаційну групу з безпеки праці не нижче IV, відповідальний за безпечну експлуатацію електрогосподарства організації.

Організація підготовки (навчання) персоналу

Оскільки на підприємствах стаж роботи персоналу, що експлуатує електроустановки, різний, його навчання і виховання приділяється особлива увага.

При прибутті на підприємство з персоналом проводиться вводний інструктаж. Метою інструктажа є знайомство знову прибувчих з правилами безпечної поведінки на території підприємства. Інструктаж проводиться інженером з безпеки праці за інструкцією вводного інструктажа. Дана інструкція затверджується головним інженером і складається відповідно вимог керуючих документів з правил і заходів безпеки. Відомості про проведення інструктажа записуються до журналу обліку проведення інструктажів з заходів і правил безпеки з підписами кого інструктували та хто проводив інструктаж.

До призначення на самостійну роботу або при переводі на іншу посаду, пов'язану з експлуатацією електроустановок, персонал повинен пройти навчання. Навчання містить в собі два етапи:

- теоретична підготовка;
- практична підготовка.

Теоретична підготовка здійснюється підготовленими інженерами, які проводять заняття у спеціалізованих класах. На цих заняттях персонал знайомиться з електротехнічними схемами, загальними основами електротехніки, вивчає призначення і технічні характеристики обладнання, правила і заходи безпеки при роботі на цьому обладнанні, вивчає захисні засоби і правила користування ними.

Призначення персоналу для навчання оформлюється юридично з указанням прізвища навчаємого і назви робочого місця.

Практична підготовка навчаємого проводиться безпосередньо на робочому місці у вигляді стажування. Воно має метою ознайомити навчаємого з обладнанням електроустановки безпечним прийомом роботи на обладнанні. Стажування проводиться під керівництвом досвідченого спеціаліста, до якого прикріплений навчаємий, і під контролем відповідного начальника.

В період стажування персонал проходить інструктаж на робочому місці, який проводиться безпосередньо біля обладнання, що підлягає обслуговуванню. На ньому персонал знайомиться з джерелами можливого травматизму, розташування захисних засобів, правилами користування ними.

В період стажування навчаємий може виконувати різні роботи на електроустановках і перемикання у них тільки з дозволу і під контролем навчаючого.

Відповідальність за правильність дій навчаємого, дотримання ним вимог Правил, інструкцій з експлуатації електроустановок несе як навчаючий, так і сам навчаємий.

Тривалість строку навчання залежить від складності електроустановки й індивідуальних особливостей стажера, але не повинна перевищувати двох тижнів.

Набуті персоналом в процесі навчання знання і практичні навички перевіряються кваліфікаційною комісією і комісією на допуск до самостійної роботи. Перевірка знань проводиться для всього персоналу індивідуально, а її результати оформлюються в спеціальному журналі з обов'язковим указанням загальної оцінки й підписами перевіряємого і членів комісій. При позитивних результатах перевірки персоналу, що пройшов перевірку і стажування,

надається кваліфікаційна група з правил і заходів електробезпеки і він допускається до експлуатації певного обладнання, за яким і закріплюється.

Кожна група відповідає виконуемій роботі та обіймаємій посаді.

Наказом адміністрації підприємства персонал допускається до роботи на електроустановці з одночасною видачею Посвідчення на право самостійної роботи. Особи, допущені до експлуатації електроустановок, зобов'язані мати з собою дане Посвідчення.

При незадовільній оцінці знань перевіряемого повторно перевірка призначається не раніше, ніж через два тижні. За цей період перевіряемий повинен пройти повторне навчання під керівництвом навчаючої особи. Якщо перевіряемий вдруге покаже незадовільні знання, то він має бути переведений на посаду, не пов'язану з експлуатацією електроустановок.

Перевірка знань персоналу з правил та заходів електробезпеки

Допуск до самостійної роботи на основі рішення комісії завершує перший етап навчання персоналу. У подальшому всі особи, що експлуатують електроустановки, проходять такі види перевірок знань: *первинна, періодична (чергова) і позачергова*.

Первинній перевірці знань підлягають:

- особи, що пройшли початкове навчання;
- особи, що складають залік на допуск до самостійної роботи;
- особи, призначені на іншу посаду, пов'язану з експлуатацією електроустановок.

Періодичній (черговій) перевірці підлягають:

- персонал, безпосередньо експлуатуючий електроустановки – 1 раз на рік;
- адміністративний та інженерно-технічний склад, що організовує роботу на електроустановках (що несе варту на електроустановках) – 1 раз на рік;
- решта адміністративного та інженерно-технічного складу, який не пов'язаний за посадою з обслуговуванням (несінням варту) в електроустановках – 1 раз на два роки.

Позачерговій перевірці знань підлягають:

- особи, що допустили у своїй роботі порушення Правил;
- особи, що підвищують кваліфікаційну групу.

Під час заліку на присвоєння відповідної кваліфікаційної групи враховується рівень підготовки і спеціалізації персоналу. Так, при перевірці знань чергового персоналу особлива увага звертається на забезпечення безпеки оглядів і обслуговування електроустановок, а при перевірці експлуатаційного персоналу – на заходи, що забезпечують безпеку регламентних робіт, правила випробувань і апробації обладнання.

Усі перевіряємі повинні вміти практично надавати першу допомогу потерпілому від електричного струму. В осіб, яким присвоюється III і IV кваліфікаційні групи, перевіряється вміння вести контроль за роботами в електроустановках, в осіб, яким присвоюється V кваліфікаційна група – вміння організувати безпечно проведення робіт в електроустановках.

Персонал електротехнічних лабораторій зобов'язаний знати Правила і

способи випробування захисних засобів, методи випробування ізоляції підвищеною напругою, правила і заходи безпеки на випробуваннях.

Кваліфікаційна комісія для перевірки знань повинна складатися не менш як з трьох осіб. При цьому в складі комісії повинно бути не менше однієї особи, що має V кваліфікаційну групу. Склад комісії призначається наказом адміністрації підприємства.

Основна діяльність головного інженера (технічного директора) з організації безпечної експлуатації електроустановок на підприємствах

Персонал, що експлуатує електроустановки, повинен підвищувати свої технічні знання і вдосконалювати практичні навички з безпечної експлуатації електроустановок.

Основне навантаження у розв'язанні цієї задачі припадає на головного інженера.

До основних форм діяльності головного інженера з організації безпечної експлуатації електроустановок відносять:

- заняття з технічної підготовки;
- тренінги з відпрацювання нормативів роботи на обладнанні і техніці;
- тренінги з відпрацюванням практичних навичок по дії при виникненні аварійних ситуацій;
- періодичний інструктаж на робочому місці.

Заняття з технічної підготовки з персоналом проводяться за спеціальною програмою. Метою технічної підготовки є вивчення персоналом теоретичних основ і процесів роботи обладнання, набуття прийомів і методів безпечної роботи на електроустановках, підвищення його спеціальної підготовки. Тематика занять повинна містити питання експлуатації електроустановок, що є на підприємствах. Особливої уваги необхідно приділяти вивченню вимог Правил, дії електричного струму на організм людини.

Вимоги до персоналу, що експлуатує електроустановки на підприємствах

З урахуванням великої відповідальності за безпечну і безперервну роботу електроустановок, а також значної небезпеки електричного струму для людини, діючими Правилами визначаються основні вимоги до персоналу, що експлуатує електроустановки.

При допуску до самостійної роботи в електроустановках персонал проходить медичне опосвідчення.

Персонал, допущений до експлуатації електроустановок, повинен:

- знати вимоги Правил з експлуатації електроустановок, експлуатаційно-технічної документації на електрообладнання й інструкції в об'ємі, який відповідає обіймаємій посаді і виконуємим обов'язкам;
- знати принцип роботи, будову та електричну схему експлуатуємих електроустановок;
- твердо знати умови безпеки при роботі на даному типі електрообладнання;
- мати необхідні практичні навички з експлуатації даної електроустановки;
- знати будову і призначення захисних засобів і засобів пожежогасіння і вміти практично користуватися ними;

- вміти вивільняти людину від струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, й надавати їй долікарську допомогу;
- мати відповідну кваліфікаційну групу з правил і заходів електробезпеки.

Таблиця 1.6

Приблизний перелік персоналу будівельно-монтажних організацій, що підлягає перевірці знань правил технічної експлуатації та правил безпеки праці із присвоєнням відповідної групи з електробезпеки (для електроустановок напругою до 1000 В)

Перелік посадових осіб та професій	Група з електробезпеки (не нижче)	Право на виконання робіт в електроустановках
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
відповідальний за електрогосподарство та інші особи, що видають розпорядження на виробництво робіт в електроустановках: головний енергетик, головний механік, лінійний механік	IV	право видачі розпоряджень
особи, що проектують електричну частину	перевірка знань в обсязі IV групи	проектування електричної частини
інженери з охорони праці, що контролюють електрогосподарство	IV (з правом інспектування)	інспектування електроустановок даної організації
мотористи пересувних електростанцій	III	обслуговування електростанцій
електрослюсарі, електромонтери	II-IV	оперативно-ремонтне обслуговування
у тому числі:	IV	бригадири електрослюсарів
	III	оперативно-ремонтний персонал із правом одноособового обслуговування електроустановок напругою до 1000 В
	II	робота у бригадах
електротехнічний персонал, у якого закінчився термін дії посвідчення	I	те саме
мотористи будівельних механізмів з електроприводом	II	обслуговування установки
електрозварники	II	обслуговування установки (без права обслуговування сторони 380/220 В)
машиністи електричних кранів та електротранспорту	II	обслуговування установок
зв'язківці	II	обслуговування мереж та засобів зв'язку
машиністи, що керують вантажопідіймними машинами (у тому числі автовежами)	II	робота в охоронній зоні ЛЕП
персонал, що працює з електроінструментами та машинами ручними електричними класів II та III (слюсарі, бетонники, муляри, штукатурки та ін.)	I	робота з електроінструментом та машинами ручними електричними класів II та III

Продовження таблиці 1.6

1	2	3
персонал, що працює з електроінструментом та машинами ручними електричними класу I	II	робота з електроінструментом та машинами ручними електричними
стропальники	I	обслуговування вантажопідйомних машин
електротехнічний персонал, що обслуговує електротехнологічні установки	II-IV	обслуговування електро-технічної частини установки
неелектротехнічний персонал, який обслуговує електротехнологічні установки (електрокалорифери, електропечі тощо)	I	обслуговування технологічної частини установок
водії автомашин із постійно або тимчасово встановленими на них кранами, механізмами чи негабаритними вантажами	I	перевезення негабаритних вантажів

Примітка. Перевірка знань осіб, що проектують електричну частину (без присвоєння групи), та інженерів з охорони праці – 1 раз на 3 роки, решта – 1 раз на рік.

Таблиця 1.7

Приблизний перелік робіт, що виконуються у порядку поточної експлуатації та за розпорядженням оперативного-ремонтним персоналом будівельного об'єкта в електроустановках напругою до 1000 В

Роботи, що виконуються в порядку поточної експлуатації	Група виконавців з електро-безпеки	Роботи, що виконуються за розпорядженням	Група виконавців з електро-безпеки
1	2	3	4
<i>1. Категорії робіт зі зняттям напруги</i>			
заміна електродвигуна будівельного механізму	III + II	ремонт електрозварювальних установок	III
ремонт освітлювальних мереж та заміна ламп на висоті до 5 м з постійних пристосувань	III	ремонт освітлювальних мереж та заміна ламп в умовах особливої небезпеки	III + II
ремонтні та експлуатаційні роботи із застосуванням драбин	III + II	роботи, що виконуються з установкою переносних заземлень	III + II
ремонт магнітних пускачів, автоматів, рубильників, кнопкових постів (за умови встановлення їх поза щитами та зборками)	III	роботи з монтажу та приєднання до мережі електрообладнання для електропрогрівання бетону	III
заміна запобіжників	III	ремонт електрообладнання вантажопідйомних механізмів	III + II
вимірювання опору ізоляції обладнання та кабелів мегомметром	III + II	роботи у вторинних ланцюгах та в ланцюгах автоматичного та дистанційного керування електроприводів	IV

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
ремонт окремих електро-приймачів (електродвигуни, електрокалорифери тощо)	III	ремонт розподільних пристроїв	III + II
роботи в ланцюгах напругою 36 та 12 В	III	роботи з влаштування мереж заземлення (занулення)	III + II
усунення пошкоджень гнучких шлангових кабелів	III + II	роботи з виробництва планово-попереджувальних ремонтів електрообладнання	III + II
встановлення знижуючого трансформатора напругою 380/36 (380/12 В) та інші роботи в ланцюгах напругою 36 і 12 В	III	від'єднання та приєднання кабелів у силових зборках, підключальних пунктах тощо	III + II
роботи з ліквідації та запобігання аваріям (заміна апаратів, які вийшли з ладу, або їх деталей, регулювання та підтяжка контактів тощо)	IV + III	регулювання режиму роботи зварювальних та інших електротехнологічних установок	III + II
визначення та усунення несправностей у схемі управління будівельними механізмами та верстатами	III + II	монтаж, перевірка, регулювання, зняття для ремонту та встановлення вимірювальних приладів, лічильників, пристроїв автоматики та зв'язку	IV
<i>2. Категорії робіт без зняття напруги далеко від струмовідних частин, що знаходяться під напругою</i>			
прибирання приміщень електроустановок	I	нагляд за електропрогрівом бетону	III
чищення та обтирання кожухів та корпусів електрообладнання	III	нагляд за сушінням тимчасово виведеного зі схеми обладнання (трансформаторів, електродвигунів)	III
заміна або додавання мастила у підшипниках	III	відновлення написів на кожухах, фарбування електрообладнання	I
<i>3. Категорії робіт без зняття напруги на струмоведучих частинах та поблизу них</i>			
заміна пробкових запобіжників	III	робота на кожухах обладнання	IV + III
пошук несправностей в електрообладнанні будівельних механізмів і верстатів	IV + III	виконання вимірювань електровимірювальними кліщами	III
перевірка відсутності напруги	III	заміна запобіжників на силових зборках	IV + III
догляд за колекторами та щітками електродвигунів	IV + III	переміщення кабелів, що знаходяться під напругою	IV + III

Примітка. 1. Не допускається виконання робіт особами з групами з електробезпеки нижче зазначених у переліку. 2. Категорії робіт відповідають класифікації ПТЕ та ПТБ. 3. Роботи із зазначенням двох груп з електробезпеки повинні виконувати не менше ніж дві особи зазначеної кваліфікації.

1.4.2. Організаційно-технічні заходи, що забезпечують безпеку проведення робіт на електроустановках

Організаційні заходи. Загальні вимоги. Особи, відповідальні за безпечне проведення робіт.

Для безпечного проведення робіт у діючих електроустановках повинні виконуватися такі *організаційні заходи*:

- призначення осіб, відповідальних за безпечне проведення робіт;
- видача наряду або розпорядження; видача дозволу на підготовку робочих місць та на допуск;
- підготовка робочого місця і допуск;
- нагляд за виконанням роботи;
- переведення на інше робоче місце;
- оформлення перерв у роботі та її закінчення.

Діючими електроустановками називають такі, які знаходяться під напругою, або на які може бути подано напругу в будь-яку мить за допомогою комутаційної апаратури.

Відповідальними за безпечне ведення робіт є:

- видаючий наряд або розпорядження;
- керівник роботи;
- особа, що дає дозвіл на підготовку робочого місця та на допуск;
- особа, що готує робоче місце;
- допускач;
- виконавець роботи;
- наглядач;
- члени бригади.

Працівник, що видає наряд, розпорядження, встановлює можливість безпечного виконання роботи. Він відповідає за достатність та правильність зазначених у наряді заходів безпеки, за якісний та кількісний склад бригади та призначення осіб, відповідальних за безпечне ведення робіт, а також за відповідність виконуваної роботи групі з електробезпеки зазначених у наряді працівників.

Працівник, який видає наряд, зобов'язаний у випадках, передбачених цими Правилами, визначити зміст рядка наряду «Окремі вказівки». Форма наряду-допуску та вказівки про його заповнення наводяться у додатку 1.

Право видачі нарядів та розпоряджень надається адміністративно-технічним працівникам підприємства, які мають групу V в електроустановках понад 1000 В та групу IV в електроустановках до 1000 В.

Видача наряду або розпорядження. Наряд – складене на спеціальному бланку розпорядження на безпечне проведення робіт, що визначає її зміст, місце, час початку і закінчення, необхідні заходи безпеки, склад бригади і осіб, відповідальних за безпечне виконання роботи.

Розпорядження – усне завдання на безпечне виконання роботи, що

визначає її зміст, місце, час, заходи безпеки та осіб, яким доручено її виконання.

Наряд випишується у двох екземплярах чітко, без перекреслень і помарок строком на 15 днів. Після закриття наряди зберігаються на протязі 30 діб.

Розпорядження має разовий характер, строк його дії визначається тривалістю робочого дня виконавців.

Роботи за нарядом і розпорядженням обліковуються у спеціальному Журналі, який веде черговий персонал.

Допускається передача наряду по телефону особою, яка видає наряд, старшому у зміні оперативному працівнику, зазначеній у наряді електроустановки або керівнику робіт. При цьому передається у трьох примірниках (телефонорадіограмою).

Працівники, що складають та затверджують перелік робіт, що виконуються в порядку поточної експлуатації, встановлюють необхідність, можливість та періодичність безпечного виконання робіт стосовно місцевих умов, а також кількісний та якісний склад виконавців на кожний вид роботи.

Працівник, який видає дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск, несе відповідальність за достатність передбачених для безпечного виконання роботи заходів щодо відключення та заземлення обладнання та можливість їх здійснення, а також за координацію часу та місця роботи бригад, що допускаються.

Давати дозвіл на підготовку робочих місць та на допуск мають право оперативні працівники з групою V в електроустановках понад 1000 В та групою IV в електроустановках до 1000 В.

Особа, що дає дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск, несе відповідальність за достатність передбачених для виконання роботи заходів з відключення та заземлення обладнання, можливість їх здійснення, а також за координацію часу і місця роботи допускаємих бригад. Ця особа зобов'язана повідомити черговим, а також допускаючим про виконані операції з відключення і заземлення обладнання. Особи, що надають вказані дозволи, є працівниками чергового персоналу і повинні мати IV кваліфікаційну групу.

Особа, що готує робоче місце, відповідає за правильне точне виконання заходів з підготовки робочого місця, вказаного у наряді. Готувати робочі місця мають право чергові або працівники з оперативно-ремонтного персоналу, допущені до оперативних перемикань у даній електроустановці і які мають II кваліфікаційну групу.

Допускач відповідає за правильність і достатність вжитих заходів безпеки і відповідність їх до заходів, вказаних у наряді характеру та місця роботи, за правильний допуск до роботи, і також за повноту та якість проводимого ним інструктажу. Допускачі повинні призначатися з чергового або оперативно-ремонтного персоналу з кваліфікаційною групою IV – в електроустановках вище 1000 В і III – в електроустановках до 1000 В.

Видача дозволу на підготовку робочих місць та на допуск. Підготовка робочих місць і допуск до роботи можуть здійснюватись тільки після

отримання дозволу від чергового персоналу або уповноваженої на це особи.

Дозвіл виконуючому підготовку робочого місця і допуск персоналу може бути передано особисто, телефоном. Забороняється видавати дозвіл напередодні. Допуск бригади дозволяється тільки за одним нарядом.

Підготовка робочого місця і допуск. Підготовка робочого місця зводиться до виконання технічних заходів, що забезпечують безпеку робіт в електроустановках. Забороняється змінювати передбачені нарядом заходи з підготовки робочих місць. Керівник і виконавець робіт перед допуском повинні пояснити, які заходи вжиті щодо підготовки робочих місць, і перевірити цю підготовку особистим оглядом у межах робочих місць.

Допуск до роботи проводиться безпосередньо на робочому місці після перевірки його підготовки. При цьому допускатч виконує наступне:

- перевіряє відповідність складу бригади вказаному в наряді за іменними посвідченнями;
- проводить інструктаж (знайомить бригаду зі змістом наряду, вказує межі робочого місця, вказує струмоведучі частини, до яких заборонено наближатися);
- доводить бригаді, що напруга відсутня (показом встановлених заземлень, перевіркою відсутності напруги, а в електроустановках (ЕУ) до 35 кВ дотиком руки до струмоведучих частин).

Крім допускатча бригаду повинен проінструктувати виконавець робіт.

Без проведення інструктажу допуск бригади забороняється. Допуск до роботи оформлюється в наряді й оперативному журналі.

Працівник, який готує робоче місце, відповідає за правильне виконання заходів з підготовки робочих місць, зазначених у наряді, а також необхідних за умовами роботи (встановлення замків, плакатів, огорож).

Готувати робочі місця мають право чергові чи оперативно-ремонтні працівники, допущені до оперативних перемикачів у даній електроустановці.

Допускач відповідає за правильність і достатність вжитих заходів безпеки і відповідність їх характеру і місцю роботи, зазначених у наряді, за правильний допуск до роботи, а також за повноту і якість інструктажу, який він проводить. Допускачами призначаються оперативні чи оперативно-ремонтні працівники. В електроустановках вище 1000 В допускачі повинні мати групу IV, а в електроустановках до 1000 В – III групи.

Керівник робіт відповідає за:

- виконання заходів з безпеки, передбачених нарядом або розпорядженням, та їх достатність;
- чіткість та повноту інструктажу членів бригади;
- наявність, справність і правильне застосування необхідних засобів захисту, інструменту, інвентарю та пристосувань;
- збереження та постійна присутність на робочому місці заземлень, огорож, знаків та плакатів безпеки, пристроїв що замикають протягом робочої зміни;
- організацію та безпечне проведення робіт з дотриманням цих Правил.

Керівник робіт повинен здійснювати постійний нагляд за членами бригади та усувати від роботи членів бригади, які порушують ці Правила або перебувають у стані хвороби, алкогольного чи наркотичного сп'яніння.

Керівник робіт повинен мати групу електробезпеки IV при виконанні робіт в електроустановках напругою вище 1000 В і групу III – в електроустановках до 1000 В.

Нагляд при проведенні робіт. Після допуску нагляд за дотриманням бригадою вимог безпеки покладається на виконавця робіт (наглядача), який повинен так організувати свою працю, щоб вести контроль за членами бригади, знаходячись на тій ділянці робочого місця, де виконується найбільш небезпечна робота. При необхідності тимчасового залишення робочого місця наглядач (якщо його не може замінити керівник робіт, допускач або особа, що має право видачі наряду) зобов'язаний усунути бригаду з місця роботи, а наряд передати особі, що його замінила. Члени бригади мають право тимчасово залишати робоче місце з дозволу виконавця робіт. При цьому кількість членів бригади, що залишилися, повинно бути не менш двох.

При виникненні порушень Правил або інших обставин, які загрожують безпеці праці, бригада залишає робоче місце і у виконавця робіт має бути забрано наряд. Тільки після усунення помічених порушень бригада може бути допущена до роботи з дотриманням правил попереднього допуску.

Наглядачу забороняється суміщати нагляд з виконанням будь-якої іншої роботи.

Переведення на інше робоче місце. В електроустановках вище 1000 В переведення бригади на інше робоче місце здійснює допускач. Це переведення може здійснити керівник або виконавець робіт, якщо видаючий наряд доручив це, але із записом у графі наряду «окремі вказівки».

На різних роботах однієї лінії електропередач (ЛЕП) і у електроустановках до 1000 В переведення на інше робоче місце здійснює виконавець робіт без оформлення у наряді.

Переведення на інше робоче місце, що здійснюється допускачем, оформлюється у наряді.

В електроустановках електростанцій і підстанцій при виконанні робіт без відключення обладнання оформлення у наряді вимагається тільки при переводі бригади з одного розподільчого устаткування (РУ) до іншого.

У всіх ЕУ при роботах за розпорядженням оформлення переводу на інше робоче місце не вимагається.

Оформлення перерв у роботі та її закінчення. При перерві у роботі на протязі робочого дня бригада залишає робоче місце, а вхід до приміщення замикається на замок. Наряд залишається у виконавця робіт. Допуск після перерви виконує виконавець робіт без оформлення у наряді.

При перерві у роботі у зв'язку із закінченням робочого дня бригада

залишає робоче місце, яке прибирається, але плакати, огороження і заземлення не знімаються. Наряд здається допускарю, за яким він проводить повторний допуск у наступні дні. Допуск може провести і виконавець роботи, якщо це вказано у наряді.

Після повного закінчення роботи виконавець робіт усуває бригаду з робочого місця, знімає тимчасові огороження, переносні плакати і заземлення, замикає двері на замок і оформлює закінчення роботи у наряді своїм підписом, після чого наряд здається допускарю. Допускач після отримання наряду, в якому оформлено закінчення роботи, повинен оглянути робочі місця і доповісти працівнику, що видав дозвіл на підготовку робочого місця і допуск про можливість увімкнення електроустановки.

Увімкнення електроустановки після повного закінчення робіт.

Увімкнути електроустановку можна тільки після отримання на це дозволу (розпорядження) працівника, що видавав дозвіл на підготовку робочого місця. Дозвіл на увімкнення електроустановки може бути видано тільки після отримання від допускаря та виконавців робіт інформації про повне закінчення робіт і можливості її увімкнення.

Особа, що отримала дозвіл на увімкнення електроустановки, знімає тимчасові огороження, переносні плакати й заземлення, встановлює постійні огороження і вмикає її до роботи.

Допускач з оперативно-ремонтного персоналу може увімкнути електроустановку без отримання дозволу, якщо це оформлено у наряді у графі «Окремі вказівки». Право на таке увімкнення видають тільки у тому випадку, якщо на даній електроустановці працюють інші бригади.

В аварійних ситуаціях черговий персонал може увімкнути електроустановку при відсутності бригади, при цьому на увімкненій ЕУ розставляються люди, які попереджають про зміну ситуації і що поновлення робіт забороняється.

Спостерігач призначається для нагляду за бригадами будівельних робітників, різноробочих, такелажників та інших неелектротехнічних працівників при виконанні ними роботи в електроустановках за нарядами або розпорядженнями.

Спостерігачи за електротехнічними працівниками призначаються у разі проведення робіт в електроустановках в особливо небезпечних умовах, які визначаються особою, відповідальною за електрогосподарство підприємства.

Спостерігач контролює наявність встановлених на місці роботи заземлень, огорож, плакатів, замикаючих пристроїв та відповідає за безпеку членів бригади від ураження електричним струмом.

Спостерігачам забороняється поєднувати нагляд із виконанням будь-якої іншої роботи та залишати бригаду без нагляду під час роботи.

Спостерігачами призначаються електротехнічні працівники із групою III.

Списки працівників, які мають право видачі нарядів, розпоряджень, керівників робіт, допускарів, перелік робіт, що виконуються за нарядами, розпорядженнями та в порядку поточної експлуатації, визначаються особою,

відповідальною за електрогосподарство, та затверджуються керівництвом підприємства.

Вказані списки та переліки підлягають щорічному перегляду та перезатвердженню.

Допускається поєднання обов'язків відповідальних осіб відповідно до табл. 1.8. При суміщенні обов'язків відповідна особа повинна мати групу з електробезпеки не нижче за ту, яка потрібна для осіб, обов'язки яких вона поєднує.

Таблиця 1.8

Поєднання обов'язків відповідальних осіб

Відповідальна особа	Сумісні обов'язки
особа, що видає наряд	керівник робіт
	допускач в електроустановках без місцевих чергових працівників
допускач	особа, яка готує робоче місце
	керівник робіт
	член бригади
керівник робіт	допускач в електроустановках без місцевих чергових працівників

Чисельність бригади та її склад з урахуванням груп електробезпеки повинні визначатися виходячи з умов виконання роботи, а також можливості забезпечення нагляду за членами бригади з боку виконавця робіт (спостерігача).

Член бригади повинен мати групу II. При роботах під напругою член бригади повинен мати групу III, за винятком робіт на високовольтних лініях (ВЛ), виконувати які повинен член бригади з групою IV.

До бригади кожного її члена з групою III допускається включати одного працівника з групою I, але загальна кількість членів бригади з групою I не повинна перевищувати трьох.

Змінювати склад бригади дозволяється працівнику, який видав наряд, або іншому працівникові, який має право видачі наряду на цю роботу в даній електроустановці. Вказівки про зміни складу бригади можуть бути передані телефоном або з нарочним допускачу, керівнику або виконавцю робіт, який у наряді за своїм підписом записує прізвище та ініціали працівника, який дав вказівку про зміну.

Правилами безпечної експлуатації електроустановок (затверджено наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 6 жовтня 1997р. №257) затвержена наступна форма наряду-допуску для виконання робіт в електроустановках, а також порядок обліку робіт, що виконуються за нарядами і розпорядженнями:

1.5. Технічні заходи

Система технічних засобів і заходів з електробезпеки. Технічні засоби і заходи з електробезпеки реалізуються в конструкції електроустановок при їх розробці, виготовленні і монтажі відповідно до чинних нормативів. За своїми функціями технічні засоби і заходи забезпечення електробезпеки діляться на дві групи:

1. Технічні заходи і засоби забезпечення електробезпеки при нормальному режимі роботи електроустановок;

2. Технічні заходи і засоби забезпечення електробезпеки при аварійних режимах роботи електроустановок.

Основні технічні заходи і засоби забезпечення електробезпеки при нормальному режимі роботи електроустановок включають:

- електричне зняття напруги;
- ізоляція струмовідних частин;
- недоступність струмовідних частин;
- блоківки безпеки;
- засоби орієнтації в електроустановках;
- виконання електроустановок, ізольованими від землі;
- захисне розділення електричних мереж;
- застосування малих напруг;
- компенсація ємнісних струмів замикання на землю;
- вирівнювання потенціалів.

З метою підвищення рівня безпеки, залежно від призначення, умов експлуатації і конструкції в електроустановках застосовується одночасно декілька з перелічених технічних засобів і заходів.

1.5.1. Зняття напруги

Ефективним заходом безпеки при обслуговуванні і ремонтних роботах на електроустановках є зняття напруги (знеструмлення).

Всі роботи під напругою за ступенем небезпеки можна поділити на чотири категорії:

- роботи при повному знятті напруги, коли на всіх струмоведучих частинах установки знята напруга і вхід на сусідню електроустановку, що знаходиться під напругою, закритий на замок;
- робота з частковим зняттям напруги характеризується зняттям напругою тільки з ділянок, де проводиться робота, або з повним зняттям при незакритих на замок вході в сусідню електроустановку, що знаходиться під напругою;
- робота, без зняття напруги поблизу і на струмоведучих частинах, які перебувають під напругою (необхідно вживати заходів, що виключають наближення людей до струмоведучих частин);
- робота без зняття напруги віддалених струмовідних частин, що знаходяться під напругою (виключено випадкове наближення людей, безперервний нагляд за небезпечною зоною).

Залежно від напруги і категорії робіт і згідно з нарядом-допуском робочим видаються захисні засоби, організовується відповідним чином робоче місце (встановлюється огорожа, вивішуються плакати, перевіряється відсутність напруги, приєднуються переносні заземлення, встановлюється контроль за веденням робіт).

Вид зняття напруги визначається характером і обсягом профілактичних робіт на електроустановках, а також небезпекою електричного травмування працівників, не задіяних на даних роботах.

Там, де дозволяють умови, проводиться повне зняття напруги з технологічної лінії, цеху або ділянки.

Часткове знеструмлення передбачає зняття напруги з обмеженою частини технологічної лінії і ділянки ведення робіт. Рішення про зняття напруги приймає особа, відповідальна за електрогосподарство підприємства з числа інженерно-технічних працівників (ІТП) енергослужби з урахуванням вимог Правил технічної експлуатації, Правил безпеки праці, Правил улаштування електроустановок, за погодженням з адміністрацією підприємства.

Особа, відповідальна за зняття напруги, зобов'язана забезпечити:

- системний контроль за зняттям напруги;
- організацію і своєчасне проведення планово-профілактичних ремонтів (ППР) та профілактичних випробувань електрообладнання, апаратури та мереж;
- навчання, інструктаж і видачу наряду-допуску на ведення робіт;
- наявність і своєчасну перевірку засобів захисту.

Згідно «Правил безпечної експлуатації електроустановок» (затверджено наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 6 жовтня 1997 р. № 257), для підготовки робочого місця при роботах зі зняттям напруги виконують у зазначеній послідовності, такі технічні заходи:

Технічні заходи, що створюють безпечні умови виконання робіт.

Послідовність виконання технічних заходів

Під час підготовки робочого місця для роботи, яка вимагає зняття напруги, слід виконати у зазначеній послідовності такі технічні заходи:

- провести необхідні вимкнення і вжити заходів щодо запобігання помилкового або самочинного увімкнення комутаційної апаратури;
- вивісити заборонні плакати на приводах ручного і на ключах дистанційного керування комутаційної апаратури. За необхідності струмовідні частини слід огороджувати;
- приєднати до «землі» переносні заземлення;
- перевірити відсутність напруги на струмовідних частинах, на які слід встановити заземлення. Якщо переносні заземлення планується ставити поблизу струмовідних частин, що не входять в зону робочого місця, то їх огороження слід встановити до перевірки відсутності напруги та заземлення;
- встановити заземлення (увімкнути заземлювальні ножі, приєднати до вимкнених струмовідних частин переносні заземлення) безпосередньо після перевірки відсутності напруги та вивісити плакати «Заземлено» на приводах вимикальних комутаційних апаратів;

- огородити, у разі необхідності, робочі місця або струмовідні частини, що залишились під напругою, і вивісити на огороженнях плакати безпеки. Залежно від місцевих умов струмовідні частини огороджують до або після їх заземлення.

Вимикання (знімання напруги)

У разі виконання робіт на струмовідних частинах, що потребують зняття напруги, слід вимкнути:

- струмовідні частини, на яких буде виконуватись робота;
- неогорожені струмовідні частини, до яких можливе наближення людей, механізмів, вантажопідіймальних машин та пристосувань на відстань, меншу за зазначену в табл. 1.9;
- у разі виконання роботи на вимкненій повітряній лінії (ПЛ), якщо не виключена можливість наближення елементів цієї ПЛ на відстань, меншу від зазначеної у табл. 1.9, до струмовідних частин інших ПЛ, що перебувають під напругою, останні необхідно вимкнути. Повітряні лінії зв'язку (ПЛЗ), які підвішені разом з ПЛ, що ремонтується, також необхідно вимкнути.

В електроустановках понад 1000 В з кожного боку, звідки комутаційним апаратом може бути подано напругу на робоче місце, повинен бути видимий розрив, створений від'єднанням або зніманням шин і проводів, вимиканням роз'єднувачів, зніманням запобіжників, а також вимиканням відокремлювачів та вимикачів навантаження, за винятком тих, у яких автоматичне вмикання здійснюється пружинами, встановленими на самих апаратах.

Трансформатори напруги та силові трансформатори, пов'язані з виділеною для роботи ділянкою електроустановки, слід вимкнути також і з боку напруги до 1000 В для запобігання можливості зворотної трансформації.

Під час підготовки робочого місця після вимкнення роз'єднувачів та вимикачів навантаження з ручним керуванням необхідно візуально переконатись в тому, що вони знаходяться у вимкненому положенні, а також переконатись у відсутності шунтуючих перемичок.

В електроустановках понад 1000 В для запобігання помилковому або самочинному увімкненню комутаційних апаратів, якими може бути подано напругу до місця роботи, слід вжити таких заходів:

- приводи роз'єднувачів, відокремлювачів, вимикачів навантаження з ручним керуванням у вимкненому положенні – зачинити на механічний замок (в електроустановках 6, 10 кВ з однополюсними роз'єднувачами допускається надягати на ножі спеціальні діелектричні ковпаки);
- у роз'єднувачів, керування якими здійснюється оперативною штангою, – стаціонарні огороження зачинити на механічний замок;
- у приводів комутаційних апаратів, що мають дистанційне керування, – вимкнути силові кола та кола керування, а у пневматичних приводів, крім того, на підвідному трубопроводі стисненого повітря – закрити і зачинити на механічний замок засувку та випустити стиснене повітря; в цьому разі спускні клапани слід залишити у відкритому положенні;
- у вантажних та пружинних приводів вантаж або пружини, що вмикають, –

привести в неробочий стан і пристрої піднімання вантажу або накручування пружин заблокувати.

Вивішування плакатів безпеки, огороження робочого місця

На приводах роз'єднувачів, відокремлювачів та вимикачів навантаження, на ключах та кнопках дистанційного керування, на комутаційній апаратурі до 1000 В (автомати, рубильники, вимикачі), у разі увімкнення яких може бути подано напругу на робоче місце, слід вивісити плакати «Не вмикати! Працюють люди».

На приєднаннях до 1000 В, що не мають комутаційної апаратури, плакати слід вивішувати біля знятих запобіжників.

Біля роз'єднувачів, які керуються оперативною штангою, плакати слід вивішувати на огороженнях.

Біля однополюсних роз'єднувачів з приводом плакати слід вивішувати на приводі кожного роз'єднувача.

На засувках, які перекривають доступ стисненому повітрю до пневматичного приводу комутаційної апаратури, слід вивішувати плакат «Не відкривати! Працюють люди».

Якщо комутаційний апарат на момент підготовки робочого місця був у вимкненому стані, то в цьому разі працівники, які готують робоче місце, або оперативні працівники, які дають дозвіл на підготовку робочого місця, повинні перевірити вимкнене положення апарата і наявність відповідних плакатів на ньому.

На приводах роз'єднувачів, якими вимкнена для виконання робіт ПЛ або кабельних ліній (КЛ), незалежно від кількості бригад, що працюють, слід вивісити один плакат «Не вмикати! Робота на лінії». Цей плакат вивішують і знімають тільки за вказівкою працівника, який дає дозвіл на підготовку робочих місць та веде облік кількості бригад, що працюють на лінії.

Для тимчасового огороження струмовідних частин, що залишились під напругою, слід застосовувати щити, ширми, екрани тощо, які виготовлені з ізоляційних матеріалів.

Відстань від тимчасових огорожень до цих струмовідних частин не повинна бути менша за зазначену в табл. 1.9.

На тимчасових огороженнях повинні бути написи «Стій! Напруга» або укріплені відповідні плакати безпеки.

В електроустановках до 20 кВ, коли неможливо відгородити струмовідні частини щитами, допускається застосування ізолювальних накладок, які розміщують між вимкненими струмовідними частинами та тими, які перебувають під напругою (наприклад, між контактами вимкненого роз'єднувача). Ці ізолювальні накладки можуть торкатись до струмовідних частин, що перебувають під напругою.

Встановлювати і знімати накладки повинні два працівники з групами IV і III (один з них зі складу оперативних або оперативно-виробничих працівників), користуючись діелектричними рукавичками та ізолювальними штангами або кліщами.

На огороженнях камер, шафах та панелях, що межують з робочим місцем, слід вивішувати плакати «Стій! Напруга».

У відкритому розподільчому устаткуванні (ВРУ) під час проведення робіт із землі і на обладнанні, встановленому на фундаментах та окремих конструкціях, робоче місце слід огороджувати (із залишенням проходу) канатом, мотузкою або шнуром з рослинних чи синтетичних волокон і вивішувати на них плакати «Стій! Напруга». Плакати слід повернути всередину огороженого простору.

Дозволяється користуватись для підвішування каната конструкціями, які не включені до зони робочого місця, за умови, що вони залишаються зовні огороженого простору.

У разі, коли напруга знімається з усього обладнання та шин ВРУ, за винятком лінійних роз'єднувачів, останні слід відгородити канатом з плакатами «Стій! Напруга». Плакати слід повернути назовні огороженого простору.

У разі виконання роботи за розпорядженням у вторинних колах ВРУ огороджувати робоче місце не вимагається.

В електроустановках, крім ПЛ і КЛ, на підготовлених робочих місцях слід вивішувати плакат «Працювати тут».

У ВРУ на ділянках тих конструкцій, по яких можна пройти від робочого місця до ділянок, що межують з цим робочим місцем та перебувають під напругою, слід встановити добре видимі плакати «Стій! Напруга». Ці плакати може встановлювати працівник з групою III зі складу виробничих працівників під керівництвом допускателя.

На стаціонарних драбинах та конструкціях, якими дозволяється підніматись для виконання робіт, слід вивішувати плакат «Влазити тут».

На конструкціях, що межують з тими, якими дозволяється підніматись, внизу слід вивішувати плакати «Не вилазь! Уб'є».

Забороняється забирати або переставляти плакати і огороження, встановлені під час підготовки робочих місць, до повного закінчення робіт.

Перевірка відсутності напруги

Перевіряти відсутність напруги необхідно покажчиком напруги, справність якого перед застосуванням слід перевірити або за допомогою призначених для цієї мети спеціальних приладів, або наближенням до струмовідних частин, розташованих поблизу, які явно перебувають під напругою. Придатність покажчиків із самоконтролем перевіряється наявністю звукового чи світлового сигналу.

В електроустановках понад 1000 В слід користуватись покажчиком напруги, застосовуючи діелектричні рукавички.

На одноколових ПЛ 330 кВ і вище достатньою ознакою відсутності напруги є відсутність коронування.

В електроустановках електростанцій та підстанцій перевіряти відсутність напруги дозволяється одному працівнику зі складу оперативних або оперативно-виробничих працівників з групою IV – в електроустановках понад 1000 В і з групою III – в електроустановках до 1000 В.

На ПЛ перевірку відсутності напруги повинні проводити два працівники: на ПЛ понад 1000 В – з групами IV та III; на ПЛ до 1000 В – з групою III.

Перевіряти відсутність напруги вивірянням схеми в натурі дозволяється:

- у ВРУ, комплектному розподільчому устаткуванні (КРУ) і комплектній трансформаторній підстанції (КТП) зовнішньої установки, на ПЛ – під час туману, дощу, снігопаду у разі відсутності спеціальних показників напруги, а також у КРУ з викочуваними візками перед увімкненням заземлювальних ножів;
- у ВРУ 330 кВ і вище та на двоколових ПЛ 330 кВ і вище.

У разі вивіряння схеми в натурі відсутність напруги на вводах ПЛ та КЛ повинна підтверджуватись черговим, в оперативному управлінні якого знаходиться лінія.

На ПЛ вивіряння схеми в натурі полягає у перевірці напрямку та зовнішніх ознак ліній, а також позначень на опорах, які повинні відповідати диспетчерським найменуванням ліній.

На ПЛ 6, 10 та 20 кВ у разі перевірки відсутності напруги, яка виконується з дерев'яних або залізобетонних опор, а також з телескопічної вишки або з інших механізмів та пристосувань, ізольованих «від землі», показником, заснованим на принципі проходження ємкісного струму, слід забезпечити необхідну чутливість показника. Для цього його робочу частину слід заземлити, якщо це вимагається заводською документацією.

На ПЛ у разі підвішування проводів на різних рівнях необхідно перевіряти відсутність напруги показником та встановлювати заземлення пофазно, знизу вгору, починаючи з нижнього проводу. У разі горизонтального підвішування проводів перевірку слід починати з найближчого проводу.

В електроустановках до 1000 В із заземленою нейтраллю у разі застосування двополюсного показника необхідно перевіряти відсутність напруги як між усіма фазами, так і між кожною фазою та заземленим корпусом обладнання або заземлювальним (занулювальним) провідником. Допускається застосовувати попередньо перевірений вольтметр.

Забороняється користуватись ампервольтметром, що не має внутрішнього захисного вимикання.

Забороняється використовувати «контрольні» лампи.

Пристрої, що сигналізують про вимкнене положення апарата, блокувальні пристрої, постійно увімкнені вольтметри тощо є тільки допоміжними засобами, які підтверджують відсутність напруги, і на підставі їхніх показів не можна робити висновок про відсутність напруги.

Встановлення заземлень. Загальні вимоги

Встановлювати заземлення на струмовідні частини вимкненої для робіт ділянки електроустановки необхідно безпосередньо після перевірки відсутності напруги.

Переносне заземлення спочатку треба приєднати до заземлювального пристрою, а згодом, після перевірки відсутності напруги, встановити на струмовідні частини.

Знімати переносне заземлення необхідно у зворотній послідовності: спочатку зняти його із струмовідних частин, а потім від'єднати від заземлювального пристрою.

Приклади встановлення заземлень в схемах електроустановок наведено в додатку 4 до цих Правил.

Встановлення та знімання переносних заземлень в електроустановках понад 1000 В слід здійснювати ізольовальною штангою із застосуванням діелектричних рукавичок, а в електроустановках до 1000 В достатньо застосування діелектричних рукавичок. Закріплювати затискачі приєднаних переносних заземлень слід цією самою штангою або безпосередньо руками в діелектричних рукавичках.

Забороняється використовувати для заземлення провідники, не призначені для цієї мети, за винятком випадку, обумовленого в пункті 11.5 цих Правил.

Після встановлення заземлень, увімкнення заземлювальних ножів на приводах комутаційних апаратів, якими може бути подано напругу до місця роботи, слід вивішувати плакати «Заземлено».

Оформлення перерв у роботі та її закінчення

У разі необхідності проведення під час ремонту пробних увімкнень обладнання, електричних випробувань або вимірювань, необхідно:

- вивести з місць роботи усі бригади, допущені до роботи;
- здати черговому (допускачу) наряди з оформленими перервами та записом у таблиці 4;
- зняти тимчасові огороження, переносні плакати і заземлення, а постійні огороження встановити на своє місце;
- отримати дозвіл на пробне увімкнення, електричні випробування або вимірювання від чергового або працівника зі складу керівників чи спеціалістів, які мають право видавати розпорядження на оперативне обслуговування цієї електроустановки.

Підготовку робочого місця і допуск бригади до роботи після пробного увімкнення, випробування або вимірювання проводять, як при первинному допуску.

У тому разі, коли характер роботи, що виконується, потребує багаторазових пробних увімкнень (наприклад, балансування механізму, випробування обладнання), дозволяється тимчасові огороження не знімати, перерви в наряді не оформляти і не здавати наряд черговому (допускачу).

Дозвіл на тимчасове знімання і наступне встановлення заземлень керівником робіт слід записувати у рядку «Окремі вказівки» наряду.

Після повного закінчення роботи керівник робіт (наглядач) повинен вивести бригаду з робочого місця, відновити схему, зняти встановлені бригадою тимчасові огороження, переносні плакати, прапорці та заземлення, зачинити двері електроустановки на замок, повідомити допускача, а у разі його відсутності – працівника, який видав дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск, про повне закінчення робіт та оформити в наряді повне закінчення

робіт власним підписом.

Після оформлення повного закінчення робіт керівник робіт (наглядач) повинен здати наряд допускатчу, а у разі його відсутності – залишити у відведеному для цього місці, наприклад, в папці діючих нарядів.

Якщо після повного закінчення робіт одразу передати наряд не можна, то з дозволу допускатча або працівника, який видав дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск, керівник робіт (наглядач) може залишити наряд у себе. В цьому разі, а також, коли керівник робіт суміщує обов'язки допускатча, він повинен не пізніше наступного дня здати наряд черговому або працівнику, який видав наряд, а на віддалених дільницях – керівнику дільниці.

Допускач після отримання наряду, в якому оформлено повне закінчення робіт, повинен оглянути робочі місця і повідомити працівника, який видає дозвіл на підготовку робочого місця і на допуск, про повне закінчення робіт та можливість увімкнення електроустановки.

Увімкнення електроустановки після повного закінчення робіт

Вмикати електроустановку можна тільки після отримання на це дозволу (розпорядження) працівника, який видає дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск.

Дозвіл (розпорядження) на увімкнення електроустановки слід видавати тільки після отримання повідомлень від усіх допускатчів і керівників робіт, яким було дано дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск в цій електроустановці, про повне закінчення робіт.

Працівник зі складу оперативних або оперативно-виробничих працівників, який знаходиться на зміні і якого допущено до оперативного керування та до оперативних перемикачів, отримавши дозвіл (розпорядження) на увімкнення електроустановки після повного закінчення робіт, повинен перед увімкненням зняти тимчасові огороження, переносні плакати та заземлення, які були встановлені під час підготовки робочих місць, відновити постійні огороження.

Допускачу зі складу оперативно-виробничих працівників може бути надано право після закінчення роботи на електроустановці увімкнути її без отримання дозволу (розпорядження) працівника, який видає дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск. Надання права на таке увімкнення повинно бути записано в рядку «Окремі вказівки» наряду і підтверджено під час видавання дозволу допускатчу на підготовку робочих місць і на допуск. Оформляти в наряді таке підтвердження не потрібно.

Право на таке увімкнення необхідно надавати тільки в тому разі, якщо до робіт в цій електроустановці або на її ділянці не допущені інші бригади.

В аварійних випадках черговий або допускатч можуть увімкнути виведену в ремонт електроустановку під час відсутності бригади до повного закінчення робіт за умови, що до прибуття керівника робіт або повернення ним наряду на робочих місцях розставлені працівники, які зобов'язані попередити керівника робіт і членів бригади про увімкнення електроустановки та заборону поновлення робіт.

Допуск проводиться після перевірки підготовки робочого місця. При цьому допускатч повинен:

- перевірити відповідність складу бригади зазначеному у наряді або розпорядженні за іменними посвідченнями;
- провести інструктаж: ознайомити бригаду зі змістом наряду, розпорядження; вказати межі робочого місця; показати найближче до робочого місця обладнання та струмовідні частини ремонтovanого та сусідніх приєднань, до яких забороняється наближатися незалежно від того, перебувають вони під напругою чи ні;
- довести бригаді, що напруга відсутня, показом встановлених заземлень або перевіркою відсутності напруги, якщо заземлення не видно з робочого місця, а в електроустановках 35 кВ і нижче (де дозволяє конструктивне виконання) дотиком рукою до струмоведучих частин.

Крім допускатча бригаду під час допуску повинен проінструктувати виконавець робіт. Він інструктує про заходи щодо безпечного проведення робіт, включаючи їх технологію, використання інструменту, пристроїв, механізмів та вантажопідйомних машин. Керівник робіт за потреби може доповнити інструктаж.

Без інструктажу допуск бригади забороняється.

Проведення інструктажу та допуску оформляється підписами допускатча та виконавця робіт (спостерігача) у таблиці 3 наряду-допуску для виконання робіт наряду із зазначенням дати та часу.

Оформлення проведення інструктажу під час допуску в журналі інструктажу не вимагається.

1.5.2. Виконання робіт без зняття напруги

До робіт, що виконуються без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них, належать роботи, що проводяться безпосередньо на цих частинах або на відстанях від цих частин, менших безпечних.

До робіт без зняття напруги на безпечній відстані від струмовідних частин, що перебувають під напругою, належать роботи, при виконанні яких випадкове наближення людей, інструменту чи механізмів на меншу за безпечну відстань до цих частин є неможливим.

Безпечні відстані від струмовідних частин, що перебувають під напругою, відповідно до ДНАОП 0.00-1.21-98 наведені в табл. 1.9.

Роботи без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них повинні виконувати не менше двох працівників, з яких керівник робіт повинен мати групу IV, решта – групу III.

Роботою без зняття напруги далеко від струмовідних частин, що знаходяться під напругою, вважається така робота, при якій виключено випадкове наближення працюючих людей і використовуваних ними ремонтного оснащення та інструменту до струмоведучих частин на відстань менше зазначеної в табл. 1.9 та не вимагається вживання технічних або організаційних заходів для запобігання такому наближенню.

Таблиця 1.9

Безпечні відстані до струмовідних частин, що перебувають під напругою, м

Напруга, кВ		Відстань від людини, інструментів, огорожень, не менше	Відстань від механізмів, не менше
до 1:	на ПЛ	0,6	1,0
	в решті електроустановок	не нормується	1,0
6-35		0,6	1,0
110		1,0	1,5
150		1,5	2,0
220		2,0	2,5
330		2,5	3,5
400-500		3,5	4,5
750		5,0	6,0
800 постійного току		3,5	4,5

В електроустановках напругою вище 1000 В роботи без зняття напруги на струмопровідних частинах і поблизу них повинні проводитися із застосуванням засобів захисту для ізоляції працівника від струмовідних частин або землі. При ізоляції працівника від землі роботи повинні здійснюватися відповідно до спеціальних інструкцій або технологічних карт, у яких передбачені необхідні заходи безпеки.

Згідно «Правил безпечної експлуатації електроустановок»:**Виконання робіт**

Роботи в діючих електроустановках слід проводити за нарядом, розпорядженням та в порядку поточної експлуатації.

Роботи, які виконують в порядку поточної експлуатації працівники на закріплених за ними електроустановках, проводять без оформлення наряду або розпорядження.

Перелік робіт, які виконують у порядку поточної експлуатації, затверджує керівництво підприємства.

За нарядами слід виконувати всі роботи, які не увійшли до переліку робіт, що виконуються в порядку поточної експлуатації та за розпорядженням.

Роботи в електроустановках слід виконувати згідно з вимогами ДСТУ 7237:2011 «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту».

Забороняється самовільне проведення робіт, а також розширення робочих місць та обсягу завдання, визначених нарядом або розпорядженням.

Виконання робіт в електроустановках в зоні дії іншого наряду слід узгоджувати з працівником, який видав попередній наряд. Узгодження оформлюється до підготовки робочого місця записом на полях наряду (біля таблиці 2) «Узгоджено» та за підписом працівника, який узгоджує.

Ремонт електроустановок із застосуванням вантажопідіймальних машин, механізмів або великогабаритних пристроїв, за винятком ямобурів і телескопічних пристроїв для піднімання людей, слід виконувати за

технологічними картами або ПВР.

В електроустановках до 1000 В електростанцій, підстанцій і на КЛ під час виконання роботи під напругою необхідно:

- відгородити розташовані поблизу робочого місця струмовідні частини, що перебувають під напругою, до яких можливий випадковий дотик;
- працювати в діелектричних калошах, ботах або стоячи на ізолювальній підставці чи на гумовому діелектричному килимку;
- застосовувати інструмент з ізолювальними рукоятками (у викруток повинен бути ізольований стрижень). У разі відсутності такого інструменту слід користуватись діелектричними рукавичками.

Забороняється працювати в одязі з короткими або закоченими рукавами, користуватись ножівками, металевими метрами тощо.

В електроустановках понад 1000 В під час проведення робіт на струмовідних частинах, що перебувають під напругою, за допомогою захисних ізолювальних засобів необхідно:

- користуватись тільки випробуваними сухими та чистими ізолювальними засобами з непошкодженим лаковим покриттям;
- тримати ізолювальні засоби за ручки-захвати не далі обмежувального кільця;
- розмістити ізолювальні засоби так, щоб не виникала небезпека перекриття між фазами або фази на землю.

Під час виконання роботи із застосуванням електрозахисних засобів (ізолювальні штанги, електровимірювальні штанги та кліщі, покажчики напруги) допускається наближатись людині до струмовідних частин на відстань, визначену довжиною їхньої ізолювальної частини.

Забороняється в електроустановках працювати в зігнутому положенні, якщо у разі випрямлення відстань до струмовідних частин буде менша за зазначену в табл. 1.9.

Забороняється в електроустановках електростанцій та підстанцій 6, 10, 20, 35, 110 кВ під час роботи біля неогороджених струмовідних частин розміщуватись так, щоб вони були позаду або з обох боків.

Робоче місце слід влаштовувати згідно з вимогами ДСТУ 8604:2015 «Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги.» і ДСТУ 7950:2015 «Дизайн і ергономіка. Робоче місце під час виконання робіт стоячи. Загальні ергономічні вимоги».

На ПЛ, за винятком зовнішніх вводів 0,4 кВ до будівель, та ПЛЗ перед розриванням або з'єднанням електрично сполучених складників (дротів, тросів) необхідно встановлювати заземлення з обох боків розриву (передбачуваного розриву).

В темний період доби ділянки робіт, робочі місця, проїзди і підходи до них слід освітлювати.

Забороняється працювати в неосвітлених місцях.

У випадку наближення грози слід припинити всі роботи на ПЛ, ПЛЗ; у ВРУ, закритому розподільчому устаткуванні (ЗРУ) на виводах та лінійних роз'єднувачах ПЛ; на КЛ, під'єднаних до дільниць ПЛ, а також на вводах ПЛЗ в приміщеннях вузлів зв'язку та на антенно-щоглових спорудах.

Усі працівники, які перебувають в діючих електроустановках (за винятком щитів керування, приміщень з релейними панелями та їм подібних), в колодязях, тунелях, траншеях, повинні користуватись захисними касками.

Працівникам підприємств, інших організацій, направлених у відрядження, одноособово можна записувати покази лічильників та інших вимірювальних приладів, встановлених на щитах керування і в розподільчому устаткуванні (РУ). У разі наявності місцевих оперативних працівників відряджені працівники повинні мати групу II, а у разі відсутності місцевих оперативних працівників – групу III.

Працівники, які обслуговують компресорні установки та повітрозбірники, електролізні установки, акумуляторні батареї та зарядні пристрої, повинні мати групу III.

Під час проведення земляних робіт необхідно дотримуватись вимог ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».

Оперативне обслуговування

Електротехнічних працівників, які не обслуговують дані електроустановки, слід допускати до них у супроводі оперативних або оперативно-виробничих працівників з групою IV, або іншого працівника з групою V.

Працівник, який супроводжує, повинен забезпечити створення безпечних умов для людей та попереджати їх про заборону наближення до струмовідних частин.

Під час огляду електроустановок понад 1000 В забороняється відчиняти двері приміщень, комірок, не обладнаних сітчастими огороженнями або бар'єрами, якщо відстань між дверима і струмовідними частинами менша за зазначену в табл. 1.9. Перелік таких приміщень і комірок затверджує керівництво підприємства.

В електроустановках понад 1000 В, у яких вхід до приміщень, комірок обладнано сітчастими огороженнями або бар'єрами, під час огляду забороняється відчиняти двері сітчастих огорожень і проникати за огороження або бар'єри.

В електроустановках до 1000 В під час огляду дозволяється відчиняти двері щитів, збірок, пультів керування та інших пристроїв.

Забороняється під час огляду виконувати будь-яку роботу.

В електроустановках 6, 10, 20, 35 кВ забороняється наближатись до місця замикання на землю на відстань менше 4 м в ЗРУ та менше 8 м у ВРУ та на ПЛ.

Наближення до місця замикання на землю в цих електроустановках допускається тільки для знімання напруги та звільнення людей, які потрапили під напругу. У цьому разі потрібно користуватись електрозахисними засобами.

Вимикати та вмикати роз'єднувачі, відокремлювачі, вимикачі понад 1000 В з ручним приводом необхідно в діелектричних рукавичках.

Знімати та встановлювати запобіжники необхідно при знятій напрузі.

Під напругою, але без навантаження, допускається знімати та встановлювати запобіжники на приєднаннях, в схемі яких відсутні комутаційні

апарати, що дозволяють зняти напругу.

Під напругою та під навантаженням допускається замінювати запобіжники у вторинних колах, мережах освітлення та запобіжники трансформаторів напруги.

Під час знімання та встановлення під напругою запобіжників необхідно користуватись:

- в електроустановках понад 1000 В – ізолювальними кліщами (штангою) із застосуванням діелектричних рукавичок та захисних окулярів (масок);
- в електроустановках до 1000 В – ізолювальними кліщами або діелектричними рукавичками. Роботу слід виконувати із застосуванням захисних окулярів (масок).

В разі розташування запобіжників приєднання вертикально один над одним (вертикальне розташування фаз) на щитах і збірках до 1000 В та у разі відсутності комутаційних апаратів допускається встановлювати та знімати запобіжники під навантаженням. У такому разі рекомендується використовувати замість засобів захисту очей засоби захисту обличчя (захисні маски).

Двері приміщень електроустановок, камер, щитів та збірок слід зачиняти на замок, крім тих, в яких проводяться роботи.

Ключі від електроустановок всіх класів напруг повинні перебувати на обліку у оперативних працівників. В електроустановках без місцевих оперативних працівників ключі можуть перебувати на обліку у керівників або спеціалістів.

Ключі слід пронумерувати. Один комплект ключів повинен бути запасним. Запасний комплект ключів повинен бути у оперативних працівників.

Ключі видаються під розписку:

- працівникам, які мають право на одноособовий огляд, – від усіх приміщень;
- в разі допуску – працівнику, який допускає (далі – допускачу), керівнику робіт, працівнику, який спостерігає за безпечним виконанням робіт (далі – наглядачу) – від приміщень, в яких треба буде працювати.

Ключі слід повертати кожного дня після завершення огляду або роботи.

Під час виконання роботи в електроустановках без місцевих оперативних працівників ключі слід повертати не пізніше наступного робочого дня після огляду або повного закінчення роботи.

Необхідність видавання ключів на тривалий термін працівникам підприємств-споживачів, які мають право на оперативні перемикання в РУ підприємств електромереж, а також оперативним, оперативно-виробничим працівникам, керівникам та спеціалістам свого підприємства, які мають право одноособового огляду, визначається керівництвом підприємства.

Видавання та повернення ключів слід реєструвати в журналі довільної форми або в оперативному журналі.

У разі нещасних випадків для звільнення потерпілого від дії електричного струму слід негайно зняти напругу без попереднього дозволу.

1.5.3. Ізоляція електроустановок, струмовідних частин та їх контроль

Ізоляція забезпечує технічну працездатність електроустановок, зменшує вірогідність попадань людини від напругу, заминаць на землю і на корпус електроустановок, зменшує струм через людину при дотику до неізольованих струмовідних частин в електроустановках, що живляться від ізольованої від землі мережі.

Електрична ізоляція – це шар покриття діелектрика або діелектрик, яким покривають поверхню струмоведучих частин, струмоводів, або якими струмопровідні частини відокремлюються одна від одної. Ізоляція повинна мати високі діелектричні властивості, міцність і опірність до змін температурно-вологісного середовища.

ГОСТ 12.1.009-76 виділяє ізоляцію: робочу, додаткову, подвійну, посилену.

Робоча ізоляція забезпечує нормальну роботу електроустановок і захист від ураження електричним струмом.

Додаткова – передбачається як доповнення до робочої для захисту від ураження електричним струмом, у випадках її пошкодження.

Подвійна ізоляція складається з двох незалежних однієї від іншої робочої і додаткової ізоляції. Робочу (функціональну) називають основною ізоляцією тому вона повинна забезпечити електробезпеку працюючих (ізоляція обмоток машин, струмоводів живлення і т.д.). Додатковою ізоляцією може бути пластмасовий корпус машини, ізолюючі втулки, блоки тощо.

При подвійній ізоляції заземлення або занулення металевих частин забороняється, тому що цим шунтується додаткова ізоляція, і її переваги зводяться нанівець. З'єднання корпусу машини, що має подвійну ізоляцію з заземлювальним пристроєм неприпустимо, тому що це знижує безпеку працюючого.

Посилена – це поліпшена робоча ізоляція, яка забезпечує такий же рівень захисту, як і подвійна.

Як правило, подвійна ізоляція застосовується для вимикачів, розеток, вилок, патронів ламп, переносних світильників, електрифікованого ручного інструменту, приладів та деяких побутових приладів. Область застосування подвійної електроізоляції – електроустановки невеликої потужності. Вона є дієвим захисним засобом.

Згідно ПУЕ, опір ізоляції електроустановок повинен бути не меншим 1000 Ом на 1 В робочої напруги. Так, для мереж змінної напруги 380/220 В опір ізоляції має бути не менше 380 кОм. Для електромереж напругою до 1000 В опір ізоляції струмопровідних частин має бути не нижче 0,5 МОм.

Слід враховувати, що в процесі експлуатації ізоляція зазнає різні зміни: старіння, механічні пошкодження, розтріскування від перепаду температури та вологості середовища. Тому електроізоляція підлягає систематичному огляду і випробуванням згідно з Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ).

Опір ізоляції електрообладнання призначається залежно від електричної потужності електроустановки, Ом:

$$R_i = \frac{U}{1000 + N/100}, \quad (1.24)$$

де U – напруга, В;

N – потужність, Вт.

Залежно від виду електроізоляції електротехнічні вироби поділяються на такі класи: 0, 0І, І, ІІ, ІІІ, при цьому:

- до класу 0 належать вироби, в яких є робоча ізоляція, але відсутні елементи для заземлення (якщо вони не належать до класу ІІ або ІІІ);
- до класу 0І відносяться вироби, що мають робочу ізоляцію і елемент для заземлення, а також дріт без заземлювальної жили для приєднання до джерела живлення;
- до класу І належать вироби, які мають робочу ізоляцію і елемент для заземлення, а також дріт для приєднання до джерела живлення з заземлюючою жилою та виделкою з замикаючим контактом;
- до класу ІІ належать вироби, які мають подвійну або посилену ізоляцію і не мають елементів для заземлення;
- до класу ІІІ належать вироби, в яких відсутні внутрішні і зовнішні електричні ланцюги з напругою понад 42 В.

Вироби, які отримують живлення від зовнішнього джерела відносяться до ІІІ класу в тому випадку, якщо вони призначені для приєднання безпосередньо до джерела живлення з напругою не вище 42 В.

При розробці електроустановок опір ізоляції приймається в межах 1 кОм/В, якщо технічними умовами не передбачені більш жорсткі вимоги відповідно до чинних актів.

Контроль ізоляції струмовідних частин

Більшість уражень в установках напругою до 1000 В пов'язано з пошкодженням ізоляції (внаслідок безпосереднього дотику до струмоведучих частин або дотику до металевих корпусів електрообладнання, яке перебуває під напругою через пошкодження електричної ізоляції).

Надійність ізоляції повинна забезпечуватися:

- правильним вибором ізоляційного матеріалу, його форми та геометричних розмірів з урахуванням умов навколишнього середовища та експлуатації (напруги, вологості, температури, наявності хімічно активної пари та газів, наявності струмопровідного пилу тощо);
- захист від механічних пошкоджень;
- проведенням приймально-здавальних випробувань відповідно до норм ПУЕ;
- систематичним контролем за станом ізоляції з проведенням профілактичних випробувань відповідно до вимог ПТЕ та ПТБ.

Слід враховувати, що навіть найякісніша ізоляція під впливом фізичних процесів, пов'язаних з роботою електроустановок, від дії навколишнього середовища і, нарешті, просто з часом втрачає свої ізоляційні властивості. Тому кваліфіковане та своєчасне технічне обслуговування та профілактика електроустановок, постійний контроль за станом ізоляції є надійною гарантією забезпечення електробезпеки.

Відповідно до ГОСТ 12.1.009-76 електрична ізоляція підрозділяється на робочу, додаткову, подвійну та посилену.

Згідно визначених термінів:

Подвійна ізоляція – один з ефективних технічних засобів електробезпеки, що торкається металевих частин, які можуть опинитися під напругою через порушення робочої ізоляції, – використовується в електроінструменті, ручних електричних машинах, ручних світильниках. Додатковою ізоляцією служать в основному пластмасові корпуси та деталі електрообладнання.

Однак подвійна, як і інші види ізоляцій, вимагає при експлуатації певного технічного догляду та проведення профілактичних випробувань, тим більше, що пластмаси не завжди відповідають необхідним вимогам в частині механічної міцності, термостійкості тощо.

У ручних електричних машинах з подвійною ізоляцією та колекторними електродвигунами при роботі можливе відкладення вугільного пилу всередині корпусу, що може призвести до перекриття та порушення додаткової ізоляції. Тому слід обов'язково виконувати вимоги заводів-виробників, що стосуються термінів та обсягу робіт з періодичного технічного обслуговування, у тому числі щодо очищення пилу та перевірки опору ізоляції.

Якість ізоляції характеризується: електричним активним опором ізоляції, електричною міцністю та діелектричними втратами. В електроустановках до 1000 В стан ізоляції оцінюють в основному за значенням активного опору ізоляції, вимірюного мегаомметром.

З метою своєчасного виявлення дефектів та ушкоджень ізоляції електроустановки в мережі з глухозаземленою нейтраллю підвітряються приймально-здавальним випробуванням (нововведені в експлуатацію), випробуванням при капітальному та поточному ремонтах електроустановок, профілактичним (міжремонтним) випробуванням.

Приймально-здавальні випробування ізоляції проводяться за нормами ПУЕ, а випробування за капітального, поточного ремонту та профілактичні – за нормами ПТЕ. У мережах із ізольованою нейтраллю крім періодичних вимірювань здійснюється також постійний контроль ізоляції за допомогою спеціальних приладів, наприклад ПКІ-1 та ПКІ-2, призначених для контролю ізоляції пересувних електроустановок з номінальною напругою 230-400 В.

Для вимірювань опору ізоляції застосовують мегаомметри з різною номінальною напругою постійного струму на виході. Більшість мегаомметрів мають вбудований генератор, що приводиться в обертання від руки (табл. 1.10). Вимірювання мегаомметром здатні виявити більшість місцевих дефектів ізоляції і тим самим запобігти замиканню на корпус, на землю та підвищеним витокам струму через ізоляцію. Опір ізоляції вимірюють мегаомметрами на електроустановках, відключених від мережі.

В установках з глухозаземленою нейтраллю опір ізоляції електрообладнання та мереж вимірюється між кожною парою фаз і між кожною фазою та корпусом (землею). За опір ізоляції приймається значення, виміряне через 1 хв після початку обертання рукоятки. Номінальна частота обертання – 120 об/хв.

Технічні характеристики мегаомметрів

Тип мегометра	Номинальна вихідна напруга, В	Межі вимірювання		Габарити, мм	Маса, кг
		кОм	МОм		
М 1101М	100	0...200	0...100	200x130x165	3,2
М 1101М	500	0...1000	0...500		
М 1101М	1000	0...1000	0...1000		
М 4100/1	100	0...200	0...20	215x213x166	4,9
М 4100/2	250	0...500	0...50		
М 4100/3	500	0...1000	0...1000		
М 4100/4	1000	0...1000	0...200		
М 4100/5	2500	0...2000	0...1000		

Примітка. 1. Живлення мегаомметрів – від вбудованого генератора, що приводиться приблизно від руки. 2. Номинальна вихідна напруга відповідає напрузі на розімкнутих затискачах при номінальній частоті обертання рукоятки прибора (120 об/хв) та включенні на діапазон вимірювань «МΩ». 3. Габаритні розміри та маса мегаомметрів М 4100/1-М 4100/5 вказані для виконання з футляром.

Опір ізоляції освітлювальних мереж слід вимірювати при включених вимикачах і вивернутих лампах, інакше результат буде спотворений через опір ламп між фазним та нульовим дротами. ПУЕ та ПТЕ в нормах випробувань визначають мінімальне значення опору ізоляції конкретного виду електрообладнання або мереж та вихідну напругу мегаомметра, що застосовується для вимірювань.

Нормовані мінімальні значення опору ізоляції найбільш поширених у будівництві електроустановок при різних видах випробувань із зазначенням їх періодичності та напруги мегаомметра наведені в табл. 1.11. Якщо при випробуваннях користуються мегаомметром з вищою напругою на виході, ніж рекомендовано правилами, а опір ізоляції при цьому не менший допустимого значення, ці дані слід вважати ще більш достовірними.

Крім відповідності опору ізоляції нормам, встановленим ПТЕ для електроустановок споживачів, критерієм стану ізоляції служить порівняння вимірюваних значень з даними, отриманими при попередніх випробуваннях або при введенні електроустановки в експлуатацію. Якщо зафіксовано різке зниження опору ізоляції по відношенню до попередніх вимірювань – на 30-40%, – це свідчить про неблагополучний стан ізоляції і вимагає серйозного аналізу та з'ясування причин.

При всій простоті та доступності вимірювань опору ізоляції мегаомметрами ці випробування становлять певну небезпеку. Відіграє роль не тільки фактор ймовірності потрапляння людини під напругу мегаомметра, але також можливість потрапляння в ланцюг розрядних струмів електричних мереж, що отримали заряд при вимірюваннях опору ізоляції мегаомметром. Тому відповідно до вимог ПТБ вимірювання мегаомметром дозволяється виконувати лише спеціально навченим особам електротехнічного персоналу. В установках напругою до 1000 В ці вимірювання повинні виконувати за розпорядженням дві особи, одна з яких має групу з електробезпеки не нижче III. При роботі з мегометром забороняється торкатися струмопровідних

Норми та періодичність випробувань ізоляцій мереж та електрообладнання напругою до 1000 В

Найменування обладнання	Приймально-здавальні (після монтажу)		Після капітального ремонту			Після поточного ремонту			Міжремонтні (профілактичні)		
	Напруга мегаомметру, В	Мінімальне значення R_{Σ} , МОм	Напруга мегаомметру, В	Мінімальне значення R_{Σ} , МОм	Періодичність, дичність, не рідше	Напруга мегаомметру, В	Мінімальне значення R_{Σ} , МОм	Періодичність, дичність, не рідше	Напруга мегаомметру, В	Мінімальне значення R_{Σ} , МОм	Періодичність, дичність, не рідше
Електродвигуни змінного струму (обмотка статора)	1000	0,5	1000	1,0 (при 60°C-0,5)	1 раз на 2 роки	1000	1,0 (при 60°C-0,5)	1 раз на рік	1000	1,0 (при 60°C-0,5)	1 раз на рік
	500-1000	0,5	1000	0,5	1 раз на 3 роки	1000	0,5	1 раз на рік	1000	0,5	1 раз на рік
Розподільні пристрої, щити та зборки	2500	0,5	2500	0,5	1 раз на 5 років	2500	0,5	1 раз на 3 роки	2500	0,5	1 раз на рік
Силові кабелі	1000	0,5	1000	0,5	1 раз на 3 роки	1000	0,5	1 раз на рік	1000	0,5	1 раз на рік
Силові та освітлювальні проводки	500-1000	0,5	500-1000	0,5	1 раз на 3 роки	500-1000	0,5	1 раз на рік	500-1000	0,5	1 раз на рік
Вторинні ланцюги управління, захисту, сигналізації у релейно-контакторних схемах	500	1,0	500	2,0	1 раз на рік	500	1,0	1 раз на 6 міс.	500	0,5	1 раз на 3 міс.
Зварювальні трансформатори:	первинна обмотка	500	500	2,0	1 раз на рік	500	2,0	1 раз на 6 міс.	500	0,5	1 раз на 3 міс.
	вторинна обмотка	500	500	2,0	1 раз на рік	500	0,5	1 раз на 6 міс.	500	0,5	1 раз на 6 міс.
Ручні електричні машини:	з робочою ізоляцією на напругу вище 42 В (клас I)	500	500	2,0	–	500	0,5	1 раз на рік	500	0,5	1 раз на 6 міс.
	з подвійною ізоляцією (клас II)	500	2,0	500	7,0	500	2,0	1 раз на рік	500	2,0	1 раз на 6 міс.
Знижувальні трансформатори:	на напругу до 42 В (клас III)	500	1,0	500	2,0	500	0,5	1 раз на рік	500	0,5	1 раз на 6 міс.
	стаціонарні (місцевого освітлення)	1000	0,5	1000	0,5	–	1000	0,5	–	1000	0,5
	переносні (для живлення ручних інструментів)	500	1,0	500	2,0	500	0,5	1 раз на рік	500	0,5	1 раз на 6 міс.









Примітка. Таблиця складена на підставі вимог ПУЕ, ПТЕ та ПТБ з урахуванням досвіду експлуатації електроустановок у будівництві.

частин, стан ізоляції яких перевіряється. Перед початком випробувань необхідно переконатися у відсутності людей в тій частині електроустановки, до якої приєднується мегаомметр, вжити заходів, що перешкоджають дотику осіб, що знаходяться поблизу електроустановки, до струмоведучих частин. У разі потреби треба виставити спостерігача.

Відповідно до ДСТУ EN 62841-1:2017 машини, марковані більш ніж на одну номінальну напругу або більш ніж на один номінальний діапазон напруги, повинні маркуватися номінальною споживаною потужністю для кожної з цих напруг або діапазонів, якщо ця потужність перевищує 25 Вт.

Верхня і нижня межі номінальної споживаної потужності повинні бути позначені на машині таким чином, щоб було видно співвідношення між споживаною потужністю і напругою, за винятком випадку, при якому різниця меж номінального діапазону напруги не перевищує 10% середнього значення діапазону. У цьому випадку позначення номінальної потужності, що споживається, допускається відносити до середнього значення діапазону.


Використовуються наступні умовні позначення:

-  змінний струм;
-  трифазний змінний струм;
-  трифазний змінний струм із нейтраллю;
-  постійний струм;
-  частота обертання на холостому ході;
-  машина класу II;
-  бризка захищена машина (крапля у трикутнику);
-  водонепроникна машина (дві краплі).

Умовне позначення роду струму міститься безпосередньо за позначенням номінальної напруги.

Розміри символу машин класу II повинні бути такими, щоб довжина сторони зовнішнього уадрата приблизно дорівнювала подвійній довжині сторони внутрішнього квадрата. Довжина сторони зовнішнього квадрата повинна бути не менше 5 мм за виключенням, коли найбільший розмір машини не перевищує 15 см; у цьому випадку розміри символу можуть бути зменшені, але довжина сторін зовнішнього квадрата не повинна бути меншою за 3 мм.

Символ машини класу II повинен бути розміщений так, щоб було зрозуміло, що він є частиною технічної інформації і його не можна було переплутати з іншим маркуванням.

Затискачі, призначені тільки для нейтрального дроту, мають бути позначені літерою N. Захисні затискачі повинні бути позначені символом .

Ці позначення не допускається поміщати на гвинтах, шайбах, що знімаються, та інших деталях, які можуть бути зняті при з'єднанні провідників.

З метою забезпечення здатності електроустановок до роботи і безпечної їх експлуатації проводиться контроль стану ізоляції, який характеризується електричною міцністю ізоляції, її електричним опором і діелектричними втратами. В установках напругою більше 1000 В проводять усі види випробувань ізоляції, а при напрузі до 1000 В – тільки електричний опір і електричну міцність. Виділяють приймально-здавальні випробування, післяремонтні (реконструкція і капітальний ремонт) і межремонтні в терміни, встановлені чинними нормативами залежно від типу електроустановки і умов її експлуатації. Так, опір ізоляції переносних світильників, що живляться від електромережі і електрифікованого ручного інструменту, контролюється кожні 6 місяців, зварювального обладнання – кожні 12 місяців. При цьому опір ізоляції має бути не менше 0,5 МОм, а для електрифікованого інструменту 1 МОм.

Особливого значення набуває стан ізоляції струмопровідних деталей у пересувних електроустановках, які експлуатують на відкритому повітрі без захисту від атмосферних впливів, в умовах вогкості, струмопровідної підлоги. Тому в цих електроустановках робочу ізоляцію роблять посиленою або подвійною і крім періодичного контролю передбачають постійний контроль опору ізоляції.

Періодичний контроль опору ізоляції пересувних електроустановок виконують не рідше одного разу на рік (ручного електроінструменту та переносних світильників – не рідше одного разу на 6 місяців). Опір ізоляції вимірюють мегаомметром з номінальною напругою 500-1000 В при знятих плавких вставках на ділянці між суміжними запобіжниками або за останніми запобіжниками між будь-яким дротом і землею, а також між двома будь-якими дротами: воно має бути не менше 0,5 МОм для кожного електроприймача апарату, приладу, кожної ділянки мережі та кожної мережі РУ.

Постійний контроль опору ізоляції при робочій напрузі електроустановки можливий лише у мережах з ізолюваною нейтраллю (дротом). Аналіз режимів роботи електричних мереж та їх вплив на електробезпеку показують, що електроустановки з постійним чергуванням оперативного персоналу, при постійному контролі опору ізоляції, швидкому виявленні та усуненні виникаючих ушкоджень ізоляції мережі з ізолюваною нейтраллю (дротом) забезпечують більшу безпеку і більшу надійність електропостачання. Ось чому у пересувних електроустановках заземлювати нейтраль джерела живлення забороняється.

На кожному автономному пересувному джерелі електроенергії повинен бути прилад постійного контролю опору ізоляції *PR* згідно принципової схеми (рис. 1.17), що контролює опір ізоляції щодо землі (корпусу) всіх струмовідних частин електроустановки, що знаходяться під робочою напругою. Для цих

цілей на бензинових електроагрегатах та електростанціях застосовують індикатори та мегаомметри. Джерелом постійної оперативної напруги у цих приладах є конденсатор, заряджений до амплітудної лінійної напруги електроустановки; реєструючий елемент у них – міліамперметр, шкала якого проградуєвана в мегаомах. Показання приладу R_{PR} відповідають сумі опорів $R_{з.р.}$ робочого заземлювача та еквівалентного опору ізоляції щодо землі фаз R_{iA} , R_{iB} , R_{iC} та нейтралі R_{iN} , тобто:

$$R_{PR} = R_{з.р.} + \frac{1}{1/R_{iA} + 1/R_{iB} + 1/R_{iC} + 1/R_{iN}}$$

Для окремого випадку рівності усіх опорів ізоляції трифазної мережі:

- чотирипровідної ($R_{iA} = R_{iB} = R_{iC} = R_{iN} = R_i$) опір $R_{PR} = R_{з.р.} + R_i / 4$;
- трипровідної ($R_{iA} = R_{iB} = R_{iC} = R_i$) опір $R_{PR} = R_{з.р.} + R_i / 3$.

Для окремого випадку пошкодження ізоляції тільки однієї фази, наприклад фази А ($R_{iA} \ll R_{iB}$, $R_{iA} \ll R_{iC}$, $R_{iA} \ll R_{iN}$), опір $R_{PR} = R_{з.р.} + R_{iA}$.

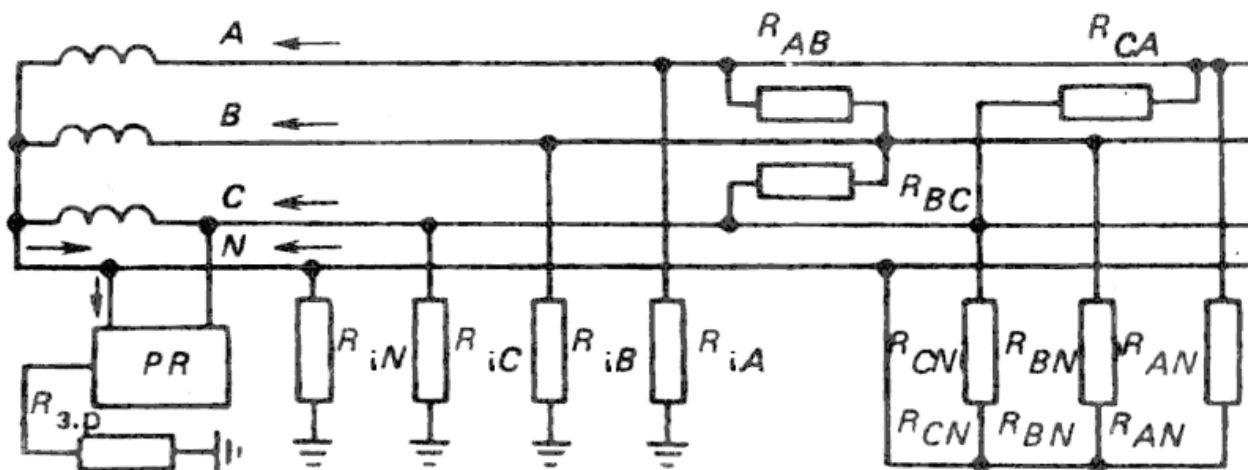


Рис. 1.17. Принципова електрична схема пристроїв постійного контролю опору ізоляції

Класифікація електроустановок, приміщень та електротехнічних виробів за умовами електробезпеки

Таблиця 1.12

Класифікація електротехнічних виробів за ступенем захисту, що забезпечується оболонками

Ступінь захисту	Характеристика ступеня захисту	
	персоналу від дотику зі струмовідними або рухомими частинами та обладнання від попадання всередину оболонки сторонніх твердих тіл	обладнання від проникнення всередину оболонки води
1	2	3
0	Захист відсутній	Захист відсутній
1	Захист персоналу від дотику поверхні тіла людини зі струмопровідними або рухомими частинами. Захист обладнання від потрапляння сторонніх великих твердих тіл діаметром не менше ніж 52,5 мм.	Захист від крапель води, що сконденсувалася, які падають вертикально.

1	2	3
2	Захист персоналу від можливості дотику пальців зі струмопровідними або рухомими частинами. Захист обладнання від потрапляння сторонніх твердих тіл діаметром не менше ніж 12,5 мм.	Захист від крапель води, що падають на оболонку, нахилену не більше ніж 15° до вертикалі.
3	Захист обладнання від потрапляння сторонніх тіл діаметром не менше ніж 2,5 мм.	Захист від дощу, що падає на оболонку, нахилену трохи більше 60° до вертикалі.
4	Захист обладнання від потрапляння сторонніх твердих дрібних тіл завтовшки не менше 1 мм.	Захист від бризок води будь-якого напрямку.
5	Захист обладнання від шкідливих відкладень пилу.	Захист від водяних струменів будь-якого напрямку.
6	Захист обладнання від проникнення пилу.	Захист від попадання в оболонку води при захльостуванні обладнання водою.
7	-	Захист під час занурення у воду на обмежений час.
8	-	Захист при необмежено тривалому зануренні у воду.

Категорії електроприймачів та забезпечення надійності електропостачання. Щодо забезпечення надійності електропостачання електроприймачі поділяються на 3 категорії:

Електроприймачі I категорії – електроприймачі, перерва електропостачання яких може спричинити за собою: небезпеку для життя людей, значні збитки народному господарству, пошкодження коштовного основного обладнання, масовий брак продукції, розлад складного технологічного процесу, порушення функціонування особливо важливих елементів комунального господарства. Зі складу електроприймачів I категорії виділяється особлива група електроприймачів, безперебійна робота яких необхідна для безаварійного зупинення виробництва з метою запобігання загрози життю людей, вибухів, пожеж та пошкодженню коштовного основного обладнання.

Електроприймачі II категорії – електроприймачі, перерва електропостачання яких призводить до масової недовідпустки продукції, масових простоїв робітників, механізмів та промислового транспорту, порушення нормальної діяльності значної кількості міських та сільських мешканців.

Електроприймачі III категорії – всі інші електроприймачі, які не підходять під визначення I та II категорій.

Електроприймачі I категорії повинні забезпечуватися електроенергією від двох незалежних взаємно резервуючих джерел живлення, і перерва їхнього електропостачання при порушенні електропостачання від одного з джерел живлення може бути допущена лише на час автоматичного відновлення живлення. Для електропостачання особливої групи електроприймачів I категорії має

передбачатися додаткове живлення від третього незалежного джерела живлення, що взаємно резервує. В якості третього незалежного джерела живлення для особливої групи електроприймачів і в якості другого нерухомого джерела живлення для інших електроприймачів I категорії можуть бути використані місцеві електростанції, електростанції енергосистем (зокрема, шини генераторної напруги), спеціальні агрегати безперебійного живлення, акумуляторні батареї тощо.

1.5.4. Забезпечення недоступності струмовідних частин

Статистичні дані щодо електротравматизму свідчать, що більшість електротравм пов'язана з дотиком до струмовідних частин електроустановок (близько 56 %). Основними заходами забезпечення недоступності струмовідних частин є застосування захисних огорожень, закритих комутаційних апаратів (пакетних вимикачів, комплектних пускових пристроїв, дистанційних електромагнітних приладів управління споживачами електроенергії тощо), розміщення неізолюваних струмовідних частин на висоті, недосяжній для ненавмисного дотику до них інструментом, різного роду пристосуваннями, обмеження доступу сторонніх осіб в електротехнічні приміщення тощо.

Висота огороження електроустановок, м

Розподільних пристроїв напругою до 1000 В (розподільних щитів, щитів управління, релейних щитів та пультів, шаф тощо)	1,7
Сітчастих* та змішаних для ЗРП вище 1000 В	1,9
Те ж, для ВРП та відкрито встановлених трансформаторів	1,6; 2
Бар'єра (поручня) в камерах трансформаторів, вимикачів та інших апаратів ЗРП напругою понад 1000 В	1,2
Струмоводів, що не мають оболонки, розташованих у тунелях та галереях	1,7
Суцільних або сітчастих огорож відкритих напівпровідникових перетворювачів напругою вище 1000 В, встановлених в електроприміщеннях	1,9
Зовнішній паркан** території ВРП та підстанції	1,8-2
Зовнішній паркан допоміжних споруд (майстерні, склади і т.д.), розташованих на території ВРП	1,6

* Розмір вічка сітки для сітчастих огорож не менше 0,01x0,01 і не більше 0,025x0,025 м.

** Паркани можуть бути суцільними, сітчастими або ґратчастими. Паркани можна не виконувати для стовпових підстанцій, а також для закритих підстанцій, розташованих на території промислових підприємств, яка охороняється, на території міст і селищ.

Недоступність струмовідних частин

Неізолювані струмовідні частини повинні бути постійно огорожені або розташовані на недосяжній висоті. Стаціонарні огороження струмовідних частин виконують суцільними та сітчастими. Суцільні огорожі (корпусу та кожухи) застосовують в електроустановках до 1000 В, а сітчасті – в електроустановках як до, так і вище 1000 В. Огороження обладнуються дверцятами або дверима, що замикаються на замок. Захисні огороження виконують металевими.

Залежність відстані від струмовідних частин до різних елементів закритих розподільних пристроїв (ЗРП) та відкритих розподільних пристроїв (ВРП) від номінальної напруги наведено в табл. 1.13.

Таблиця 1.13

Відстань від струмовідних частин до елементів ЗРП та ВРП, мм

Відстань	Для номінальної напруги, кВ							
	3	6	10	20	35	110	150	220
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Для закритих розподільних пристроїв</i>								
від струмовідних частин до заземлених конструкцій та частин будівлі	65	90	120	180	290	700	1100	1700
від струмовідних частин до суцільних огорожень	95	120	150	210	320	730	1130	1730
від струмовідних частин до сітчастих огорожень	165	190	220	280	390	800	1200	1800
від неогороджених струмовідних частин до підлоги	2500	2500	2500	2700	2700	3400	3700	4200
від неогороджених повітряних введень та виведень із ЗРП до землі за відсутності проїзду транспорту під ними та при виході виведень не на територію ВРП	4500	4500	4500	4750	4750	5500	6000	6500
<i>Для відкритих розподільних пристроїв</i>								
від струмовідних частин або елементів ізоляції, що знаходяться під напругою, до заземлених конструкцій або постійних внутрішніх огорожень висотою не менше 2 м	200	200	200	300	400	900	1300	1800
те ж, висотою до 1,6 м і до габаритів обладнання, що транспортується	950	950	950	1050	1150	1650	2050	2550
від неогороджених струмовідних частин до землі або до покрівлі будівель при найбільшому провисанні дротів	2900	2900	2900	3000	3100	3600	4000	4500
від струмовідних частин до верхньої кромки зовнішнього паркану та між струмовідними частинами та будівлями чи спорудами	2200	2200	2200	2300	2400	2900	3300	3800

Примітка. Відстань від неізольованих струмовідних частин під напругою до 1000 В до сітчастих огорож має бути не менше 100 мм і до суцільних огорож – не менше 50 мм.

Захист від дотику до струмовідних елементів комутаційних апаратів забезпечується застосуванням замість раніше поширених відкритих рубильників апаратів закритої конструкції: пакетних вимикачів та перемикачів, рубильників та перемикачів з важелевим приводом (РПО-3, РПБ-31, ППО-3), барабанних перемикачів, комплектів автоматичних вимикачів (АК-50, А-3000 та ін.).

Розташування струмовідних частин на недосяжній висоті або в недоступному місці забезпечує безпеку без огорож. Вибираючи висоту підвісу

дротів, слід враховувати можливість ненавмисного довільного дотику до частин під напругою довгими металевими предметами (інструментами, пристроями тощо). Висота підвісу струмовідних частин залежить від напруги та умов проходження лінії (табл. 1.14).

Найменша висота прокладки та відстань до електропроводки напругою до 1000 В, мм

<i>Відкрита електропроводка всередині приміщень</i>		
висота прокладання незахищених ізолюваних дротів від рівня підлоги чи майданчика обслуговування	при напрузі до 42 В і вище у приміщеннях без підвищеної безпеки	2000
	те ж, у приміщеннях з підвищеною безпекою та особливо небезпечних	2500
	при будь-яких напругах у приміщеннях, доступних тільки для спеціально навченого персоналу	не нормується
висота прокладання незахищених ізолюваних дротів у кранових прольотах від рівня майданчика візка або від настилу мосту крана		2500
висота прокладання незахищених ізолюваних дротів, кабелів, а також дротів та кабелів у трубах, коробах зі ступенем захисту не нижче <i>JP 20</i> , гнучких металевих рукавах від рівня підлоги або майданчика обслуговування		не нормується
<i>Зовнішня електропроводка</i>		
відстань від дротів, що перетинають пожежні проїзди та шляхи для перевезення вантажів, до поверхні землі (дороги)	у проїзній частині	6000
	у непроїзній частині	3500
відстань від дротів перед введенням та дротів введення в будівлю до поверхні землі		2750
відстань прокладання незахищених ізолюваних дротів, прокладених відкрито по стінах	від поверхні землі	2750
	при горизонтальному прокладанні над балконом, ганком та дахом промислової будівлі	2500
	те саме, над вікном	500
	те саме, під балконом, вікном (підвіконням)	1000
	при вертикальному прокладанні до вікна	750
	при вертикальному прокладанні до балкона	1000
відстань від дротів, підвішених на опорах біля будинків, до балконів та вікон		1500

Важливу роль в забезпеченні електробезпеки працюючих грає винесення, по можливості, електрообладнання з робочої зони: розміщення в місцях, що виключають контакт, і на недосяжній висоті (в першу чергу, струмовідних частин і приводів). При цьому віддається перевага дистанційного управління технологічними процесами зі спеціально обладнаних пунктів управління.

Для виключення можливого контакту або небезпечного наближення до неізолюваних струмовідних частин передбачають стаціонарні огороження: суцільні та сітчасті. Суцільні огороження застосовуються в електроустановках до 1000 В у вигляді кришок, кожухів і т.д. Сітчасті огороження мають двері, які закривають на замок. Часто застосовують при веденні профілактичних робіт переносні огороження: щити, ізолюючі ковпаки, ізолюючі накладки. Вони також обладнуються дверима або кришками, що закриваються на замок або забезпечені захисним блокуванням. Під блокуванням розуміють автоматичний пристрій, за допомогою якого відбувається запобігання потрапляння людей під напругу в результаті помилкових дій.

Найменша висота розташування та відстань струмоводів, мм

Струмоводи напругою до 1000 В		
висота розташування струмоводів у виробничих приміщеннях над рівнем підлоги чи майданчика обслуговування	виконання JP 00	3500
	виконання JP 21 та JP 31	2500
	виконання JP 51, JP 54 та JP 65	не нормується
відстань від струмовідних частин струмоводів без оболонки (виконання JP 00)	до трубопроводів	1000
	до технологічного обладнання	1500
	до стін будівель та заземлених конструкцій	50
відстань від шинопроводів, що мають оболонки (виконання JP 21, JP 31, JP 51, JP 65), до трубопроводів та технологічного обладнання		не нормується
висота розташування негороджених струмоводів без захисних оболонки (виконання JP 00), що прокладаються по фермах, від рівня настилу мосту та візка крана		2500
Струмоводи напругою вище 1000 В і до 35 кВ		
висота установки струмоводів усередині виробничих приміщень у виконанні не нижче JP 41 від рівня підлоги чи майданчика обслуговування		2500
висота установки струмоводів будь-яких виконань усередині електроприміщень від рівня підлоги		2500

Таблиця 1.14

Висота розташування дротів повітряних ліній електропередачі з урахуванням напруги

Відстань		Найменша відстань, м, при напрузі кВ					
		до 1	від 1 до 20	35	110	150	220
по вертикалі від дротів до поверхні землі	населена місцевість (нормальний режим)	6	7	7	7	7,5	8
	те ж саме, при обриві дроту в сусідньому прольоті	-	4,5	4,5	4,5	5	5,5
	ненаселена місцевість	6	6	6	6	6,5	7
	важкодоступна місцевість	3,5	5	5	5	5,5	6
	недоступні схили гір, скелі тощо	1	3	3	3	3,5	4
по вертикалі від дротів до виробничих будівель та споруд на населеній місцевості, виконаних з вогнетривких матеріалів, при найбільшій стрілі провисання		-	3	3	4	4	5
по горизонталі від крайніх дротів при максимальному їх відхиленні до найближчих виступаючих частин будівель та споруд на населеній місцевості		1,5*; 1**	2	4	4	5	6
те саме, при відхиленому положенні дротів на ненаселеній місцевості (охоронна зона)		-	10	15	20	25	25

* до балконів, терас, вікон; ** до глухих стін.

Примітка. 1. Населеною місцевістю називаються землі міст у межах міської межі в межах їх перспективного розвитку на 10 років, приміські та зелені зони, курорти, землі селищ міського типу в межах селищної межі та сільських населених пунктів у межах цих пунктів. 2. Ненаселеною місцевістю називаються землі єдиного державного земельного фонду, крім населеної і труднодоступної місцевості. До ненаселеної місцевості ПУЕ відносять незабудовані місцевості, хоча й часто відвідувані людьми, доступні для транспорту та сільськогосподарських машин, сільськогосподарські угіддя, городи, сади, місцевості з окремими будівлями, що рідко розташовані, і тимчасовими спорудами. 3. Важкодоступною називається місцевість, недоступна транспорту та сільськогосподарським машинам.

1.5.5. Застосування блокувань безпеки

Блокування безпеки застосовуються в електроустановках, експлуатація яких пов'язана з періодичним доступом до огорожених струмовідних частин (випробувальні і дослідні стенди, установки для випробування ізоляції підвищеною напругою), в комутаційних апаратах, помилки в оперативних переключеннях яких можуть призвести до аварії і нещасних випадків, в рубильниках, пусковій апаратурі, автоматичних вимикачах, які працюють в умовах підвищеної небезпеки (електроустановки на плавзасобах, в гірничодобувній промисловості) тощо.

Призначення блокувань безпеки: унеможливити доступ до неізольованих струмовідних частин без попереднього зняття з них напруги, попередити помилкові оперативні та керуючі дії персоналу при експлуатації електроустановок, не допустити, порушення рівня електробезпеки та вибухозахисту електрообладнання.

Основними видами блокувань безпеки є механічні, електричні, електромагнітні і електромеханічні.

Механічні блокування безпеки виконуються, переважно, у вигляді механічних конструкцій (стопори, замки, пружинно-стрижньові і гвинтові конструкції тощо, які не дозволяють знімати захисні огороження електроустановок.

Механічне блокування безпосередньої дії має багато різновидів. Це блокування застосовується, в більшості випадків, у ЗРП з однією системою шин. Досвід експлуатації цього блокування показує, що при добре продуманій конструкції і ретельному її виконанні, блокування діє завжди успішно.

Недолік цього блокування – обмежена галузь застосування, а також необхідність зміни в кожному окремому випадку конструкції блокування в залежності від компоновки обладнання в РУ.

Механічне блокування легко здійснюється завдяки вдалому взаєморозташуванню приводів, що дозволяє за допомогою прикріпленої до рукоятки приводу вимикача планки заблокувати привід роз'єднувача.

Суть блокування полягає у тому, що при вимкненому вимикачі рукоятка його приводу з планкою знаходиться у верхньому положенні і перешкоджає повороту рукоятки приводу роз'єднувача як при увімкненому, так і при вимкненому його положенні.

При відключенні вимикача рукоятка приводу роз'єднувача опускається донизу, після чого рукоятка приводу роз'єднувача звільняється і, таким чином, дозволяється операція з роз'єднувачем.

Механічне блокування застосовується в електричних апаратах (рубильники, пускачі, автоматичні вимикачі), а також в комплектних розподільних пристроях. Блокування виконується за допомогою замків, що самі замикаються, стопорів, клямок та інших механічних пристроїв, які стопорять поворотну частину механізму у вимкненому стані.

У штепсельній надплінтусній розетці з блокуванням (типу НШНБ) при вийманні вилки контактні гнізда автоматично закриваються поворотною

кришкою. Лінійні роз'єднувачі та заземлювальні ножі мають механічне блокування, яке перешкоджає підключенню заземлювальних ножів до ввімкнених частин та подачі напруги на заземлену ділянку лінії. Виконуються ці блокування за допомогою диска з прорізом на сектора (рис. 1.18, а) або за допомогою двох дисків із фігурними вирізами (рис. 1.18, б). Працює пристрій таким чином. При нормальній роботі електроустановки лінійний роз'єднувач ввімкнений, а заземлювальний ніж не можна увімкнути (схема 1 рис. 1.18, а і б), тобто не можна заземлити ділянку лінії, що знаходиться під напругою. Заземлювальний ніж можна увімкнути тільки при вимкненому лінійному

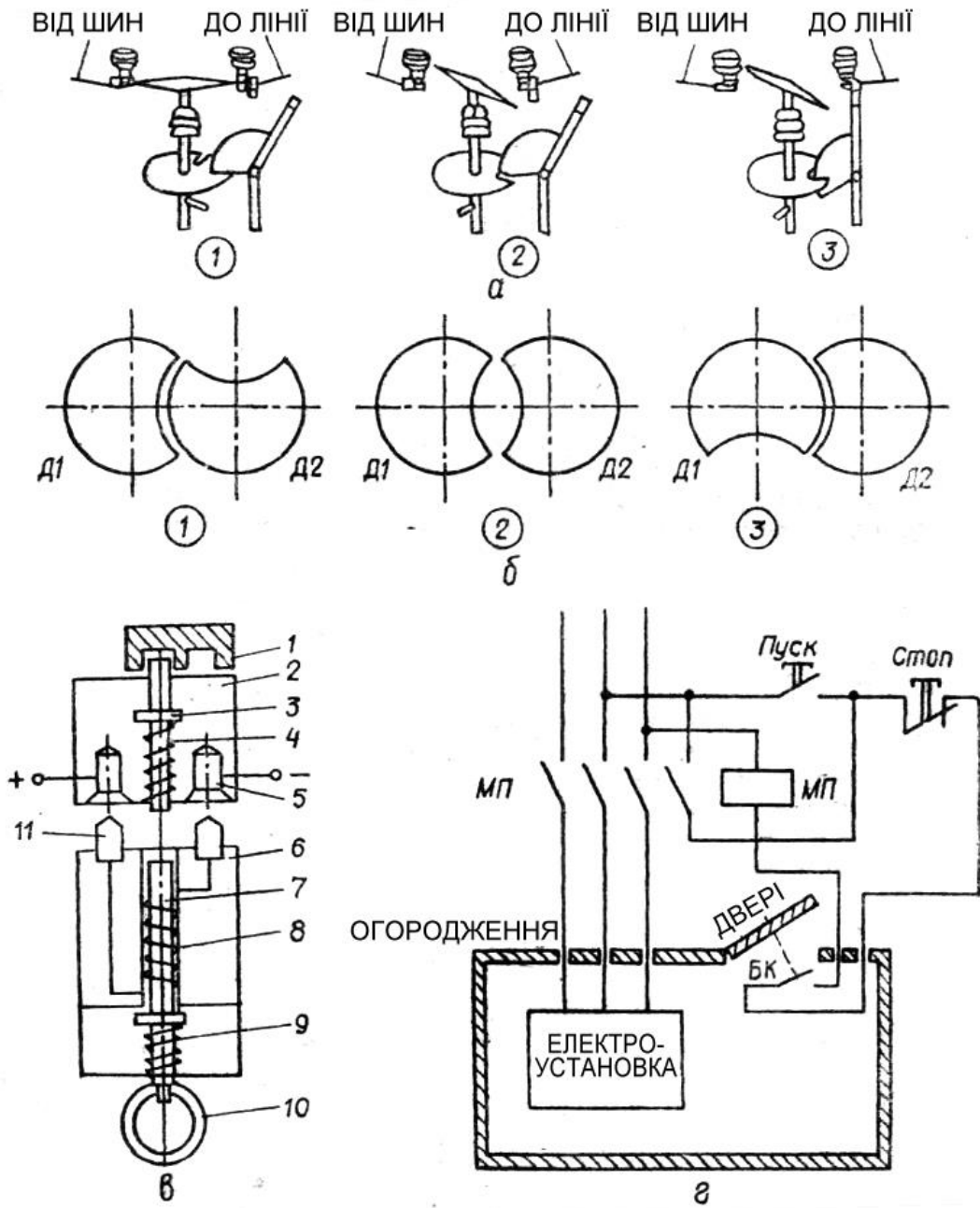


Рис. 1.18. Схема блокування:

а – механічна лінійного роз'єднувача та заземлюючого ножа за допомогою диска з прорізом на сектора; б – механічна лінійного роз'єднувача та заземлюючого ножа за допомогою двох дисків з фігурними вирізами (Д1, Д2 – диски, пов'язані відповідно із заземлюючими ножами та лінійним роз'єднувачем); в – електромагнітна; г – електрична

роз'єднувачі (схема 2 рис. 1.18 а і б), і при вимкненій ділянці лінії. При увімкненому заземлюючому ножі не можна увімкнути лінійний роз'єднувач (схема 3 рис. 1.18 а і б), тобто не можна увімкнути напругу на заземлену ділянку лінії.

В електроустановках (на приводах роз'єднувачів і вимикачів, на дверях сітчастих огорожень та ін.) широко застосовують механічні блокувальні замки із запірним стрижнем для стопорення елемента, що блокується. В електроустановках з одиночною системою шин застосовують одноключові замки З1, а з подвійною або одиночною секційною системою – двоключові поворотні замки типу З2-П, а також механічні замки системи МБГ. Операції з кожним елементом, що блокується, можливі тільки після відкриття замка ключем, тобто ключ має бути вставлений у замок. Ключ можна вийняти лише при закритому замку. Замки апаратів одного приєднання до шин мають однаковий секрет (певний порядок розташування виступів на поворотному диску). На всі замки одного приєднання є лише один ключ. Замок на приводі вимикача закриває його у разі вимкненого положення. Для увімкнення вимикача замок відкривається, і ключ не можна вийняти до наступного вимикача. Замки на приводах роз'єднувачів закриваються в обох положеннях. Зміна положення роз'єднувача досягається з використанням ключа, а через те, що при увімкненому вимикачі єдиний ключ знаходиться в замку приводу вимикача, увімкнення роз'єднувача під навантаженням неможливо.

Електричні блокування забезпечують розрив мережі живлення спеціальними контактами, змонтованими на дверях огороження, розподільчих щитів і шаф, кришках і дверцях кожухів електрообладнання та в технологічних електроустановках. При дистанційному управлінні електроустановкою ці контакти доцільно включати в мережу управління пускового апарату послідовно з органами пуску. В такому разі подача напруги на установку органами пуску буде неможливою до замикання контактів електричних блоків.

До одного з варіантів електричних блокувань можна віднести дрібно блочне виконання електричних апаратів, щитів і пультів управління з застосуванням закритих штепсельних роз'ємів. При видаленні такого блоку з загального корпусу пульта (стійки) штепсельні роз'єми розмикаються і напруга з блоку знімається автоматично (застосовується в мережах напругою до 1000 В – розмикання електричних контактів).

Електричне блокування використовують у будь-яких розподільних пристроях у тих випадках, якщо вимикачі і роз'єднувачі мають автоматичні приводи. Крім того, його часто використовують у випробувальному апараті і випробувальних лабораторіях.

Принцип дії цього блокування міститься в тому, що до ланцюга управління комутаційного апарату вмикаються нормально замкнуті блок-контакти вимикача, які при його замиканні розмикають ланцюг управління комутаційного апарату.

Однак це блокування може бути недостатнім при переході на ручне

управління роз'єднувачем. У цьому випадку треба установити додатково механічне або електромагнітне блокування.

З приводу того, що управління роз'єднувачами в більшості випадків здійснюється ручними приводами, застосування цього блокування обмежено.

Електричне блокування застосовується в технологічних електроустановках напругою до 1000 В та випробувальних стендах при будь-яких напругах. За допомогою блокувальних контактів електричне блокування здійснює вимкнення напруги при відкритті дверей огорожень і дверцят кожухів або під час зняття кришок. Блокувальні контакти можна включати безпосередньо в силовий ланцюг або ланцюг управління пускового апарату (магнітного пускача або контактора), якщо керування електроустановкою дистанційне. Друга схема краща.

Блокувальні контакти БК, що зблоковані з дверима, при відчиненні дверей розмикають ланцюг живлення котушки магнітного пускача МП, і напруга від електроустановки вимикається (рис. 1.18, г). Електроустановка не може бути увімкнена при повторному зачиненні дверей (у разі помилкового закриття після проникнення за огороження попередньо вимкненої електроустановки), тому що для увімкнення необхідно ще натиснути кнопку «Пуск». При обриві ланцюга керування напруга може бути подана на електроустановку. Таким чином, ця схема електричного блокування забезпечує повний рівень безпеки.

Якщо БК увімкнені в силовий ланцюг, то при відкритих дверях електроустановка знеструмлена, а при закритих – під напругою. За такої схеми при випадковому зачиненні дверей електроустановка знову опиниться під напругою, тобто ця схема не може повністю забезпечити безпеку і її застосування небажане.

Якщо БК увімкнені в ланцюг живлення котушки автоматичного вимикача, то при відкритті дверей вони повинні замикати цей ланцюг, тобто подавати напругу на вимикаючу котушку. Обрив ланцюга живлення вимикаючої котушки повністю виводить схему блокування з ладу: при відкритті дверей напруга на котушку живлення не подається і напруга з електроустановки не вимикається. Це є недоліком такої схеми електричного блокування.

Електричне блокування повинно забезпечувати вимкнення напруги при такому відкритті дверей, дверцят або зняття кришки, щоб людина не могла проникнути за огороження до електроустановки під напругою сама або за допомогою інструмента.

Електромагнітні блокування безпеки вимикачів, роз'єднувачів, заземляючих ножів використовуються на відкритих і закритих розподільчих пристроях з метою забезпечення необхідної послідовності вмикання і вимикання обладнання. Вони виконуються, переважно, у вигляді стрижньових електромагнітів. Стрижень електромагніту при знеструмленні його обмотки під дією пружини заходить в гніздо корпусу органа управління електроустановки, що не дозволяє маніпулювати цим органом. При подачі напруги на обмотку

електромагніта сердечник останнього втягується в котушку електромагніта, що забезпечує розблокування органа управління електроустановкою і можливість необхідних маніпулювань цим органом.

Електромагнітне блокування базується на такому принципі. На кожному приводі або дверях сітчатого огороження роз'єднувачів встановлюють блок-замок, який має запорний стрижень для замикання блокуючого елемента, і контакти, на які подають напругу при необхідності операції з роз'єднувачем. Контакти можуть бути вбудовані у замок або виконані у вигляді штепсельної розетки.

Схему дозволу набирають блок-контактами вимикачів і роз'єднувачів в залежності від схеми первинної комутації. На всі РУ є один переносний магнітний ключ, який служить для відмикання замків і приводів.

Позитивними властивостями блокування є:

- можливість застосування для будь-якої схеми комутації РУ і за будь-якої їх конструкції;
- простота операцій при мінімальних витратах часу.

До недоліків блокування відносять наявність у схемі блок-контактів, які при несправному стані можуть викликати відмову у блокуванні.

Електромагнітне блокування (ЕМБ) вимикачів, роз'єднувачів та заземлювальних ножів широко застосовується на ВРП та ЗРП при різних схемах з'єднання обладнання та забезпечує певну послідовність увімкнення та вимкнення. ЕМБ дозволяє виключити можливість виникнення небезпечних ситуацій: увімкнення або вимкнення роз'єднувача під навантаженням, увімкнення заземлювальних ножів на ділянку лінії. Здійснюється ЕМБ за допомогою однакових за конструкцією електромагнітних замків ЕМБЗ та одного електромагнітного ключа (рис. 1.18, в).

Електромагнітний замок 2 закріплюється на 1 приводі електричного апарату. Основним конструктивним елементом замку є запірний стрижень 3 з пружиною 4. За допомогою запірного стрижня привід апарата замикається в одному з положень (стрижень знаходиться в одному з приводів). Основним елементом ключа 6 є електромагніт (стрижень 7 з обмоткою 8) з пружиною 9. Для відкривання замка вилку ключа 11 вставляють в розетку 5 відповідного замка. Напруга до гнізд подається автоматично блок-контактами, положення яких визначається положенням приводу вимикача або роз'єднувача: до розетки замків роз'єднувачів напруга подається тільки при вимкненому вимикачі, а до розетки замків сітчастих огорожень – при вимкнених роз'єднувачах.

За наявності напруги у розетці стрижень 7 ключа притягує запірний стрижень 3 замка. За кільце 10, з'єднаний зі стрижнем ключа, стрижень замку витягується з отвору приводу, і замок відмикається.

Електромеханічне блокування базується на принципі механічного замкового блокування. Однак ця система має суттєву різницю від звичайних механічних блокувань, яка складається у тому, що блокувальні замки вимикачів мають електричний зв'язок з ланцюгами управління вимикачів.

Необхідної послідовності дій за операціями з роз'єднувачами досягають

таким же чином, як і в механічному блокуванні, обміном ключів у замках.

Блокування має такі особливості:

- може бути застосованим як у ВРП, так і у ЗРП;
- не вимагає прокладання контрольних кабелів;
- електромеханічний замок встановлюють на щиті управління, а не на приводі вимикача.

В електронних пристроях, пристроях обчислювальної техніки та автоматики застосовується блокове виконання. Окремі блоки, встановлені у загальному корпусі, з'єднуються з блоком живлення та один з одним за допомогою жорстких штепсельних роз'ємів. При вийманні окремого блоку з корпусу штепсельний роз'єм розмикається і напруга блоку вимикається автоматично.

У комутаційних електричних апаратах на напругу понад 1000 В повинні передбачатися такі блокування:

- у ручних та пружинних приводах вимикачів – встановлення механічних блокувань для блокування з приводами роз'єднувачів;
- у приводах для вимикачів на напругу до 35 кВ включно (крім пружинних приводів із заводом пружини на одну операцію увімкнення) - блокування проти повторення операції увімкнення та вимикання вимикача, коли команда на увімкнення продовжує залишатися поданою після автоматичного вимкнення вимикача;
- головні та заземлювальні ножі роз'єднувачів повинні бути заблоковані так, щоб при увімкненні головного ланцюга було неможливо увімкнення ланцюга заземлення, і навпаки, при увімкненому ланцюгу заземлення не допускалося увімкнення головного ланцюга.

Шафи комплектних розподільних пристроїв (КРП) на напругу 3-10 кВ повинні мати блокування, яке не допускає:

- увімкнення або вимкнення роз'єднувачів при увімкненому вимикачі первинного ланцюга;
- увімкнення роз'єднувачів при увімкнених ножах заземлення або увімкнення ножів заземлення при увімкнених роз'єднувачах;
- переміщення висувного елемента з робочого положення в контрольне (роз'єднане), а також контрольного в робоче при увімкненому положенні встановленого на висувному елементі комутаційного апарату;
- увімкнення комутаційного апарату, встановленого на висувному елементі, при положенні висувного елемента у проміжку між робочим та контрольним положеннями;
- переміщення висувного елемента з контрольного (роз'єданого) у робоче положення при увімкнених ножах заземлюючого роз'єднувача;
- вкочування та викочування висувного елемента з роз'єднувачами або роз'єднувальними контактами під навантаженням (для шаф без вимикачів);
- увімкнення заземлювального роз'єднувача в шафі секціонування з роз'єднувачем або контактами, що роз'єднують при робочому положенні висувного елемента секційного вимикача;
- відкриття дверей при включених роз'єднувачах.

У шафах комплектних трансформаторних підстанцій (КТП) напругою понад 1000 В повинні передбачатися блокування, які не дозволяють:

- вимикати роз'єднувачі або вимикачі, які не розраховані на вимкнення струмів навантаження, при навантаженні, підключеному до трансформатора;
- увімкати вимикач навантаження або роз'єднувач при увімкненому заземлюючому роз'єднувачі, і навпаки;
- подавати напругу від шаф напругою до 1000 В через трансформатор на увімкнений ніж роз'єднувача (блокування між вступним автоматичним вимикачем напругою до 1000 В і заземлюючим ножем роз'єднувача);
- доступ у відсік, в якому розташовані апарати напругою понад 1000 В, при увімкненому вимикачі навантаження або роз'єднувачі та увімкненні їх при відкритих дверях відсіку.

У шафах КТП напругою до 1000 В повинні передбачатися блокування, які не дозволяють:

- відкриття дверей відсіків комутаційних апаратів при увімкнених апаратах;
- вкочування та викочування увімкненого комутаційного автомата для шаф з апаратами, що викочуються.

1.5.6. Мережі, ізолювані від землі

У мережах, ізолюваних від землі, зі значною ємністю провідників (кабельні лінії електропередачі, протяжні розгалужені високовольтні мережі) струм однофазних замикань на землю, як і струм, що проходить через тіло людини при однофазному дотику до струмовідних частин, в основному визначається ємнісним опором ізоляції провідників. Для зменшення цього струму застосовують компенсацію ємнісної складової струму замикання на землю. Для цього між нейтраллю мережі і землею вмикають компенсаційні котушки (реактори), індуктивність яких може змінюватись (рис. 1.19). За умови, що індуктивний опір мережі відносно землі дорівнює ємнісному, ємнісний струм компенсується індуктивним і в мережі виникає резонанс струмів. У такому випадку струм однофазних замикань на землю, а також струм, що проходить через тіло людини при однофазному дотику до струмовідних частин, в основному залежить від активної складової опору ізоляції і є суттєво меншим у порівнянні з некомпенсованою мережею.

Виконання електричних мереж, ізолюваними від землі. Визначено, що в мережах, ізолюваних від землі, при однофазному увімкненні людини під напругу і відсутності пошкодження ізоляції інших фаз, величина струму, що проходить через людину, визначається опором ізоляції фаз відносно землі, який, щонайменше, становить 10^5 Ом. Таким чином, виконання мереж, ізолюваними від землі, обмежує величину струму, що проходить через людину, за рахунок опору ізоляції фаз відносно землі за умови забезпечення необхідного стану ізоляції. При наявності фаз з пошкодженою ізоляцією і дотику людини до фазного дроту з непошкодженою ізоляцією величина струму, що проходить через людину, значно зростає. Тому застосування мереж, ізолюваних від землі, вимагає обов'язкового контролю опору ізоляції.

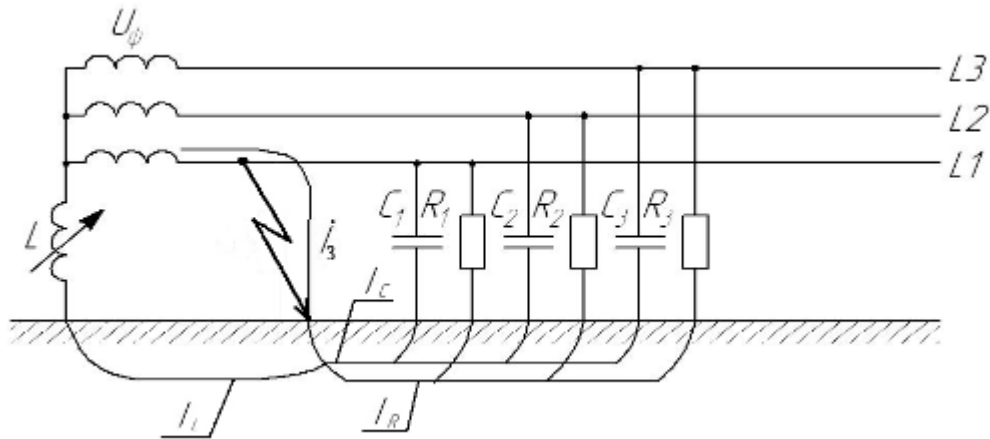


Рис. 1.19. Схема компенсації ємнісної складової струму замикання на землю

В особливо небезпечних умовах щодо електротравм такий контроль повинен бути постійним з автоматичним відключенням електроустановок з пошкодженою ізоляцією. Відповідно до чинних нормативів у гірничо-добувній промисловості і на торфорозробках виконання електромереж, ізольованими від землі, є обов'язковим. На промислових підприємствах, підприємствах невиробничої сфери, у сільськогосподарському виробництві, побуті тощо застосовуються, зазвичай, мережі з глухозаземленою нейтраллю.

1.5.7. Захисне розділення електричних мереж

Загальний опір ізоляції дротів електричної мережі відносно землі і ємнісна складова струму замикання на землю залежать від протяжності мережі і її розгалуженості. Зі збільшенням протяжності і розгалуженості мережі r_{i3} зменшується (паралельна робота ізоляторів, накопичення дефектів тощо) і збільшується ємність. Розділення такої протяжної мережі на окремі, електрично незв'язані між собою, частини за допомогою трансформаторів з коефіцієнтом трансформації, рівним одиниці, сприяє підвищенню опору ізоляції і зменшенню ємності і, як результат, приводить до підвищення рівня безпеки.

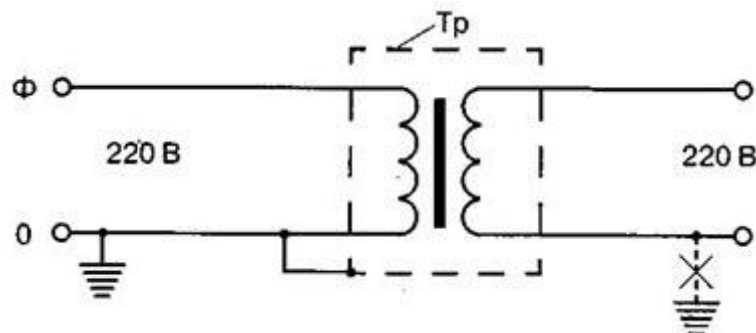


Рис. 1.20. Схема розділяючого трансформатора

Захисне розділення електричних мереж може реалізовуватись як у межах електричних систем так і в межах окремих підприємств. Зокрема, воно може реалізовуватися при переході від мережі з глухозаземленою нейтраллю до

мережі, ізолюваної від землі. Прикладом реалізації варіанту переходу від мережі з глухозаземленою нейтраллю до мережі, ізолюваної від землі, є застосування розділяючих трансформаторів.

Принципова схема розділяючого трансформатора як засобу захисту в установках напругою до 1000 В при виконанні робіт в особливо небезпечних умовах щодо електротравм приведена на рис. 1.20.

Електричний розділ мереж передбачає поділ електромережі на окремі, електрично нез'єдані між собою, ділянки за допомогою роздільних трансформаторів РТ з коефіцієнтом трансформації 1:1 (рис. 1.21). Якщо єдину, сильно розгалужену мережу з великою ємністю та малим опором ізоляції, поділити на низку невеликих мереж такої ж напруги, які мають незначну ємність та високий опір ізоляції, то при цьому різко зменшується небезпека ураження людини струмом.

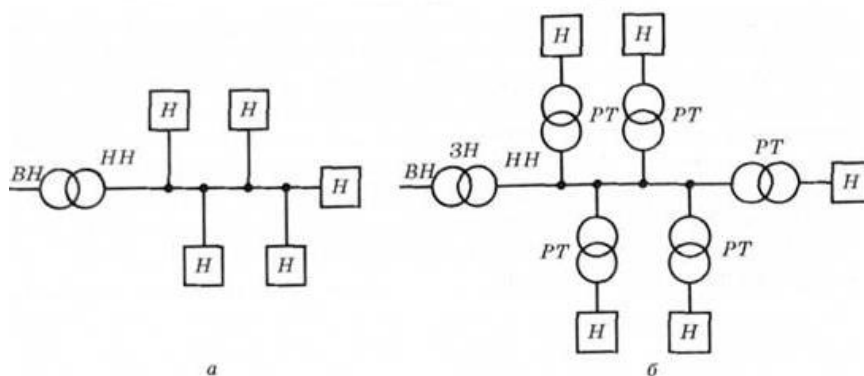


Рис. 1.21. Схема електричної мережі до (а) та після (б) поділу: Н – навантаження; РТ – роздільний трансформатор; ВН – мережа високої напруги; НН – мережа низької напруги

З метою збільшення опору ізоляції дротів електричної мережі відносно землі і зменшення ємнісної складової струму виконують захисне розділення електричних мереж.

Розділення протяжних мереж на окремі, електрично незв'язані між собою частини, здійснюють за допомогою трансформаторів з коефіцієнтом трансформації, що дорівнює одиниці. Такі заходи можуть здійснюватись як у мережах, ізолюваних від землі, так і при переході від мережі з глухозаземленою нейтраллю до мережі, ізолюваної від землі.

При реалізації захисного розділення електричних мереж розділяючий трансформатор як засіб захисту повинен мати високу надійність конструкції і якісну ізоляцію. Корпус трансформатора заземлюється чи занулюється залежно від режиму нейтралі мережі живлення трансформатора, а заземлення вторинної обмотки трансформатора не допускається.

При реалізації схеми розділяючого трансформатора як засобу захисту необхідно дотримуватися наступних вимог безпеки:

- підвищена надійність конструкції та ізоляції;
- від трансформатора дозволяється живлення тільки одного споживача електроенергії з номінальним струмом плавкої вставки не більше 15 А;
- заземлення вторинної обмотки трансформатора не допускається;

- корпус трансформатора заземлюється чи занулюється залежно від режиму нейтралі мережі живлення трансформатора;
- напруга на низькій стороні трансформаторів обмежується величиною 380 В.

1.5.8. Мала напруга

Мала напруга застосовується для зменшення небезпеки ураження електричним струмом. До малих напруг належать номінальні напруги, що не перевищують 42 В. При таких напругах струм, що може пройти через тіло людини, є дуже малим і вважається відносно безпечним. Однак гарантувати абсолютної безпеки неможливо, тому поряд з малою напругою використовують й інші способи та засоби захисту.

Малі напруги застосовують у приміщеннях з підвищеною небезпекою (напруга до 36 В включно) та в особливо небезпечних приміщеннях (напруга до 12 В включно) для живлення ручних електрифікованих інструментів, переносних світильників, для місцевого освітлення на виробничому устаткуванні.

Джерелами такої напруги можуть слугувати батареї гальванічних елементів, акумулятори, трансформатори і т.п.

Застосування малих напруг суттєво зменшує небезпеку ураження електричним струмом, однак при цьому зростає значення робочого струму, а відтак і площа поперечного перерізу, що в свою чергу збільшує витрати кольорових металів. Крім того, при малих напругах істотно зростають втрати електроенергії в мережі, що обмежує їх протяжність. В силу вищезазначених обставин малі напруги мають обмежене використання.

Чинні нормативні документи виділяють два діапазони малих напруг змінного струму: 12 В и 42 В.

1) Напруга до 42 В змінного і до 110 В постійного струму застосовується в приміщеннях з підвищеною небезпекою електротравм, особливо небезпечних і поза приміщеннями для живлення ручного електрифікованого інструменту, ручних переносних ламп, світильників місцевого освітлення з лампами розжарювання, в яких конструктивно не виключена можливість контакту сторонніх осіб зі струмовідними частинами, світильників загального освітлення з лампами розжарювання при висоті підвісу світильників меншій 2,5 м.

2) Напруга до 12 В змінного струму повинна застосовуватися для живлення від мережі переносних світильників в особливо небезпечних умовах щодо електротравм: металеві, бетонні, залізобетонні та інші ємності, кабельні та інші енергетичні підземні комунікації, оглядові ями, вентиляційні камери, тепlopункти тощо. Для живлення таких світильників перевагу слід віддавати стаціонарним електричним мережам напругою 12 В. Розетки для підключення світильників в таких мережах конструктивно мають відрізнятися від розеток на більші діапазони напруги. За недоцільності виконання стаціонарних мереж напругою 12 В допускається застосування знижуючих трансформаторів. Принципова схема такого типу трансформаторів наведена на рис. 1.22.

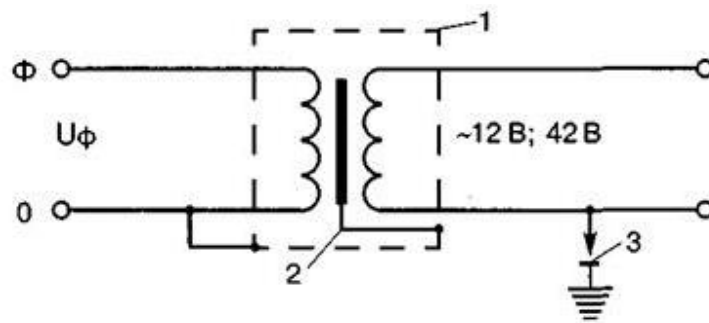


Рис.1.22. Схема знижуючого трансформатора: 1 – корпус трансформатора; 2 – занулений екран; 3 – пробивний запобіжник (заземлення обмотки малої напруги)

В електроустановках до 1000 В у місцях, де як захисний захід застосовуються розділяючі або знижуючі трансформатори, вторинна напруга трансформаторів має бути: для розділових трансформаторів – не більше 380 В, для знижуючих трансформаторів – не більше 42 В.

При застосуванні знижуючих трансформаторів необхідно виконувати наступні вимоги:

- по-перше, розділяючі трансформатори повинні задовольняти спеціальним технічним умовам щодо підвищеної надійності конструкції та підвищеної випробувальної напруги;
- по-друге, від розділяючого трансформатора дозволяється живлення лише одного електроприймача з номінальним струмом плавкої вставки або розчіплювача автоматичного вимикача на первинній стороні не більше 15 А;
- по-третє, заземлення вторинної обмотки розділяючого трансформатора не допускається. Корпус трансформатора залежно від режиму нейтралі мережі, що живить первинну обмотку, повинен бути заземлений або занулений. Заземлення корпусу електроприймача, приєднаного до такого трансформатора, не потрібне;
- по-четверте, знижуючі трансформатори з вторинною напругою 42 В і нижче можуть бути використані в якості розділяючих, якщо вони задовольняють вимогам, наведеним у пунктах 1 та 2. Якщо знижуючі трансформатори не є розділяючими, то залежно від режиму нейтралі мережі, що живить первинну обмотку, слід заземлювати або занулювати корпус трансформатора, а також одне із виведень (одну з фаз) або нейтраль (середню точку) вторинної обмотки.

З метою забезпечення надійного захисту, знижуючі трансформатори, як засоби захисту, повинні мати електрично незв'язані обмотки високої і низької сторони (типу автотрансформаторів з однією обмоткою), розділені екраном. Для захисту від переходу високої напруги на низьку сторону один із виведень вторинної обмотки заземлюється через пробивний запобіжник.

Для приєднання споживачів малої напруги використовують спеціальні розетки, які конструктивно відрізняються від розеток на більші діапазони напруги.

Забороняється використовувати як джерело малої напруги автотрансформатори, а також резистори та ємності, які обмежують величину струму в колі живлення споживачів малої напруги.

1.5.9. Компенсація ємнісної складової струму замикання на землю

Як відзначалося, струм однофазних замикань на землю, як і струм, що проходить через людину, при однофазному дотику до струмовідних частин, оцінюється активною і ємнісною складовими. Так, ємність кожного дроту повітряної мережі 6...35 кВ складає приблизно 5000...6000 пФ/км, а ємнісний струм на 1 кВ лінійної напруги і на 1 км довжини мережі – 2,7...3,3 мА для мереж на дерев'яних опорах. В мережах на металевих опорах цей струм на 10...15 відсотків більше. В протяжних розгалужених мережах ємнісна складова струму, що проходить через людину, може перевищувати активну і бути визначальною у тяжкості ураження людини електричним струмом. Крім того, значні ємності мереж напругою більше 1000 В негативно впливають на ізоляцію мережі, викликають перенапругу в ізоляції, що може приводити до її перекриванню.

Для зменшення ємнісної складової струму замикання на землю застосовують компенсаційні котушки (реактори), які вмикаються між нейтраллю мережі і землею (рис. 1.23).

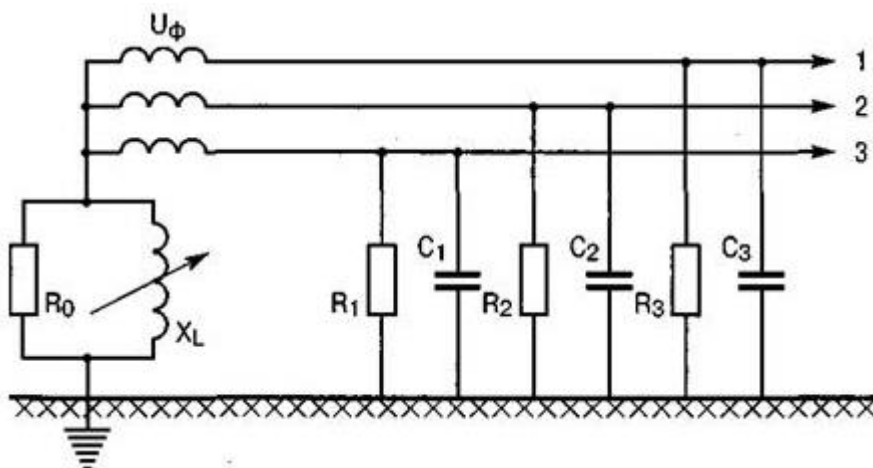


Рис. 1.23. Компенсація ємнісної складової струму замикання на землю

Активний опір реактора r_0 близький до r_{iz} фазних дротів відносно землі. У той же час, при певних співвідношеннях індуктивності реактора і ємності мережі її ємнісний струм може бути компенсованим індуктивним струмом при резонансі струмів у мережі. В конструкціях реакторів окремих типів можливе автоматичне налагодження їх індуктивності на ємність мережі для забезпечення резонансу струмів.

1.5.10. Вирівнювання потенціалів

Застосовується з метою зниження можливих напруг дотику (U_{dot} , В) і кроку (U_k , В) при експлуатації електроустановок або потрапляння людини під ці напруги за інших обставин. Вирівнювання потенціалів досягається за рахунок навмисного підвищення потенціалу опорної поверхні, на якій може стояти людина, до рівня потенціалу струмовідних частин, яких вона може

торкатися (зменшення U_{dom}), або за рахунок зменшення перепаду потенціалів на поверхні землі чи підлозі приміщень в зоні можливого розтікання струму (зменшення U_k).

Прикладом вирівнювання потенціалів з метою зниження U_{dom} може бути тимчасове електричне з'єднання ізольованої від землі люльки телескопічної пересувної автовежі з фазним дротом повітряної ЛЕП при пофазному виконанні профілактичних робіт без зняття напруги. За таких умов потенціали поверхні, на якій стоїть людина, і струмовідних частин будуть рівні $U_{dom} = 0$.

Іншим варіантом вирівнювання потенціалів є спорудження в ґрунті по всій території відкритих електропідстанцій чи відкритих розподільчих пристроїв (ВРП) заземлюючого пристрою з певним розміщенням вертикальних заземлювачів, з'єднаних металевими смугами, подібно рис. 1.24. При замиканні на корпус будь-якого з апаратів, розміщених на підстанції, його потенціал відносно землі передається на неструмовідні частини інших апаратів, оскільки останні приєднані до одного заземлювача. Це створює небезпеку обслуговуючому персоналу.

Вирівнювання потенціалів є способом зниження напруг дотику та кроку між точками електричного кола, до яких можливий одночасний дотик людини, або на яких вона може одночасно стояти. Вирівнювання потенціалів досягається шляхом штучного підвищення потенціалу опорної поверхні ніг до рівня потенціалу струмовідної частини, а також при контурному заземленні. Вертикальні заземлювачі в контурному заземленні (рис. 1.24) розміщуються як по контуру, так і в середині захищеної зони і з'єднуються сталевими полосами. При замиканні струмовідних частин на корпус, що приєднаний до такого контурного заземлення ділянки землі всередині контура набувають високих потенціалів, які наближаються до потенціалу заземлювачів. Завдяки цьому максимальні напруги дотику U_{dom} та кроку U_k знижуються до допустимих значень.

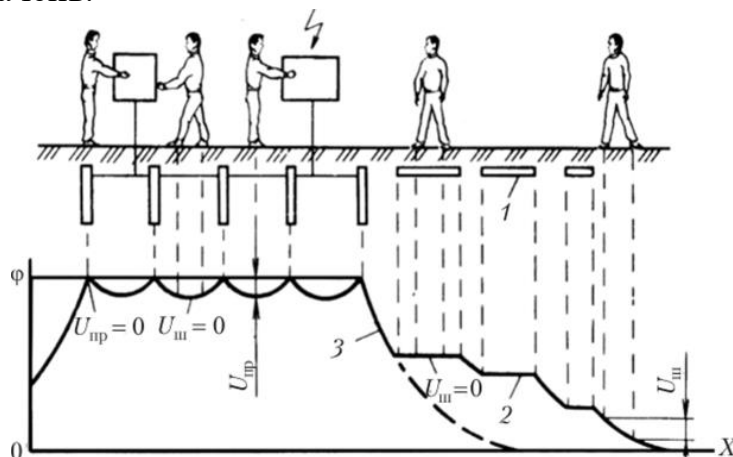


Рис. 1.24. Вирівнювання потенціалів при контурному заземленні

Наприклад, при виконанні робіт без зняття напруги на високовольтних повітряних лініях електропередач, з метою зниження U_{dom} виконують тимчасове електричне з'єднання ізольованої від землі люльки телескопічної вежі з фазним дротом. За таких умов потенціали поверхні, на якій стоїть людина, і струмовідних частин будуть однаковими $U_{dom} = 0$.

1.5.11. Засоби орієнтації в електроустановках

Засоби орієнтації в електроустановках дають можливість персоналу чітко орієнтуватися при монтажі, виконанні ремонтних робіт і запобігають помилковим діям. До засобів орієнтації в електроустановках відносяться маркування частин електрообладнання, дротів і струмоводів (шин), бирки на дротах, забарвлення неізолюваних струмовідних частин, ізоляції, внутрішніх поверхонь електричних шаф і щитів керування, попереджувальні сигнали, написи, таблички, комутаційні схеми, знаки високої електричної напруги, знаки попереджувальні тощо.

Попереджувальні сигнали використовують з метою забезпечення надійної інформації про перебування електрообладнання під напругою, про стан ізоляції та пристроїв захисту, про небезпечні відхилення режимів роботи від номінальних тощо. Світловою сигналізацією обладнуються в електроустановках напругою понад 1000 В комірки роз'єднувачів, масляних вимикачів, трансформаторів. У ввідних шафах комплектних трансформаторних підстанцій незалежно від величини напруги передбачається попереджувальна сигналізація станів «Увімкнено» і «Вимкнено».

Сигналізація, звукова та світлова, застосовується в більшості випадків одночасно і є найбільш розповсюдженим і доступним засобом, який дозволяє електротехнічному персоналу орієнтуватися в складній експлуатаційній обстановці. Сигналізація є ефективним засобом боротьби з електротравматизмом.

Електролампочки, що використовують з цією метою, своїм світлом вказують працюючому персоналу на оперативний стан установки або системи в цілому. Зелена лампочка, наприклад, сигналізує про зняття напруги з електроустановки, червона – про подачу небезпечної напруги на електроустановку.

При напрузі до 1000 В сигнальні лампочки підключаються звичайно безпосередньо до тих частин, стан яких вони вказують.

Сигнальні лампи, що вказують наявність напруги на шинах в установках напругою вище 1000 В, повинні вмикатися на запалення. Горіння ламп у цьому випадку показує стан вимкнення. Якщо псування лампи або порушення контакту в даному випадку викликають невірну сигналізацію, то це не буде служити причиною нещасного випадку. Подібну сигналізацію ставлять в елементах роз'єднувачів, масляних вимикачів, трансформаторів і т.п.

Таким чином, дзвоник, сирена або червона лампочка звичайно попереджають про виникнення небезпечної напруги на електроустановці.

Іншим видом сигналізації, яка попереджує персонал про небезпеку і яка орієнтує їх в складній експлуатаційній обстановці, є плакати та схеми, що вивішують у відповідних місцях електроустановок.

Плакат – один з найбільш ефективних і доступних засобів пропаганди правил та заходів безпеки. Мовою плаката повно і стисло виражено ідею електробезпеки.

Плакати служать наглядною ілюстрацією основних вимог правил та

заходів безпеки. Вони вказують безпечні і в той же час високопродуктивні прийоми роботи, попереджують обслуговуючий персонал про небезпечність окремих дій, роз'яснюють причини цієї небезпеки, допомагають правильно зрозуміти вимоги ПБЕ та інструкції із заходів безпеки, правильно орієнтуватися у складній експлуатаційній обстановці і не робити помилок, які можуть призвести до травматизму.

Досвід показує, що там, де поряд із забезпеченням організаційних і технічних заходів безпеки добре організовано пропаганду правил і заходів безпеки з широким використанням плакатів, немає травматизму.

Ефективне використання плакатів з безпеки праці має багато форм. Так, наприклад, плакати вивішують на відповідних робочих місцях, у службових приміщеннях, де їх добре видно. Їх можна ефективно використовувати як наглядні посібники при викладанні особистому складу і при вивченні посадових інструкцій. Плакати – незамінні експонати кабінетів та кутків безпеки праці.

Крім агітаційно-ілюстраційних плакатів усі електроустановки повинні бути укомплектовані відповідним переліком попереджувальних плакатів.




Плакати та знаки безпеки застосовують: для заборони дії з комутаційними апаратами, при помилковому увімкненні яких може бути подана напруга на місце роботи; для попередження про небезпеку наближення до струмовідних частин, що знаходяться під напругою; для вирішення певних дій лише при виконанні конкретних вимог безпеки праці та вказівки місцезнаходження різних об'єктів та пристроїв. Плакати та знаки діляться на попереджувальні, забороняючі, наказні та вказівні. Перелік, розміри, форма, місця та умови застосування плакатів та знаків безпеки наведено у табл. 1.15 (згідно НПАОП 40.1-1.07-01 (ДНАОП 1.1.10-1.07-01) Правила експлуатації електрозахисних засобів, додаток 8).



Плакати безпеки виконують з ізоляційних матеріалів, на бетонні та металеві поверхні наносять фарбою трафаретами; їх застосовують:

- для заборони дії з комутаційними апаратами, при увімкненні яких може бути подано напругу на місце робіт («Не вмикати. Працюють люди», «Не вмикати. Робота на лінії»);
- для попередження про небезпеку наближення до струмовідних частин, що знаходяться під напругою («Обережно. Електрична напруга», «Не вилазь. Уб'є!»);
- для дозволу (розпорядження) певних дій («Працювати тут», «Вилазити тут»);
- для вказівки про неприпустимість напруги на заземлену ділянку установки («Заземлено»).




Знаки безпеки призначені для попередження про небезпеку ураження електричним струмом; їх укріплюють (наносять фарбою) на зовнішній стороні вхідних дверей електроприміщень, дверей щитових, опорах ліній електропередачі тощо.

Плакати і знаки безпеки

№ п/п	Зображення та призначення	Виконання, розміри, мм	Де застосовується
1	2	3	4
<i>Заборонні плакати</i>			
1	 <p>НЕ ВМИКАТИ ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ Для заборони подавання напруги на робоче місце</p>	<p>Червоні літери на білому фоні Облямівка червона завширшки 13 і 5 мм 240x130 80x50 Плакат – переносний</p>	<p>В електроустановках всіх класів напруг. Вивіщується на дротах роз'єднувачів, відокремлювачів і вимикачів навантаження, на ключах і кнопках дистанційного керування, на комутаційній апаратурі до 1000 В (автоматах, рубильниках, вимикачах), у разі помилкового увімкнення яких може подаватись напруга на робоче місце. На приєднаннях до 1000 В, що не мають у схемі комутаційних апаратів, плакат вивіщується біля знятих запобіжників.</p>
2	 <p>НЕ ВМИКАТИ РОБОТА НА ЛІНІЇ Для заборони подавання напруги на лінію, де працюють люди</p>	<p>Білі літери на червоному тлі Облямівка біла завширшки 13 і 5 мм 240x130 80x50 Плакат – переносний</p>	<p>В електроустановках усіх класів напруги. Вивіщується на дротах, кнопках і ключах керування тих комутаційних апаратів, у разі помилкового увімкнення яких може бути подана напруга на повітряну або кабельну лінію, де виконують роботу працівники.</p>
3	 <p>НЕБЕЗПЕЧНЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ ПОЛЕ БЕЗ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ПРОХІД ЗАБОРОНЕНО Для попередження про небезпечність дії електричного поля на працівників і заборони пересування без засобів захисту</p>	<p>Червоні літери на білому тлі Облямівка червона завширшки 13 мм 240x130 Плакат – постійний</p>	<p>У ВРУ напругою 330 кВ і більше. Встановлюється на висоті 1,8 м від рівня планування на огороженнях дільниць, на яких рівень напруженості електричного поля понад 5 кВ/м: – на маршрутах обходу ВРУ; – поза маршрутами обходу ВРУ, але в місцях, де можливе перебування працівників, що виконують інші роботи (наприклад, під низько провислою ошиновкою обладнання або системи шин). Плакат необхідно кріпити на спеціально для цього призначеному стовпі заввишки від 1,5 до 2 м.</p>

1	2	3	4
4	 <p>НЕ ВІДКРИВАТИ ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ Для заборони подавання стисненого повітря, газу</p>	<p>Червоні літери на білому тлі Облямівка червона завширшки 13 мм 240x130 Плакат – переносний</p>	<p>В електроустановках електростанцій і підстанцій. Вивіщується на засувках: – повітроводів до повітрозабірників і до пневматичних приводів вимикачів та роз'єднувачів, у разі помилкового відкриття яких може подаватись стиснене повітря на працівників або може бути приведено у дію вимикач або роз'єднувач, де виконують роботу працівники; – водневих, вуглекислотних та інших трубопроводів, у разі помилкового відкриття яких може виникнути небезпека для працівників.</p>
5	 <p>РОБОТА ПІД НАПРУГОЮ ПІД ПОВТОРНО НЕ ВМИКАТИ Для заборони повторного ручного вмикання вимикачів ПЛ після автоматичного вимкнення їх без погодження з виконавцем робіт</p>	<p>Червоні літери на білому тлі Облямівка червона завширшки 5 мм 80x50 Плакат – переносний</p>	<p>Вивіщується на ключах керування вимикачів ПЛ, що ремонтуються, у разі виконання ремонтних робіт під напругою</p>

1	2	3	4
<i>Застережні знаки і плакати</i>			
6	 <p>ОБЕРЕЖНО ЕЛЕКТРИЧНА НАПРУГА Для попередження про небезпеку ураження електричним струмом</p>	<p>За ДСТУ ISO 6309:2007 (Знаки 2, 5) Тло жовте, облямівка і стріла чорні Сторона трикутника: 360) на дверях приміщень 160) 100) 80) для обладнання 50) і тари 40) 25) Знак – постійний</p>	<p>В електроустановках всіх класів напруги електростанцій і підстанцій. Кріпиться на зворотньому боці входних дверей, за винятком дверей КРУ і КТП, розміщених у цих пристроях; на зовнішніх дверях камер вимикачів і трансформаторів, огорожень струмовідних частин, розміщених у виробничих приміщеннях; на дверях щитів і збірок напругою до 1000 В. В населеній місцевості*. Кріпиться на опорах ПЛЛ понад 1000 В на висоті від 2,5 до 3 м від землі, якщо прогони менше 100 м, кріпиться через опору, якщо прогони більше 100 м і біля переходів через дороги, – на кожній опорі. Біля переходів через дороги знаки повинні бути звернені у бік дороги, в інших випадках – збоку опори позмінно з правої і з лівої сторони. Плакати кріпляться на металевих і дерев'яних опорах.</p>
6.1	 <p>ОБЕРЕЖНО ЕЛЕКТРИЧНА НАПРУГА Для попередження про небезпеку ураження електричним струмом</p>	<p>Форма та розміри ті самі, що і для знака № 6 Тло жовте, череп і облямівка чорні, стріла червона</p>	<p>Використовується замість плаката 6 біля дитячих закладів і майданчиків</p>
7	 <p>ОБЕРЕЖНО ЕЛЕКТРИЧНА НАПРУГА Для попередження про небезпеку ураження електричним струмом</p>	<p>Розміри ті самі, що і для знака №6 Облямівку і стрілу наносять трафаретом на поверхню бетону чорною фарбою, що не змивається Тлом є поверхня бетону Знак – постійний</p>	<p>На залізобетонних опорах</p>

1	2	3	4
8	 <p>СТІЙ НАПРУГА Для попередження про небезпеку ураження електричним струмом</p>	<p>Чорні літери на білому тлі Облямівка червона завширшки 21 мм Стріла червона 280×210 Плакат – переносний</p>	<p>В електроустановках всіх класів напруги електростанцій і підстанцій. В ЗРУ вивішуються на захисні тимчасові огороження струмовідних частин, що перебувають під робочою напругою (коли знято постійне огороження); на тимчасових огороженнях, що встановлюються у проходах, куди не слід заходити; на постійних огороженнях камер, суміжних з робочим місцем. У ВРУ плакат вивішується під час виконання робіт із землі, на канатах і шнурках, які обгороджують робоче місце; на конструкціях біля робочого місця на шляху до найближчих струмовідних частин, що перебувають під напругою.</p>
9	 <p>ВИПРОБУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНО ДЛЯ ЖИТТЯ Для попередження про небезпеку ураження електричним струмом під час проведення випробувань підвищеною напругою</p>	<p>Чорні літери на білому тлі Облямівка червона завширшки 21 мм Стріла червона 280×210 Плакат – переносний</p>	<p>Вивішуються написом назовні на обладнанні, на огороженнях струмовідних частин під час підготовки робочого місця для проведення випробування підвищеною напругою.</p>
10	 <p>НЕ ВИЛАЗЬ УБ'Є! Для попередження про небезпеку піднімання по конструкціях, при якому можливе наближення до струмовідних частин, що перебувають під напругою</p>	<p>Чорні літери на білому тлі Облямівка червона завширшки 21 мм Стріла червона 280×210 Плакат – переносний</p>	<p>Вивішуються в РУ на конструкціях, суміжних з тією, яка призначена для піднімання працівників на робоче місце, розташоване на висоті.</p>

1	2	3	4
<i>Настановчі плакати</i>			
11	 <p>ПРАЦЮВАТИ ТУТ Для зазначення робочого місця</p>	<p>Біле коло діаметром 168 і 68 мм на зеленому тлі Літери чорні всередині кола Облямівка біла завширшки 5 і 2 мм</p> <p>250×250 100×100</p> <p>Плакат – переносний</p>	<p>В електроустановках електростанцій і підстанцій. Вивіщується на робочому місці. У ВРУ за наявності захисних огорожень робочого місця вивіщують в місці проходу за огороження.</p>
12	 <p>ВИЛАЗИТИ ТУТ Для зазначення безпечного шляху піднімання на робоче місце, що розміщене на висоті</p>	<p>Біле коло діаметром 168 і 68 мм на зеленому тлі Літери чорні всередині кола Облямівка біла завширшки 5 і 2 мм</p> <p>250×250 100×100</p> <p>Плакат – переносний</p>	<p>Вивіщується на конструкціях або стаціонарних драбинах, якими дозволяється підніматись на розміщене на висоті робоче місце.</p>
<i>Вказівний плакат</i>			
13	 <p>ЗАЗЕМЛЕНО Для зазначення про неприпустимість подавання напруги на заземлені частини електроустановки</p>	<p>Білі літери на синьому тлі Облямівка біла завширшки 13 мм і 5 мм</p> <p>240×130 80×50</p>	<p>В електроустановках електростанцій і підстанцій. Вивіщується на приводах роз'єднувачів, відокремлювачів і вимикачів навантаження, у разі помилкового увімкнення яких може подаватись напруга на заземлену частину електроустановки, а також на ключах і кнопках дистанційного керування.</p>

*Примітка. * Населена місцевість – територія міст, селищ, промислових і сільськогосподарських підприємств, портів, пристаней, залізничних станцій, громадських парків, бульварів, пляжів у межах перспективного їх розвитку на 10 років.*

В електроустановках з великогабаритним обладнанням розміри плакатів дозволяється збільшувати у відношення 2:1, 4:1, 6:1 до розмірів, які наведено в додатку 8 до цих Правил.

Усі переносні плакати виготовляють з неструмовідного матеріалу.

Маркування надає також суттєвого впливу в попередженні електротравм. Воно служить для надання призначення і приналежності різних частин електрообладнання, кабелів і дротів. В першу чергу повинні бути марковані розподільні пристрої, розподільні пункти та щити.

На них повинні бути написи, що вказують призначення дротів з вимикачами, запобіжниками, вимірювальними приладами, які до них відносяться. Особливого значення маркування набуває в електроустановках, в яких велика кількість електричних ланцюгів з різною напругою і різними видами струму – постійного і змінного. Замість написів можна визначати електричні кола номерами або літерами й вивішувати на видному місці таблицю, яка б розшифровувала ці знаки. Пофарбування однойменних фаз у кожній електроустановці повинно бути однаковим.

При змінному струмі шини (або жили кабелю) повинні бути пофарбовані у такі кольори: фаза А – жовтий; фаза В – зелений; фаза С – червоний. У нульових шинах при ізольованій нейтралі колір білий, при заземленій нейтралі – чорний.

При однофазному струмі провідники повинні бути пофарбовані так: провідник, що поєднаний з початком обмотки джерела живлення – у жовтий; провідник, що поєднаний з кінцем обмотки джерела живлення – у червоний.

При постійному струмі шини фарбують у такі кольори: позитивна шина (+) – червоний; негативна шина (-) – синій; нейтральна шина – білий колір.

Маркування повинно встановлюватися стандартами і широко використовуватися для різного роду попереджувачих знаків і сигналів. Нижче приведено кольори, які використовують у різних випадках.

Червоний колір використовують у випадках, коли установка під напругою, або у випадку пожежної небезпеки. Для більшої виразності тлом для червоного кольору беруть біле.

Помаранчевий колір використовують у місцях, що представляють собою небезпеку. Тлом при цьому служить чорний колір. Наприклад, відкритий рубильник або відкритий бік зубчатої передачі.

Жовтий колір використовують у випадках, коли є загроза спіткнутися, впасти (наприклад, при наявності поглиблень у підлозі і т.д.). Тлом служить чорний колір (інколи чорні і жовті смуги).

Зелений колір вказує місце першої допомоги і на те, що небезпеки уникнено. Тло біле.

Синій колір використовують за необхідності попередити про можливість випадкового потрапляння до якого-небудь приміщення, куди вхід заборонено.

Фіолетовий колір попереджує про радіоактивність даної ділянки.

Чорний колір використовують як допоміжний фон, а також для написів і знаків, що вказують на небезпеку та необхідність бути уважним.

Білий колір використовують, щоб вказати напрямок проходу і т.д.

Згідно даних, в результаті широкого використання кольорів обладнання, знаків і зазначень, відсоток нещасних випадків різко скоротився.

Блокування є найбільш надійним засобом захисту від дотику до струмовідних частин, що знаходяться під напругою. У той час, як сигналізація і маркування лише попереджають.

1.6. Технічні засоби і заходи забезпечення електробезпеки при аварійних режимах роботи електроустановок

Поява напруги на неструмовідних частинах електроустановок пов'язана з пошкодженням ізоляції і замиканням на корпус. Основними технічними заходами щодо попередження електротравм при замиканнях на корпус є захисне заземлення, занулення, захисне відключення.

1.6.1. Терміни при визначенні заходів електробезпеки із застосуванням заземлення та занулення

Електроустановки щодо заходів електробезпеки поділяються на:

- електроустановки вище 1000 В мереж з ефективно заземленою нейтраллю (з великими струмами замикання на землю);
- електроустановки вище 1000 В мереж з ізолюваною нейтраллю (з малими струмами замикання на землю);
- електроустановки до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю;
- електроустановки до 1000 В з ізолюваною нейтраллю.

Електричною мережею з ефективно заземленою нейтраллю називається трифазна електрична мережа вище 1000 В, у якій коефіцієнт замикання на землю не перевищує 1,4.

Коефіцієнтом замикання на землю в трифазній електричній мережі називається відношення різниці потенціалів між непошкодженою фазою і землею в точці замикання на землю іншої або двох інших фаз до різниці потенціалів між фазою і землею в цій точці до замикання.

Глухозаземленою нейтраллю називається нейтраль трансформатора або генератора, приєднана до заземлюючого пристрою безпосередньо або через малий опір (наприклад, через трансформатори струму).

Ізолюваною нейтраллю називається нейтраль трансформатора або генератора, не приєднана до заземлюючого пристрою або приєднана до нього через прилади сигналізації, вимірювання, захисту, заземлювальні дугогасні реактори та подібні до них пристрої, що мають великий опір.

Заземленням будь-якої частини електроустановки або іншої установки називається навмисне електричне з'єднання цієї частини із заземлюючим пристроєм.

Захисним заземленням називається заземлення частин електроустановки з метою забезпечення електробезпеки.

Робочим заземленням називається заземлення будь-якої точки струмовідних частин електроустановки, необхідне забезпечення роботи електроустановки.

Зануленням в електроустановках напругою до 1000 В називається навмисне з'єднання частин електроустановки, які нормально не знаходяться під напругою, з глухозаземленою нейтраллю генератора або трансформатора в мережах трифазного струму, з глухозаземленим виведенням джерела однофазного струму

Замиканням на землю називається випадкове з'єднання частин

електроустановки, що знаходяться під напругою, з конструктивними частинами, не ізольованими від землі, або безпосередньо із землею.

Замиканням на корпус називається випадкове з'єднання частин електроустановки, що знаходяться під напругою, з їх конструктивними частинами, що нормально не знаходяться під напругою.

Заземлюючим пристроєм називається сукупність заземлювача та заземлюючих провідників.

Заземлювачем називається провідник (електрод) або сукупність металевих з'єднаних між собою провідників (електродів), що перебувають у дотику до землі.

Штучним заземлювачем називається заземлювач, що спеціально виконується для цілей заземлення.

Природним заземлювачем називаються електропровідні частини комунікацій, будівель і споруд виробничого або іншого призначення, що перебувають у дотику із землею, використовувані для цілей заземлення.

Магістраллю заземлення або занулення називається відповідно заземлюючий або нульовий захисний провідник з двома або більше відгалуженнями.

Заземлюючим провідником називається провідник, що з'єднує заземлювані частини із заземлювачем.

Нульовим захисним провідником в електроустановках напругою до 1000 В називається провідник, що з'єднує занулені частини з нейтраллю глухозаземленого генератора або трансформатора в мережах трифазного струму, з глухозаземленим виведенням джерела однофазного струму, з глухозаземленою середньою точкою джерела в мережах постійного струму.

Нульовим робочим провідником в електроустановках до 1000 В називається провідник, що використовується для живлення електроприймачів, з'єднаний з глухозаземленою нейтраллю генератора або трансформатора в мережах трифазного струму, з глухозаземленим виведенням джерела однофазного струму, із глухозаземленою середньою точкою джерела у трипровідних мережах постійного струму.

В електроустановках до 1000 В із глухозаземленою нейтраллю нульовий робочий провідник може виконувати функції нульового захисного провідника.

Зоною розтікання називається область землі, у межах якої виникає помітний градієнт потенціалу при стіканні струму із заземлювача.

Зоною нульового потенціалу називається зона землі поза зони розтікання.

Напругою на заземлювальному пристрої називається напруга, що виникає при стіканні струму із заземлювача в землю між точкою введення струму в пристрій і зоною нульового потенціалу.

Напругою відносно землі при замиканні на корпус називається напруга між цим корпусом та зоною нульового потенціалу.

Напругою дотику називається напруження між двома точками ланцюга струму замикання на землю (на корпус) при одночасному дотику до них людини.

Напругою кроку називається напруга між двома точками землі,

обумовлена розтіканням струму замикання на землю, при одночасному дотику їх ногами людини.

Струменем замикання на землю називається струм, що стікає в землю через місце замикання.

Опіром заземлювального пристрою називається відношення напруги на заземлювальному пристрої до струму, що стікає із заземлювача в землю.

Еквівалентним питомим опіром землі з неоднорідною структурою називається певний питомий опір землі з однорідною структурою, в якій опір заземлювального пристрою має те саме значення, що й у землі з неоднорідною структурою.

Термін «питомий опір», опір для землі з неоднорідною структурою слід розуміти як «еквівалентний питомий опір».

Захисним відключенням в електроустановках до 1000 В називається автоматичне відключення усіх фаз (полюсів) ділянки мережі, що забезпечує безпечні для людини поєднання струму та часу його проходження при замиканні на корпус або зниження рівня ізоляції нижче певного значення.

Подвійною ізоляцією електроприймача називається сукупність робочої та захисної (додаткової) ізоляції, при якій доступні дотику частини електроприймача не набувають небезпечної напруги при пошкодженні тільки робочої або лише захисної (додаткової) ізоляції.

Малою напругою називається номінальна напруга не більше 42 В між фазами і по відношенню до землі, що застосовується в електричних установках для забезпечення електробезпеки.

Розділовим трансформатором називається трансформатор, призначений для відділення мережі, що живить електроприймач, від первинної електричної мережі, а також від заземлення або занулення.

Для захисту людей від ураження електричним струмом при пошкодженні ізоляції має бути застосований принаймні один з наступних захисних заходів: заземлення, занулення, захисне відключення, розділовий трансформатор, мала напруга, подвійна ізоляція, вирівнювання потенціалів.

1.6.2. Захисне заземлення та занулення

Безпечна робота з електроустановками забезпечується улаштуванням заземлення, занулення.

Галузь застосування. Згідно ДСТУ Б А.3.2-13:2011 «Електробезпека. Захисне заземлення, занулення». ДСТУ 7237:2011 «Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту», заземлення або занулення належить виконувати:

- при номінальній напрузі 380 В і вище змінного струму, 440 В і вище постійного струму в мережах електроустановок в будь-яких приміщеннях (в тому числі, приміщеннях без підвищеної небезпеки);
- при номінальній напрузі 36 В і вище (за ДСТУ Б А.3.2-13:2011), 42 В і вище (за ДСТУ 7237:2011) змінного струму і 110 В і вище постійного струму

електроустановок в приміщеннях з підвищеною небезпекою і особливо небезпечних приміщеннях, в зовнішніх електроустановках;

- при будь-якій номінальній напрузі змінного і постійного струму електроустановок в усіх вибухонебезпечних умовах.

Неструмовідні частини електроустановок, які підлягають заземленню або зануленню. До частин, що підлягають зануленню або заземленню, належать:

- корпуси електричних машин, трансформаторів, апаратів, світильників тощо;
- приводи електричних апаратів;
- вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів;
- каркаси розподільних щитів, щитів управління, щитків і шаф, а також знімні або частини, що відкриваються, якщо на останніх встановлено електрообладнання напругою вище 42 В змінного струму або більше 110 В постійного струму;
- металеві конструкції розподільних пристроїв, металеві кабельні конструкції, металеві кабельні сполучні муфти, металеві оболонки та броня контрольних та силових кабелів, металеві оболонки дротів, металеві рукави та труби електропроводки, кожухи та опорні конструкції шинопроводів, лотки, коробки, струни, троси на яких укріплені кабелі та дроти (крім струн, тросів та смуг, якими прокладені кабелі із заземленою або зануленою металеві оболонкою або бронею), а також інші металеві конструкції, на яких встановлюється електрообладнання;
- металеві оболонки та броня контрольних та силових кабелів та дротів напругою до 42 В змінного струму та до 110 В постійного струму, прокладених на загальних металевих конструкціях, у тому числі у загальних трубах, коробах, лотках тощо. Разом з кабелями та дротами, металеві оболонки та броня яких теж підлягають заземленню або зануленню;
- металеві корпуси пересувних та переносних електроприймачів;
- електрообладнання, розміщене на рухомих частинах верстатів, машин та механізмів;
- залізобетонні опори.

З метою вирівнювання потенціалів у тих приміщеннях та зовнішніх установках, де застосовуються заземлення чи занулення, будівельні та виробничі конструкції, стаціонарно прокладені трубопроводи всіх призначень, металеві корпуси технологічного обладнання, підкранові та залізничні рейкові колії тощо повинні бути приєднані до заземлення або занулення. При цьому природні контакти в зчленуваннях є достатніми.

Не потрібно навмисно заземлювати або занулювати:

- корпуси електрообладнання, апаратів та електромонтажних конструкцій, встановлених на заземлених (занулених) металевих конструкціях, розподільних пристроях, на щитах, шафах, щитках, станинах верстатів, машин та механізмів, за умови забезпечення надійного електричного контакту із заземленими або зануленими основами;
- конструкції, за умови надійного електричного контакту між цими конструкціями та встановленими на них заземленим або зануленим

електрообладнанням;

- арматуру ізоляторів усіх типів, відтяжок, кронштейнів та освітлювальної арматури при встановленні їх на дерев'яних опорах ПЛ або на дерев'яних конструкціях відкритих підстанцій, якщо це не вимагається за умов захисту від атмосферних перенапруг. При прокладанні кабелю з заземленою металевією оболонкою або неізольованого заземлювального провідника на дерев'яній опорі перераховані частини, розташовані на цій опорі, повинні бути заземлені або занулені;
- частини, що знімаються або відкриваються металевих каркасів камер розподільних пристроїв, шаф, огорож тощо, якщо на знімних частинах не встановлено електрообладнання або якщо напруга встановленого електрообладнання не перевищує 42 В змінного струму або 110 В постійного струму;
- корпуси електроприймачів із подвійною ізоляцією;
- металеві скоби, закріпи, відрізки труб механічного захисту кабелів у місцях їх проходів через стіни та перекриття та інші подібні деталі, у тому числі протяжні та відгалужувальні коробки розміром до 100 см², електропроводок, що виконуються кабелями або ізольованими дротами, які прокладаються по стінах, перекриттям та іншим елементам будівель.

Не заземлюються неструмовідні частини електроустановок, розміщених на заземлених металоконструкціях, за умови надійного контакту між ними, за винятком електроустановок, що експлуатуються у вибухонебезпечних зонах.

Ефективність захисного заземлення залежить від опору заземлюючого пристрою проходженню струму замикання на землю.

Відповідно до чинних нормативів величина опору заземлюючого пристрою в установках напругою до 1000 В не повинна перевищувати:

- 10 Ом при сумарній потужності генераторів (трансформаторів) 100 кВА і менше;
- 4 Ом при сумарній потужності генераторів (трансформаторів) більше 100 кВА.
- Опір заземлюючого пристрою електроустановок, що живляться від мережі напругою більше 1000 В, повинен бути:
 - не більше 0,5 Ом в мережах з ефективно заземленою нейтраллю;
 - в мережах, ізольованих від землі, не більше визначеного з виразу $125/I_{з.з.}$ і приймається розрахунковим, але не більше 10 Ом.

За величину розрахункового струму замикання на землю $I_{з.з.}$ приймається найбільший можливий струм замикання на землю в даній електроустановці. В загальному вигляді величина струму замикання на землю при симетричності опору ізоляції і ємності фаз відносно землі:

$$I_{з.з.} = \frac{3U_{\phi}}{100}, A, \quad (1.25)$$

В установках напругою більше 1000 В при ізольованій від землі мережі розрахункова величина струму замикання на землю:

$$I_{з.з.} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\phi} (35 \cdot l_{к} + l_{л})}{350}, A, \quad (1.26)$$

де $l_{к}$ і $l_{л}$ – загальна довжина кабельної і повітряної мережі, км.

1.6.2.1. Захисне заземлення електрообладнання

За своїм функціональним призначенням заземлення ділиться на три види: робоче, захисне, заземлення блискавозахисту.

До *робочого заземлення* відноситься заземлення нейтралей силових трансформаторів і генераторів, глухе або через дугогасячий реактор.

Захисне заземлення виконується для забезпечення безпеки, в першу чергу, людей.

Заземлення блискавозахисту служить для відводу струму блискавки в землю від захисних розрядників і громовідводів (стрижневих або тросових).

Захисне заземлення повинно виконувати своє призначення протягом усього року, тоді як заземлення, блискавозахисту – лише в грозовий період.

Призначення захисного заземлення. Захисне заземлення призначене для усунення небезпеки ураження електричним струмом людей при дотику з металевими частинами електрообладнання, яке опинилося піднапругою.

Принцип дії захисного заземлення полягає у зниженні до безпечного рівня напруг дотику і кроку, викликаних замиканням на корпус електрообладнання.

Досягається це зменшенням потенціалу заземленого обладнання за рахунок малого опору заземлення, а також шляхом вирівнювання потенціалів підлоги, на якій знаходиться людина і заземленого обладнання за рахунок підйому потенціалу підлоги до рівня потенціалу заземленого обладнання.

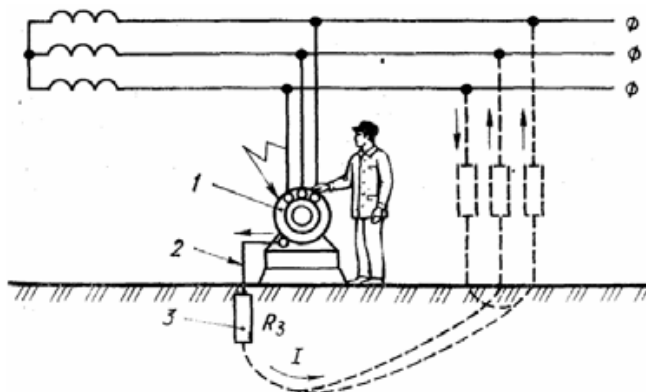


Рис 1.25. Схема захисного заземлення:
1 – електрообладнання; 2 – струмовод;
3 – заземлювач

Захисне заземлення – це паралельне увімкнення в електричний ланцюг заземлювача зі значно меншим опором $R_3 \ll R_r$ (рис. 1.25).

У мережах з напругою до 1000 В опір заземлювального пристрою повинен бути не більше 4 Ом, при напрузі вище 1000 В – не більше 0,5 Ом.

При такому увімкненні в електричний ланцюг струм, що проходить через людину, буде дорівнювати:

$$I_r = I_{заг} \frac{R_3}{R_r}, \quad (1.27)$$

де R_r – опір тіла людини, Ом;

$I_{заг}$ – загальний струм, що проходить через два заземлювача (тіло людини і заземлювач), Ом;

R_3 – загальний опір заземлювачів, Ом.

$$R_r = \frac{R_r \cdot R_3}{R_r + R_3}, \quad (1.28)$$

$$I_{заг} = \frac{U_{\phi}}{R_{заг} + \frac{R_{in}}{3}}, \quad (1.29)$$

де R_{in} – опір ізольованої нейтралі, Ом.

Після підстановки значень $R_{заг}$ та $I_{заг}$ в формулу (1.28) отримаємо:

$$I_r = \frac{3U_{\phi}}{R_r R_{in}} R_3. \quad (1.30)$$

Приклад. Визначити величину уражаючого струму при однофазному увімкненні людини в трифазну мережу з ізольованою нейтраллю.

Припустимо, що опір підлоги і взуття: $R_n = R_{заг} = 0$; $R_{in} = 3000$ Ом

При відсутності заземлення струм ураження:

$$I_r = \frac{U_{\phi}}{R_r + \frac{R_{in}}{3}} = \frac{220}{1000 + \frac{3000}{3}} = 0,11 \text{ А.}$$

При наявності захисного заземлення:

$$I_r = \frac{3U_{\phi}}{R_r R_{in}} R_3 = \frac{3 \cdot 220}{1000 \cdot \frac{3000}{3}} \cdot 4 = 0,00088 \text{ А.}$$

Як бачимо, значення уражаючого струму при наявності заземлюючого пристрою значно менше утримуючого.

Призначення та виконання захисного заземлення. Відповідно до ДСТУ 7237:2011 захисне заземлення – це навмисне електричне з'єднання з землею чи її еквівалентом металевих неструмовідних частин, які можуть опинитися під напругою. Принципова схема захисного заземлення наведена на рис. 1.25. Захисне заземлення застосовується в електроустановках, що живляться від ізольованої від землі мережі напругою до 1000 В і в електроустановках напругою більше 1000 В незалежно від режиму нейтралі мережі живлення. Захисне заземлення забезпечує паралельно можливому увімкненню людини в мережу замикання на землю струмовід малого опору (шунт), за рахунок чого зменшується струм, що проходить через людину. Крім того, захисне заземлення при правильному його виконанні зменшує U_{dot} (рис. 1.14).

Заземлення установок полягає у з'єднанні із землею їх металевих частин (які не знаходяться під напругою) з заземлювачем, що має малий опір розтіканню струму.

Заземлюючий пристрій складається з заземлювачів, заземлюючих шин і дротів, що з'єднують корпус електроустановок з заземлювачами.

Залежно від розташування заземлювачів щодо заземленого обладнання, заземлення поділяють на виносне і контурне (рис. 1.26). Заземлювачі виносного заземлювального пристрою виносяться на деяку відстань від заземлюючого обладнання. Контурні заземлюючі пристрої забезпечують більш високу ступінь захисту, тому що заземлювачі розташовуються по контуру всього заземленого

обладнання.

На практиці заземлення здійснюється в такому порядку:

- вибирається заземлюючий пристрій (штучний або природний);
- розраховується заземлюючий пристрій (табл. 1.18);
- окремі електроди (заземлювачі) об'єднуються в один спільний заземлювальний пристрій;
- корпуси електроустановок з'єднуються із заземлюючим пристроєм;
- складається документація для приймання заземлювального пристрою до експлуатації.

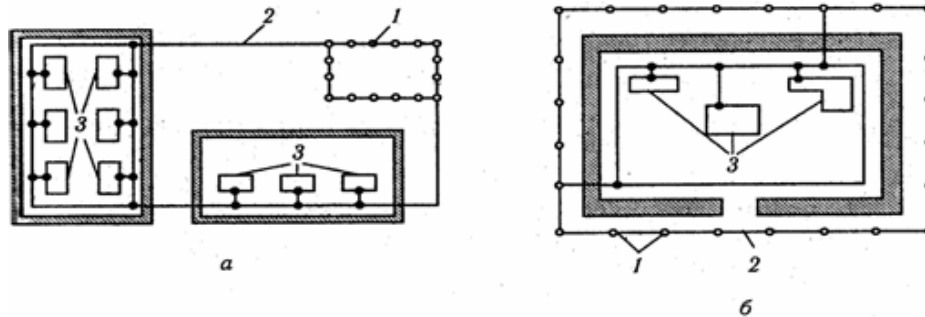


Рис. 1.26. Виносне (а) і контурне (б) заземлення:

1 – електроди (заземлювачі); 2 - струмоводи (шини); 3 - електроустановки

В якості заземлювачів для заземлення електроустановок можуть бути використані природні та штучні. У першу чергу використовують природні заземлювачі.

Природні заземлювачі, що рекомендуються до використання:

- прокладені в землі водопровідні та інші металеві трубопроводи, за винятком трубопроводів горючих рідин, горючих або вибухових газів та сумішей;
- обсадні труби свердловин;
- металеві та залізобетонні конструкції будівель та споруд, що перебувають у дотику із землею;
- металеві шунти гідротехнічних споруд, водоводи тощо;
- свинцеві оболонки кабелів, прокладених у землі (алюмінієві оболонки кабелів використовувати як природні заземлювачі не допускається). Якщо оболонки кабелів служать природними заземлювачами, то, при виконанні розрахунку заземлювальних пристроїв, їх враховують лише тоді, коли кількість кабелів не менше двох;
- заземлювачі опор ПЛЕП (повітряні лінії електропередач), з'єднані із заземлюючим пристроєм електроустановки за допомогою блискавкозахисного троса лінії, якщо трос не ізолюваний від опор лінії;
- рейкові шляхи магістральних неелектрифікованих залізниць та під'їзні колії за наявності нависного пристрою перемичок між рейками.

Штучні заземлювачі виконують зі сталі. Це зазвичай вертикальні та горизонтальні електроди. Як штучні заземлювачі допускається застосування заземлювачів з електропровідного бетону. У разі небезпеки корозії сталевих заземлювачів збільшують переріз заземлювачів, застосовують оцинковані заземлювачі або використовують електричний захист.

Найменші розміри електродів сталевих штучних заземлювачів

Заземлювач		Розмір
діаметр круглих (пруткових) електродів заземлювачів, мм	неоцинкованих	10
	оцинкованих	6
перетин прямокутних електродів заземлювачів, мм ²		48
товщина прямокутних електродів заземлювачів, мм		4
товщина полиць кутової сталі, мм		4

При улаштуванні штучних заземлювачів у районах з великим питомим опором землі рекомендується: використовувати вертикальні заземлювачі збільшеної довжини (поглиблені заземлювачі); встановлювати виносні заземлювачі, якщо поблизу (на відстані до 2 км) від електроустановки є місця з меншим питомим опором землі; укласти в траншеї навколо горизонтальних заземлювачів, що розташовуються в скельних ґрунтах, вологий глинистий ґрунт з подальшим трамбуванням і засипкою щебенем до верху траншеї; застосовувати штучну обробку ґрунту для зниження його питомого опору.

У районах багаторічної мерзлоти додатково рекомендується: закладати заземлювачі в непромерзаючі водойми та талі зони, використовувати обсадні труби свердловин, застосовувати на додаток до поглиблених заземлювачів протяжні заземлювачі на глибині близько 0,5 м, призначені для роботи влітку; створювати штучні талі зони за рахунок покриття ґрунту над заземлювачем шаром торфу або іншого теплоізоляційного матеріалу на зимовий період та розкриття їх на літній період.

Вимоги до заземлюючих провідників (ці провідники з'єднують обладнання, що заземлюється, із заземлювачем) багато в чому збігаються з вимогами до нульових захисних провідників.

Як заземлюючі та нульові захисні провідники використовують такі:

- спеціально передбачені з цією метою провідники;
- металеві конструкції виробничого призначення та будівель;
- арматуру залізобетонних будівельних конструкцій будівель;
- сталеві труби електропроводок;
- алюмінієві оболонки кабелів;
- металеві кожухи та опорні конструкції шинопроводів, металеві короби та лотки електроустановок;
- металеві стаціонарні відкрито прокладені трубопроводи всіх призначень, крім трубопроводів горючих та вибухонебезпечних речовин та сумішей, каналізації та центрального опалення.

В електроустановках напругою до 1000 В з ізолюваною нейтраллю провідність заземлювальних провідників повинна становити не менше 1/3 провідності фазних, а розміри та переріз – не менше наведених у табл. 1.16-1.17. Не потрібно застосування мідних провідників перетином понад 25, алюмінієвих – 35 та сталевих – 120 мм². У виробничих приміщеннях магістралі заземлення із сталевієї смуги повинні мати переріз не менше 100 мм². Допускається використання круглої сталі тієї ж провідності. Прокладання заземлювальних провідників, з'єднання між собою, приєднання до обладнання

та фарбування повинні відповідати вимогам ПУЕ та ДСТУ EN 60204-1:2015. Ці вимоги аналогічні тим, що пред'являються до нульових захисних провідників.

Застосування неізолюваних алюмінієвих провідників для прокладання в землі як заземлюючі або нульові захисні провідники не допускається. Забороняється використовувати металеві оболонки трубчастих дротів, що несуть троси при тросовій електропроводці, металеві оболонки ізоляційних трубок, металорукава, а також броню та свинцеві оболонки проводів та кабелів як заземлюючі або нульові захисні провідники.

Магістралі заземлення, занулення та відгалуження від них, заземлювальні та нульові захисні провідники у закритих приміщеннях та у зовнішніх установках створюють із нормованими перерізами (табл. 1.17) та забезпеченням доступу для огляду.

Таблиця 1.17

Найменші розміри заземлювальних та нульових захисних провідників

Провідник		Мідь	Алюміній	Сталь при прокладці			
				у будівлях	у зовнішніх установках	у землі	
провідник	неізолюваний	переріз, мм ²	4	6	-	-	-
		діаметр, мм	-	-	5	6	10
	ізолюваний, переріз, мм ²	1,5	2,5	-	-	-	
заземлюючі та нульові жили кабелів та багатожильних дротів у загальній захисній оболонці з фазними жилами, переріз, мм ²		1	2,5	-	-	-	
кутова сталь з товщиною полиці, мм		-	-	2	2,5	4	
смугова сталь	переріз, мм ²	-	-	24	48	48	
	товщина, мм	-	-	3	4	4	
водогазопровідні труби		-	-	2,5	2,5	3,5	

Для забезпечення надійного контакту з'єднання заземлювальних та нульових захисних провідників застосовують зварювання, а приєднання їх до частин обладнання, що підлягає заземленню або зануленню, виконують зварюванням або болтовим з'єднанням із забезпеченням доступу для огляду. Кожну частину електроустановки, що підлягає заземленню або зануленню, приєднують до магістралі заземлення або занулення за допомогою окремого відгалуження. Послідовне увімкнення заземлюваних або занульованих частин електроустановки забороняється. У місцях, де можливі механічні пошкодження, заземлювальні та нульові захисні провідники захищають. Біля місць введення заземлювальних провідників у будівлі передбачають розпізнавальні знаки.

Трубопроводи для горючих рідин і вибухонебезпечних газів використовувати в якості заземлювачів забороняється. Металеві і залізобетонні конструкції при використанні їх в якості заземлюючих пристроїв повинні утворювати безперервний електричний ланцюг по металу (в залізобетонних конструкціях повинні передбачатися закладні деталі для приєднання

електричного і технологічного обладнання).

При використанні залізобетонних фундаментів як заземлювачів опір розтікання струму заземлюючого пристрою визначається за формулою:

$$R = 0,5 \cdot \left(\frac{Q_e}{\sqrt{s}} \right), \quad (1.31)$$

де Q_e – питомий еквівалентний електричний опір землі, Ом·м;
 s – площа, обмежена периметром будівлі, м².

Питомий еквівалентний електричний опір:

$$Q_e = Q_1 \left(1 - e^{\left(\frac{-\alpha h_1}{\sqrt{s}} \right)} \right) + Q_2 \left(1 - e^{\left(\frac{-\beta \sqrt{s}}{h_1} \right)} \right), \quad (1.32)$$

де Q_1 ; Q_2 – питомий електричний опір відповідно верхнього та нижнього шару землі, Ом·м;
 h_1 – товщина верхнього шару землі, м;
 α , β – безрозмірні коефіцієнти, що залежать від співвідношення питомих електричних опорів шарів землі, якщо $Q_1 > Q_2$, то $\alpha=3,6$, $\beta=0,1$; якщо $Q_1 < Q_2$, то $\alpha=1,1 \cdot 10^2$, $\beta=0,3 \cdot 10^{-2}$.

Під верхнім шаром слід розуміти шар землі, питомий опір якого Q_1 більше, ніж в два рази, відрізняється від питомого електричного опору нижнього шару Q_2 . Розрахунок заземлюючого пристрою починається з визначення опору ґрунту (опір 1 см³ ґрунту). Значення питомих опорів різних ґрунтів можуть бути названі лише приблизно, тому що залежать не тільки від виду ґрунту, але і від його вологості і атмосферних умов. Наближені значення питомого опору деяких ґрунтів в природних умовах наведені нижче:

<i>Вид ґрунту</i>	<i>Питомий опір ρ, Ом·м</i>
пісок	400 і більше
супісок	300
суглинок	100
глина	60
чорнозем	50
торф	20

Питомий опір землі на глибині декількох метрів від поверхні сильно коливається, збільшуючись через висихання до кінця сухого літа і промерзання взимку.

Вимірний (табличний) питомий опір ґрунту слід привести до розрахункового значення:

$$Q_{розр} = Q_1 \cdot k, \quad (1.33)$$

де Q – вимірне (табличне) значення опору ґрунта, Ом·м;

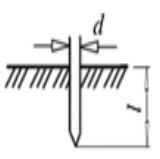
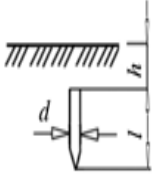
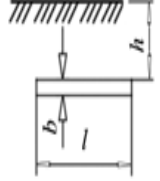
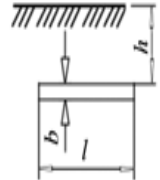
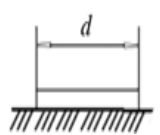
k – сезонний коефіцієнт землі, що враховує можливе збільшення питомого опору шару.

Значення k залежить від кліматичної зони і дорівнює від 1,5 до 7. Розрізняють три кліматичні зони, відповідні північній, середній і південній смузі європейської частини.

Виходячи з умов роботи, вибирається конструкція заземлювача (електрода) і визначається опір заземлювача розтіканню струму в ґрунт. Формули для визначення опору заземлювача наведені в табл. 1.18.

Таблиця 1.18

Визначення опору заземлювача

Схема	Тип заземлювача	Формули
	труба, стрижень у поверхні землі	$R_{mp} = \frac{0,366Q}{l} \cdot \lg \frac{4l}{d}$
	труба, стрижень на глибині h ; $h = h' + l/2$	$R_{mp} = \frac{0,366Q}{l} \cdot \lg \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \lg(4h + \frac{1}{4}h - l)$
	протяжний заземлювач (смуга, труба) на глибині h , ширина b	$R_{mp} = \frac{0,366Q}{l} \cdot \lg 2l \frac{2}{b} h$
	кільцевий заземлювач (смуга, труба) на глибині h	$R_{mp} = \frac{0,366Q}{l} \cdot \lg 2,6l \frac{2}{b} h$
	кругла пластина на поверхні землі (діаметр d)	$R_{mp} = \frac{Q}{2\pi d}$

Якщо в якості заземлювача застосовується куткова сталь, то в формулу для визначення її опору підставляється приведений діаметр $d = 0,95 \cdot b$, де b — ширина смуги або полки куткової сталі.

Кількість стрижнів n заземлювального пристрою знаходимо за формулою:

$$n = \frac{R_{mp}}{R_0}, \quad (1.34)$$

де R_0 — допустимий опір заземлюючого пристрою, прийнятий менше 4 Ом.

Заземлювач з n_1 довгих електродів довжиною l_1 у порівнянні з заземлювачем з n_2 коротких електродів довжиною l_2 при однаковій їх витраті $\{n_1 \cdot l_1 = n_2 \cdot l_2\}$ забезпечує більш низький опір через менший взаємний вплив електродів при меншому їх числі. Для визначення опору осередку вертикальних заземлювачів необхідно знати розташування і відстань a між ними: $a = (1 \dots 3) \cdot l$.

Опір вертикальних заземлювачів:

$$R = \frac{R_{mp}}{n \cdot \eta}, \quad (1.35)$$

де η — коефіцієнт використання (екранізації) вертикальних електродів.

Коефіцієнт η визначають за табл. 1.19 з урахуванням відношення a / l , кількості електродів n і умов їх розміщення.

Таблиця 1.19

Визначення коефіцієнту η

Кількість електродів n	Коефіцієнт використання η при відношенні відстані між електродами до їх довжини		
	$a/l=1$	$a/l=2$	$a/l=3$
<i>При розміщенні електродів в ряд</i>			
2	0,84 – 0,87	0,90 – 0,92	0,93 – 0,95
3	0,76 – 0,80	0,85 – 0,88	0,90 – 0,92
5	0,67 – 0,72	0,79 – 0,83	0,85 – 0,88
10	0,56 – 0,62	0,72 – 0,77	0,79 – 0,83
15	0,51 – 0,56	0,66 – 0,73	0,75 – 0,80
20	0,47 – 0,50	0,65 – 0,70	0,74 – 0,79
<i>При розміщенні електродів по контуру</i>			
4	0,66 – 0,72	0,76 – 0,80	0,84 – 0,86
6	0,58 – 0,65	0,71 – 0,75	0,78 – 0,82
10	0,52 – 0,58	0,66 – 0,71	0,74 – 0,78
20	0,44 – 0,50	0,61 – 0,66	0,68 – 0,73
40	0,38 – 0,44	0,55 – 0,61	0,64 – 0,69
60	0,36 – 0,42	0,52 – 0,58	0,62 – 0,67
100	0,33 – 0,39	0,49 – 0,55	0,59 – 0,65

Стрижні об'єднуються в осередок заземлення сполучною смугою (шиною) і розташовуються по замкнутому контуру довжиною:

$$l_n = 1,05an. \quad (1.36)$$

При розташуванні стрижнів в ряд, довжина смуги:

$$l_n = 1,05a(n-1). \quad (1.37)$$

Опір лінії зв'язку:

$$R_{mp} = \frac{0,366Q}{l_n} \cdot \lg 2l_n \frac{2}{b} h, \quad (1.38)$$

де h – глибина закладення смуги, м.

Наприкінці визначається опір розтікання струму заземлювального пристрою при даній кількості стрижнів з урахуванням лінії зв'язку:

$$R_3 = \frac{R_6 \cdot R_n}{R_6 + R_n} \cdot \eta_1, \quad (1.39)$$

де η_1 – коефіцієнт екранування (використання) між смугою зв'язку і вертикальними електродами. У табл. 1.20 наведені значення коефіцієнта η_1 з урахуванням відношення a/l , розташування електродів і їх кількості.

При відсутності природних заземлювачів влаштовують штучні, в якості яких застосовують металеві труби, стрижні або куткову сталь, забиті в землю на 0,5-0,8 м нижче рівня землі і приварені до шини, покладеної на глибині 0,5-0,8 м. Відстань між вертикально забитими заземлювачами повинна бути не менше їх довжини.

Таблиця 1.20

Коефіцієнт використання η_1

Відношення відстані між трубами (куточками) до їх довжини	Коефіцієнт використання η_1 при числі труб (куточків)							
	4	6	8	10	20	30	50	70
<i>При розміщенні електродів в ряд</i>								
1	0,77	0,72	0,67	0,62	0,42	0,31	0,21	0,19
2	0,89	0,84	0,79	0,75	0,56	0,46	0,36	0,32
3	0,92	0,88	0,85	0,82	0,68	0,58	0,49	0,42
<i>При розміщенні електродів по контуру</i>								
1	0,45	0,40	0,36	0,34	0,27	0,24	0,21	0,20
2	0,55	0,48	0,43	0,40	0,32	0,30	0,28	0,26
3	0,70	0,64	0,60	0,56	0,45	0,41	0,37	0,35

Практика свідчить, що в якості вертикальних електродів дуже часто використовують сталеві труби, куткову і круглу (пруткову) сталь довжиною $l=2-10$ м. Найменші поперечні розміри допускаються у круглих електродів – $d=6$ мм, товщина полиць кутової сталі – 4 мм і товщина стінок сталевих труб – $b=3,5$ мм. Такі розміри електродів обумовлені необхідністю надійної роботи заземлювача при корозії і можуть бути збільшені за умови достатньої механічної, міцності при зануренні їх в ґрунт.

Горизонтальні смугові заземлювачі у вигляді променів, кілець або контурів використовуються як самостійні заземлювачі або як елементи складного заземлювача з горизонтальних і вертикальних електродів. Для горизонтальних заземлювачів застосовується смугова сталь перетином не менше 48 мм^2 і товщиною 4 мм і кругла сталь діаметром не менше 10 мм.

В однорідному ґрунті глибина закладення вертикальних електродів $h=0,5-1$ м мало впливає на зниження їх опору.

З'єднання елементів заземлюючих пристроїв здійснюється за допомогою зварювання, а корпус машин і апаратів з'єднуються з провідниками заземлюючих пристроїв зварюванням, надійними болтовими з'єднаннями. Мінімальний поперечний переріз заземлюючих голих мідних дротів повинен бути 4 мм^2 , алюмінієвих – 6 мм^2 , сталевих – 24 мм^2 . Перетин ізольованих мідних дротів повинен бути не менше $1,5 \text{ мм}^2$, алюмінієвих – $2,5 \text{ мм}^2$.

Заземлення корпусів будівельних машин (рис. 1.27) здійснюють заземлюючою жилою живильного шлангового кабелю, один кінець якої приєднують до заземлюючого болта на корпусі машини, а інший – до корпусу

живильного пункту, який через заземлювальний затискач приєднують до нейтрального дроту мережі і через нього з'єднують із заземленою нейтраллю джерела живлення (як правило, трансформатора).

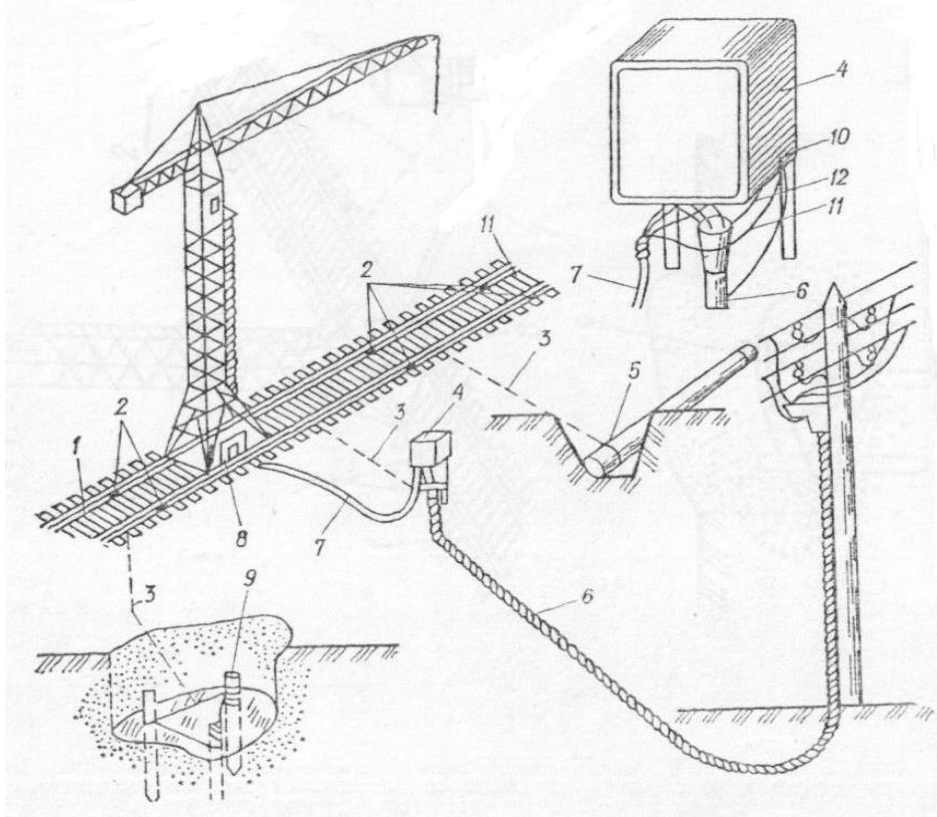


Рис. 1.27. Влаштування заземлення на будівельному майданчику: 1 – перемичка між рейками; 2 – перемичка між стиками рейок; 3 – з'єднувальний заземлюючий провідник; 4 – прохідний пристрій; 5 – природний заземлювач (водопровід); 6 – живильний чотирижильний кабель; 7 – гнучкий шланговий чотирижильний кабель; 8 – пристрій введення; 9 – повторний заземлювач; 10 – заземлюючий болт; 11 – заземлююча жила шлангового кабелю; 12 – заземлююча жила чотирижильного кабелю живлення

Заземлювальні провідники, розташовані в приміщеннях, повинні бути доступні для огляду, захищені від корозії. Кожен заземлюючий елемент установки повинен бути приєднаний до заземлювача або заземлюючої магістралі за допомогою окремого відгалуження (паралельне заземлення). Послідовне увімкнення в заземлюючий провідник декількох заземлюючих частин установки забороняється. При прийнятті в експлуатацію кожного заземлюючого пристрою необхідно мати: паспорт, що включає виконавчі креслення і схеми заземлювального пристрою із зазначенням розташування підземних комунікацій; акти на підземні роботи з укладання елементів заземлювального пристрою; протоколи приймально-здавальних випробувань заземлювального пристрою.

Вимірювання опору заземлюючих пристроїв проводиться в перший рік експлуатації, а в подальшому – не рідше 1 разу на 3 роки, для цехових електроустановок – не рідше 1 разу на рік. Вимірювання опору заземлювачів, питомого опору ґрунту проводиться в періоди найменшої провідності (влітку, взимку). Термін служби заземлювачів – 25-30 років.

Норми випробувань заземлювальних пристроїв. Випробування заземлювальних пристроїв виконуються як у стадії приймально-здавальних випробувань, так і у період експлуатації.

Приймально-здавальні випробування. Норми цього виду випробувань встановлює гл. 1.8 Правил улаштування електроустановок.

Перевірка стану елементів заземлювального пристрою полягає в їх огляді (у межах доступності) з ретельною перевіркою відповідності перерізу елементів заземлювального пристрою, з'єднань та приєднань, вимог ПУЕ та проекту. Якість зварних з'єднань визначають у результаті огляду, а міцність – ударом молотка масою 1 кг.

Перевірка наявності ланцюга між заземлювачами та заземлюваними елементами полягає у перевірці перерізу, цілості та міцності заземлювальних провідників, їх з'єднань та приєднань. Не повинно бути обривів та видимих дефектів. Опір окремих ділянок не нормується, але, як правило, не повинен перевищувати 0,05 Ом.

Перевірка пробивних запобіжників у нейтралі джерела живлення включає визначення їх справності та відповідність номінальній напрузі електроустановки.

Вимір опору заземлювальних пристроїв виконується з метою перевірки відповідності вимогам ПУЕ. Опір заземлюючих пристроїв вимірюють приладами М-416, МС-08.

Приймально-здавальна документація з монтажу мереж заземлення повинна містити:

- виконавчі креслення та схеми заземлювального пристрою із зазначенням розташування підземних комунікацій;
- акти огляду прихованих робіт з монтажу заземлювачів та приєднання їх до природних заземлювачів;
- акти огляду та перевірки стану відкрито прокладених заземлювальних провідників;
- протоколи вимірювання опору заземлювальних пристроїв та перевірки наявності ланцюга між заземлювачами та заземленими елементами.

Профілактичні (експлуатаційні) випробування. Норми цього виду випробувань регламентує додаток Е1 до Правил технічної експлуатації електроустановок.

Перевірка стану елементів заземлювального пристрою проводиться оглядом (у межах доступності) та вибірково із розкриттям ґрунту в частині елементів, що знаходяться у землі. Елемент заземлювача може бути замінений, якщо зруйновано понад 50% його перерізу. При незадовільних результатах огляду розкриття ґрунту продовжують до виявлення шести (підряд) контактних з'єднань у задовільному стані. Зовнішній огляд заземлювального пристрою проводиться одночасно з оглядом електрообладнання підстанції, пересувних електростанцій, розподільних пристроїв цехових та інших електроустановок, про що робиться відповідний запис в експлуатаційному (оперативному) журналі та паспорті заземлювального пристрою.

Строки оглядів встановлює особа, відповідальна за електрогосподарство.

Паспорт заземлювального пристрою, що знаходиться в експлуатації, повинен містити схему заземлення, основні технічні дані та особливості конструктивного виконання, дані про результати перевірки стану заземлювального пристрою, про проведені ремонти та зміни.

Перевірка надійності природних заземлювачів проводиться після кожного ремонту заземлювачів.

Вимірювання опору заземлювального пристрою виконується в строки, що визначаються особою, відповідальною за електрогосподарство, але не рідше 1 разу на рік. Опір заземлювачів, схильних до інтенсивної корозії, слід вимірювати через менші проміжки часу в строки, що також встановлюються особою, відповідальною за електрогосподарство. Для отримання більш реальних результатів вимірювання рекомендується проводити в періоди найбільшого питомого опору ґрунту (при найбільшому висиханні або найбільшому промерзанні).

Опір заземлювального пристрою визначається множенням виміряного значення на коефіцієнт, що враховує конструктивне виконання заземлювального пристрою, кліматичні умови та вологість ґрунту. Для заземлювачів, що знаходяться в промерзломому ґрунті або нижче за глибину промерзання, поправочні коефіцієнти не потрібні. Результати вимірювань оформляють протоколом, а висновок вносять до паспорта заземлювального пристрою.

Перевірка наявності ланцюга між заземлювачами і елементами, що заземлюються, проводиться не рідше 1 разу на рік, а також при кожній перестановці обладнання і після ремонту. Не повинно бути обривів та незадовільних контактів. Опір не нормується, але, як правило, не повинен перевищувати 0,05 Ом.

Перевірка стану пробивних запобіжників проводиться при ремонтах та перестановках трансформаторів, а також при припущенні про спрацювання пробивних запобіжників.

Захисне заземлення пересувних електроустановок та переносних електроприймачів. При живленні електроприймачів пересувних установок від стаціонарних та пересувних джерел живлення з ізолюваною нейтраллю як захисний захід виконують захисне заземлення у поєднанні з металевим зв'язком корпусів установки та джерела живлення або з пристроєм захисного відключення. При живленні електроприймачів пересувних установок від автономних пересувних джерел живлення, що має місце в будівництві за відсутності стаціонарних мереж, нейтраль джерела живлення повинна бути, як правило, ізолюваною. У цьому випадку допускається виконувати заземлювальний пристрій у джерела живлення, а як заземлюючі провідники для захисного заземлення електроприймачів використовувати провідники металевого зв'язку корпусів джерела живлення та електроприймача. Заземлювальні провідники та провідники металевого зв'язку корпусів обладнання повинні бути гнучкими, мідними, як правило, перебувати в загальній оболонці з фазними провідниками та мати рівний з ними переріз.

Допускається їхня прокладка окремо від фазних, при цьому переріз має бути не менше $2,5 \text{ мм}^2$. В умовах виконання будівельно-монтажних робіт з використанням автономних пересувних електростанцій з ізолюваною нейтраллю для металевих зв'язку корпусу електроприймача з корпусом джерела живлення і одночасно як заземлювальний провідник служать зазвичай окремі жили шлангових кабелів.

Допускається не виконувати захисне заземлення електроприймачів пересувних електроустановок, що живляться від автономних пересувних джерел живлення з ізолюваною нейтраллю:

- якщо джерело живлення та електроприймачі розташовані безпосередньо на пересувній установці, їх корпуси з'єднані металевим зв'язком і від цього джерела не одержують живлення інші електроустановки;
- якщо установки (не більше двох) живляться від спеціально призначеного для них джерела, яке не живить інші установки, знаходяться одна від одної не більше 50 м, а корпуси джерела живлення та установок мають металевий зв'язок за допомогою з'єднувальних провідників.

Як інвентарні заземлювачі пересувних електроустановок за ДСТУ 3429-96 «Заземлювачі для пересувних електричних установок. Загальні технічні умови» прийняті заземлювачі стрижневого типу, діаметром 15 мм, трьох типорозмірів: 1180, 1500 і 2000 мм з глибиною занурення в ґрунт відповідно 580, 900 та 1400 мм (рис. 1.28). Стрижні повинні бути виготовлені зі сталі марки ст 35, мати антикорозійне покриття, допускається використання без поломок і деформацій у звичайних ґрунтах не менше 120 разів. Пристрій для забивання та вилучення стандартного заземлювача наведено на рис. 1.29.

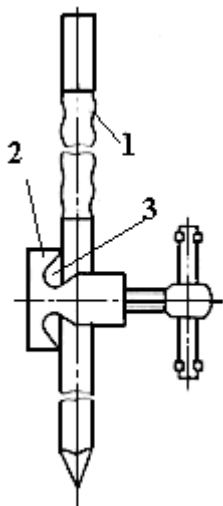


Рис. 1.28. Інвентарний стандартний заземлювач: 1 – стрижень; 2 – затискач; 3 – заземлюючий провідник

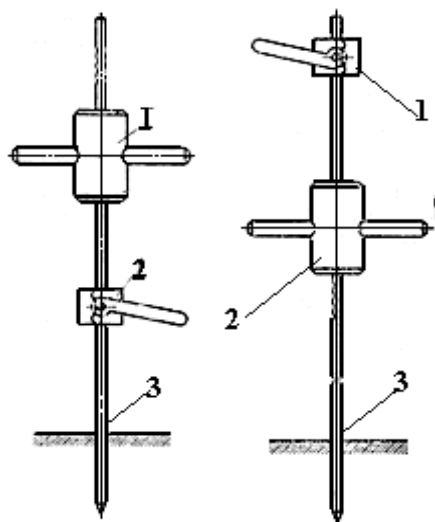


Рис. 1.29. Пристрій для забивання (а) та вилучення (б) стандартного заземлювача: 1 – молот; 2 – замок; 3 – стрижень

При улаштуванні заземлюючих пристроїв пересувних електроустановок рекомендується максимально використовувати природні заземлювачі.

У разі зміни місця та зміни способу живлення пересувної електроустановки слід перевіряти опір новозбудованого заземлюючого пристрою, цілісність провідників.

Металеві корпуси переносних електроприймачів напругою вище 42 В змінного та 110 В постійного струму в приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних і поза приміщеннями при живленні від мережі з ізольованою нейтраллю або середньою точкою необхідно заземлювати, за винятком електроприймачів з подвійною ізоляцією та ті, що живляться від розділових трансформаторів. Захисне заземлення здійснюють спеціальною жилою (заземлюючою) шлангового дроту або кабелю з гнучкими мідними жилами, що має рівний з фазним дротом переріз (не менше 1,5 мм²). Дозволяється застосування гнучких шлангових кабелів для живлення пересувних електроустановок та переносних електроприймачів з перетином четвертої (заземлювальної) жили меншим перерізом фазної, але не менше 1 мм².

Переносні електроприймачі випробувальних та експериментальних установок, переміщення яких у процесі роботи не передбачається, дозволяється заземлювати за допомогою стаціонарних або окремих переносних заземлювальних провідників. В останньому випадку переносний провідник повинен бути гнучким мідним, перетином не менше перерізу фазного провідника.

1.6.2.2. Захисне занулення електрообладнання

Зануленням називається приєднання металевих корпусів електричних машин, трансформаторів та інших струмовідних металевих частин електрообладнання, які не перебувають під напругою при нормальній роботі, до багаторазово заземленого нульового дроту (рис. 1.30).

Нульовим дротом називається дріт мережі, з'єднаний з глухозаземленою нейтраллю трансформатора або генератора або із середнім нульовим дротом мережі постійного струму.

Багаторазове заземлення нульового дроту - це додаткова, але обов'язкова міра захисту, що здійснюється через кожні 200 м його довжиною. Надійний захист можливий, якщо перетин нульового четвертого дроту ($S_{н.др.}$) дорівнюватиме (не менше) 50% перетину фазного дроту мережі (S_{ϕ}) при виготовленні їх з одного матеріалу:

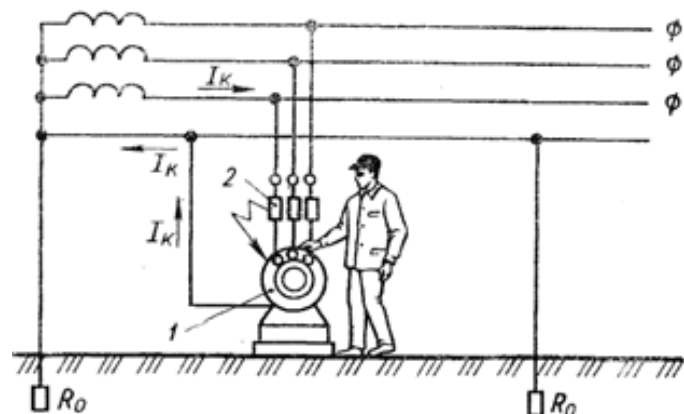


Рис. 1.30. Схема занулення:

1 – електрообладнання; 2 – струмозахист

$$S_{н.др.} = \frac{S_{\phi}}{2}. \quad (1.40)$$

Зазвичай нульовий дріт виготовляється зі сталі, а фазні дроти – з кольорових металів. В цьому випадку необхідно враховувати, що опір їх

залежить від щільності струму.

На основі експериментальних даних для вибору еквівалентних за перетином провідників зі сталі та кольорових металів отримані наступні співвідношення.

Якщо дроти лінії виготовлені з алюмінію (S_{ϕ}^{Al}):

$$S_{н.др.} = \frac{S_{\phi}^{Al}}{2 \cdot 10}, \quad (1.41)$$

якщо дроти лінії виготовлені з міді (S_{ϕ}^M):

$$S_{н.др.} = \frac{S_{\phi}^M}{2 \cdot 10}. \quad (1.42)$$

Призначення захисного занулення – усунення небезпеки ураження електричним струмом при дотику людини з металевими частинами електрообладнання, що опинилися під напругою при замиканні фази на корпус або землю.

Область застосування занулення – трифазні чотирьохдротові мережі напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю або глухозаземленим виводом джерела однофазного струму.

Принцип дії занулення заснований на перетворенні пробою на корпус в однофазне коротке замикання (замикання між фазою і нульовим дротом) з метою створити струм великої сили, здатний забезпечити спрацьовування захисту (плавких вставок, засобів автоматики).

Для того, щоб відбулося швидке та надійне спрацьовування засобів захисту, необхідно, щоб струм короткого замикання, перевищував струм вимкнення (оплавлення плавкої вставки і вимкнення апарату):

$$I_{к.з.} = k \cdot I_{ном}, \quad (1.43)$$

де $I_{к.з.}$ – струм короткого замикання, А;

k – коефіцієнт кратності струму короткого замикання відносно струму вимкнення;

$I_{ном}$ – номінальний струм плавлення плавкої вставки або спрацьовування автомата, А.

Згідно ПУЕ, провідники занулення підбирають таким чином, щоб струм короткого замикання перевищував не менше, ніж у 3 рази, номінальний струм плавкої вставки.

Час спрацювання вимкнення пошкодженої електроустановки з моменту появи напруги на корпус електроустановки становить 5-7 с при захисті плавкими вставками та 1-2 с – при захисті автоматами.

Принципова сутність занулення (рис. 1.31) полягає, *по-перше*, завдяки навмисно виконаному за допомогою нульового захисного провідника металічного зв'язку корпусів обладнання з глухозаземленою нейтраллю джерела живлення, будь-яке замикання на корпус перетворюється на однофазне коротке замикання з наступним автоматичним вимкненням аварійної ділянки від мережі апаратами захисту тощо). *По-друге*, слід зазначити, що металеві неструмовідні частини електроустановок, з'єднані за допомогою нульового захисного провідника з нейтраллю глухозаземленого джерела живлення,

виявляються одночасно заземленими через заземлюючий пристрій робочого заземлення нейтралі. Це заземлення – аварійний період, тобто з моменту замикання на корпус до автоматичного вимкнення пошкодженої ділянки від мережі, сприяє зниженню напруги корпусу щодо землі, аналогічно тому, як це відбувається при захисному заземленні.

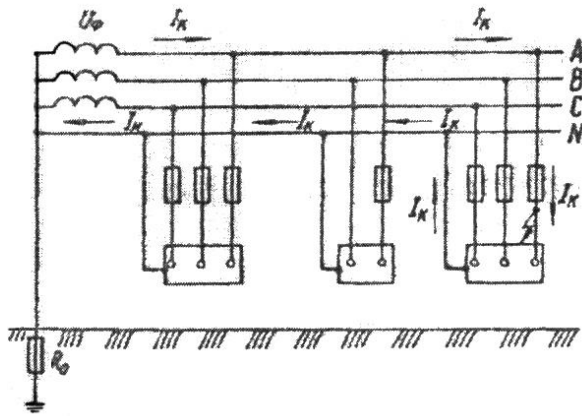


Рис. 1.31. Принципова схема занулення

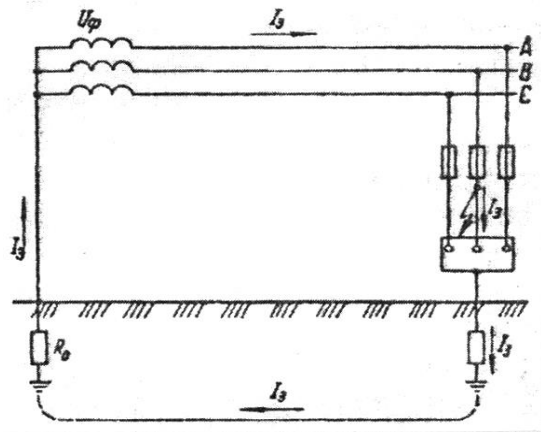


Рис. 1.32. У мережі до 1000 В із глухозаземленою нейтраллю заземлення без занулення неприпустимо

Таким чином, на час роботи апаратів захисту робоче заземлення глухозаземленої нейтралі виконує функції захисного заземлення, що знижує небезпеку ураження людини, яка торкнулася в цей момент корпусу, що опинився під напругою.

Чи можливе в системі з глухозаземленою нейтраллю застосування захисного заземлення, а не занулення?

Припустимо, що у мережі з глухозаземленою нейтраллю корпус електроприймача заземлений (рис. 1.32).

При замиканні фази на корпус виникає струм замикання через землю, силу якого визначають за формулою:

$$I_3 = \frac{U_\phi}{R_0 + R_3}, \quad (1.44)$$

при цьому напруга корпусу щодо землі:

$$U_\kappa = I_3 R_3 = U_\phi \frac{R_3}{R_0 + R_3}, \quad (1.45)$$

де U_ϕ – фазна напруга мережі, В;

R_0, R_3 – відповідно опір заземлення нейтралі та корпусу електроприймача, Ом.

Опорами дротів і обмотки трансформатора нехтуємо, через те, що вони набагато менші за опір R_0 і R_3 .

Якщо прийняти, наприклад, $R_0 = R_3 = 4$ Ом, то при напрузі мережі 380/220 В:

$$I_3 = \frac{220}{4 + 4} = 27,5 \text{ А},$$

а напруга корпусу щодо землі:

$$U_\kappa = 220 \frac{4}{4 + 4} = 110 \text{ В}.$$

Такий струм може забезпечити надійне спрацьовування захисту тільки у тому випадку, якщо номінальна сила струму плавкої вставки запобіжника виявиться не більше 10 А або номінальна сила струму спрацьовування максимального розчіплювача автомата – не більше 20 А. При великих значеннях номінальних струмів спрацьовування апаратів захисту вимкнення не станеться і небезпечна напруга корпусу щодо землі може спричинити ураження струмом людини, яка торкнулася пошкодженого обладнання.

Надійне спрацьовування захисту може бути забезпечене за рахунок збільшення струму замикання шляхом зменшення опору ланцюга. Це досягається запровадженням у схему нульового захисного провідника, тобто зануленням, при цьому із ланцюга замикання виключається як опір заземлення нейтралі, так і опір заземлення електроприймача (рис. 1.31).

Таким чином, у трифазних мережах напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю безпека при замиканні фази на корпус може бути забезпечена лише за допомогою занулення. Застосовувати у таких мережах захисне заземлення металевих корпусів електроприймачів без електричного зв'язку з нейтральною точкою джерела живлення, тобто без занулення, забороняється. Не можна також у мережі, де прийнято занулення одних електроприймачів, застосовувати заземлення інших без з'єднання з глухозаземленою нейтраллю (рис. 1.33). При замиканні фази на заземлений, але

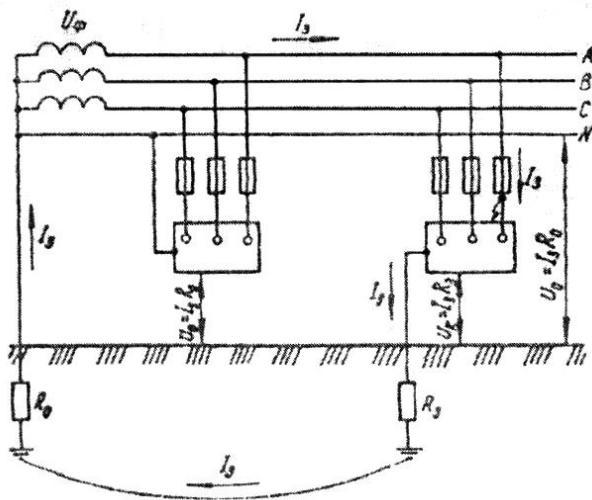


Рис. 1.33. Неприпустимо занулення одних корпусів та заземлення інших в одній мережі

не занулений корпус, крім неефективності захисту, про що було сказано вище, має місце ще один не менш небезпечний фактор: корпуси занулених струмоприймачів і нульовий захисний дріт виявляться під напругою щодо землі $U_3 = I_3 R_0$. Ось чому застосування такої схеми категорично заборонено. У той же час заземлення зануленого корпусу анітрохи не погіршує захисну дію занулення, а навпаки, покращує умови безпеки, оскільки, по суті, повторним заземленням нульового

дроту, сприяє зниженню напруги дотику на аварійних корпусах, а також забезпечує певний рівень безпеки при обриві нульового дроту.

Робоче заземлення нейтралі в мережах з глухозаземленою нейтраллю до 1000 В виконує як мінімум дві функції: захищає від появи напруги первинної обмотки в мережі вторинної обмотки трансформатора і знижує до безпечного значення напругу занулених частин електроустановок і нульового захисного провідника по відношенню до землі при замиканні фазних дротів безпосередньо на землю або незанулені частини обладнання.

Перша функція заземлення нейтралі здійснюється досить просто завдяки дотриманню вимог ПУЕ про опір заземлення нейтралей, що нормується, і

відповідному настроюванню захисту з боку первинної обмотки трансформатора. Що ж до другого призначення заземлення нейтралі, то, як видно з (рис. 1.34, а) при замиканні фази на землю в мережі з глухозаземленою нейтраллю напругу цієї фази можна представити як суму падіння напруги на опорі замикання фази на землю $R_{зм}$ і падіння напруги на опорі заземлення нейтралі R_0 , тобто:

$$U_{\phi} = U_{зм} + U_0; \quad U_0 = I_3 R_0 = U_{\phi} \frac{R_0}{R_{зм} + R_0}. \quad (1.46)$$

Падіння напруги на опорі заземлення нейтралі U_0 і є тією напругою U_k , під якою в даному випадку будуть знаходитися нульовий захисний провідник і занулені корпуси обладнання по відношенню до землі.

Враховуючи, що опори $R_{зм}$ мають, як правило, значення порядку сотень Ом, опори заземлення нейтралей, що нормуються ПУЕ, забезпечують значення U_0 в межах допустимого.

Таким чином, заземлення нейтралі в мережах до 1000 В при замиканні фази на землю забезпечує зниження напруги занулених частин обладнання по відношенню до землі до припустимого значення.

У той же час застосування занулення в мережах до 1000 В з ізолюваною нейтраллю суворо заборонено. У цьому випадку (рис. 1.34, б) замикання фази на землю викликало б появу на занулених частинах обладнання по відношенню до землі напруги U_k , майже рівної за значенням фазній напрузі мережі, що смертельно небезпечно для людей, і, крім того, напруга непошкоджених фаз по відношенню до землі збільшилася майже до лінійної.

Відповідно до вимог ПУЕ опір заземлюючого пристрою, до якого приєднані нейтралі генераторів і трансформаторів, має бути не більше 2 Ом для електроустановок напругою 660/380 В, 4 Ом – для електроустановок напругою 380/220 В і 8 Ом – для електроустановок напругою 220/127 В. При питомому електричному опорі землі ρ , що перевищує 100 Ом·м, допускається підвищувати зазначені значення в 0,01 ρ рази (але не більше ніж у 10 разів).

Необхідні опори заземлення нейтралі повинні бути забезпечені з урахуванням використання природних заземлювачів, а також заземлювачів повторних заземлень нульового дроту повітряних ЛЕП при числі ліній, що відходять, не менше двох. Однак опір заземлювачів, розташованих у безпосередній близькості від нейтралі генератора або трансформатора, у розглядаємих заземлювальних пристроях має бути не більше 15 Ом для

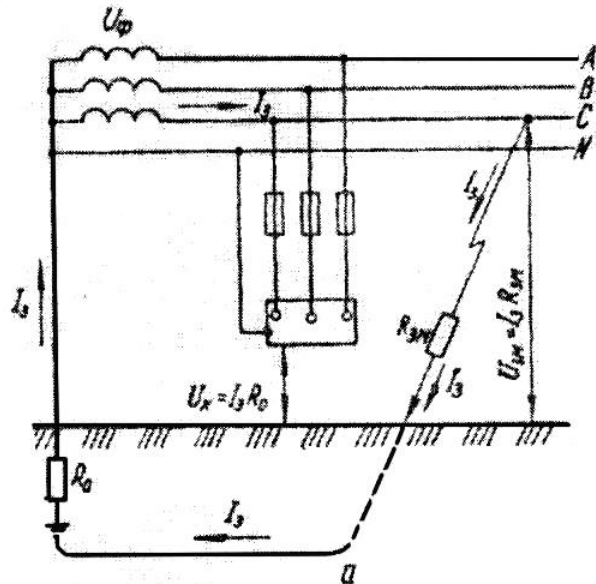


Рис. 1.34. Замикання фази на землю в трифазній чотирьопровідній мережі з глухозаземленою (а) та ізолюваною (б) нейтраллю за наявності занулення

електроустановок напругою 660/380 В, 30 Ом – для електроустановок напругою 220/127 В, якщо більш низчі опори не потрібні за умов блискавкозахисту.

Для електроустановок різних призначень і напруг слід, як правило, прийняти один загальний заземлюючий пристрій. При цьому опір заземлюючого пристрою повинен задовольняти вимоги до заземлення тих електроустановок, для яких необхідний найменший опір заземлюючого пристрою.

Занулення повинно виконуватися в електроустановках напругою до 1000 В змінного струму з нейтраллю глухозаземленого джерела живлення або постійного струму з глухозаземленою середньою точкою в таких випадках:

- при напрузі змінного струму 380 В і вище і постійного струму 440 В і вище – у всіх електроустановках;
- при номінальних напругах змінного струму вище 42 В та постійного струму вище 110 В – в електроустановках, що розміщуються в приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних та у зовнішніх установках;
- у вибухонебезпечних установках – за будь-якої напруги змінного та постійного струму.

До частин, що підлягають зануленню, відносяться ті ж металеві неструмовідні елементи, які в електроустановках до 1000 В з ізольованою нейтраллю підлягають захисному заземленню, у тому числі корпуси електричних машин, трансформаторів, апаратів, світильників, металоконструкцій шаф, пультів, сталеві труби електропроводок та інші, тобто всі ті невідповідні елементи електрообладнання, на яких через пошкодження ізоляції може виникнути напруга.

До частин, які потрібно навмисно занулювати, відносяться ті ж елементи, що не підлягають захисному заземленню.

Основні вимоги до системи занулення. Система занулення виконує свої захисні функції у разі замикання струмовідних частин на корпус, якщо буде здійснено надійне автоматичне вимкнення пошкодженої ділянки мережі з мінімально можливим часом спрацьовування апаратів захисту та знижена до допустимого значення напруга дотику, що виникає при замиканні на корпус (протягом часу роботи захисних пристроїв) та на землю. Ці завдання, які покликана вирішити система занулення, визначають цілу низку вимог до її виконання.

Перевірка здатності системи занулення при замиканнях на корпус. Виходячи з принципу дії занулення, апарати захисту від коротких замикань повинні бути у всіх фазах мережі живлення.

Надійність та час роботи апаратів захисту при замиканні фази на занулений корпус визначаються значенням струму однофазного короткого замикання I_k , який повинен задовольняти умові:

$$I_k = K \cdot I_{ном}, \quad (1.47)$$

де K – коефіцієнт кратності струму однофазного замикання до номінального струму спрацьовування апарату захисту;

$I_{ном}$ – номінальна сила струму спрацьовування апарату захисту, А.

Згідно з вимогами ПУЕ значення K приймається в залежності від типу апарату захисту і характеристики електроустановки (табл. 1.21). Значення I_k залежить від фазної напруги U_ϕ та опору ланцюга замикання (ланцюга «фаза – нуль»), яке складається з активних та реактивних опорів: живлючого трансформатора; фазного дроту мережі; мережі занулення; перехідних опорів у місці замикання; контактів апаратів та ін.

Таблиця 1.21

Найменше значення коефіцієнта кратності струму однофазного короткого замикання по відношенню до номінального струму спрацьовування апарату захисту K

Тип апарату захисту		K для установок		Формула для визначення K
		загального призначення	вибухонебезпечних	
запобіжники		3	4	$K = I_k / I_{н.в.}$
автоматичні вимикачі, що мають розчіплювач	тепловий (зі зворотно залежною від струму характеристикою)	3	6	$K = I_k / I_{н.р.}$
	електромагнітний	$K_{з.р.} \cdot 1,1$	$K_{з.р.} \cdot 1,1$	$K = I_k / I_{н.р.}$
	те саме, але за відсутності заводських даних, для автоматів із номінальною силою струму, А	≤ 100	1,4	$K = I_k / I_{н.р.}$
		> 100	1,25	$K = I_k / I_{н.р.}$

Примітка. I_k – струм однофазного короткого замикання; $I_{н.в.}$ – номінальна сила струму плавкої вставки запобіжника; $I_{н.р.}$ – номінальна сила струму спрацьовування розчіплювача автомата; $K_{з.р.}$ – коефіцієнт розкидання характеристики автомата за заводськими даними

На повному опорі ланцюга «фаза – нуль» позначається також конструктивне виконання мережі живлення (повітряна лінія, кабель, дроти в сталевих трубах), взаємне розташування фазних і нульового захисного провідників і деякі інші фактори.

Повний опір трансформатора залежить від його потужності та схеми з'єднання обмоток. Зі збільшенням потужності трансформатора опір його зменшується.

Активний опір фазних та нульових захисних провідників визначається їх матеріалом та перетином, а зовнішній індуктивний опір – відстанню між ними. Чим далі один від одного знаходяться фазний і нульовий захисний провідники, тим більше зовнішній індуктивний опір ланцюга «фаза – нуль». Отже, з погляду зменшення опору ланцюга «фаза – нуль» фазний і нульовий захисні провідники слід прокладати разом, або у безпосередній близькості один від іншого.

У мережах напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю сила струму однофазного короткого замикання, А, в ланцюзі «фаза – нуль» визначається за наближеною формулою:

$$I_k = U_\phi \frac{U_\phi}{Z_n + \frac{Z_r}{3}}, \quad (1.48)$$

де Z_n – повний опір мережі, тобто ланцюга «фазний дріт – нульовий захисний провідник»;

Z_T – повний опір живлячого трансформатора струму замикання на корпус, Ом.

Ця формула дає певну похибку у бік збільшення повного опору ланцюга «фаза – нуль», тобто у бік запасу і дозволяє на стадії проектування оцінити ефективність системи занулення.

Повний опір ланцюга «фазний дріт – нульовий захисний провідник» розраховується за формулою:

$$Z_n = \sqrt{(r_\phi + r_n)^2 + (x_\phi'' + x_\phi' + x_\phi)^2}, \quad (1.49)$$

де r_ϕ та x_ϕ'' – відповідно активний і внутрішній індуктивний опір фазного дроту, Ом;

r_n та x_n'' – те ж, для нульового захисного провідника, Ом;

x – зовнішній індуктивний опір ланцюга «фаза – нуль», Ом.

Найчастіше для виконання умов формули (1.47) визначальним є значення повного опору нульового захисного провідника.

Повна провідність нульового захисного провідника завжди повинна бути не менше 50% повної провідності фазного дроту. Але не завжди виконання цієї вимоги достатньо для забезпечення необхідної кратності струму замикання на корпус, і тоді необхідно збільшити провідність нульових захисних провідників.

У разі, якщо кратність струму однофазного замикання менша за потрібну ПУЕ, необхідно:

- збільшити провідність нульових захисних провідників;
- вибрати більш раціональні траси та способи прокладання струмовідних та нульових захисних провідників, що забезпечують скорочення довжини та зменшення зовнішнього індуктивного опору ланцюга «фаза – нуль»;
- наблизити електроприймач мережі до джерела живлення;
- збільшити переріз фазних провідників.

Виключну здатність системи занулення забезпечують:

- необхідна ПУЕ кратність сил струму однофазного короткого замикання по відношенню до номінальної сили струму спрацьовування апарату захисту;
- провідність нульових захисних провідників завжди не менше 50% провідності фазних дротів;
- застосування трансформаторів з групою з'єднань «трикутник – зірка» та «зірка – зірка»;
- встановлення апаратів захисту з номінальними струмами спрацьовування, що не перевищують розрахункових значень, на всіх ділянках у всіх фазах мережі живлення;
- відсутність комутаційних пристроїв та апаратів захисту у нульових провідниках;
- виконання, як правило, індивідуального захисту електроприймачів. У разі застосування групового захисту він повинен бути виконаним таким чином, щоб відключення відбувалося при однофазних замиканнях на будь-якому з приєднаних електроприймачів;
- сувора заборона застосування саморобних плавких вставок.

При проектуванні та монтажі електропостачання будівельних майданчиків, враховуючи підвищену небезпеку виконання будівельних робіт, особливо на відкритому повітрі, вимоги до забезпечення вимикаючої здатності системи занулення не повинні знижуватися.

Забезпечення дотику до занулених корпусів в аварійний період. Ця захисна функція системи занулення повинна виконуватися в двох аварійних режимах: при замиканні фази на землю – завдяки заземленню нейтралі; при замиканні фази на занулені корпуси обладнання – за допомогою повторного заземлення нульового захисного провідника.

Повторне заземлення нульового захисного провідника застосовується для зниження напруги занулених конструкцій та нульового захисного провідника щодо землі під час замикання на корпус.

При замиканні фази на корпус (рис. 1.35) напруга нульового захисного провідника і занулених корпусів у місці замикання і за ним по відношенню до землі U_n , (В), дорівнює падінню напруги в повному опорі нульового захисного провідника $Z_{н.з.}$, (Ом), від протікаючого по ньому струму однофазного короткого замикання I_k , А, $U_n = I_k \cdot Z_{н.з.}$.

Якщо припустити, що фазний і нульовий захисний провідники мають тільки активні опори r_ϕ , r_n і знехтувати опором обмоток джерела живлення, то:

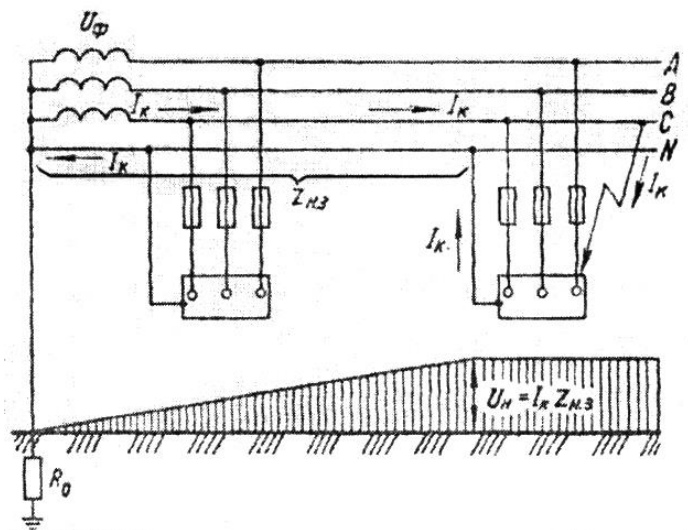


Рис. 1.35. Замикання на корпус в мережі без повторного заземлення нульового захисного провідника

$$I_k = \frac{U_\phi}{r_\phi + r_n}, \quad (1.50)$$

і, відповідно,

$$U_n = \frac{U_\phi}{r_\phi + r_n} r_n. \quad (1.51)$$

Беручи до уваги вимогу ПУЕ щодо мінімальної провідності нульового захисного провідника, можна записати:

$$r_\phi \geq \frac{r_n}{2}; \quad U_n \leq \frac{2}{3} U_\phi. \quad (1.52)$$

Таким чином, при $U_\phi = 220$ В, $U_n = 147$ В, що може стати причиною небезпечного ураження струмом.

За наявності повторного заземлення нульового захисного провідника (рис. 1.36) частина струму замикання I_3 пройде через опір повторного

заземлення R_n , землю та опір заземлення нейтралі R_0 . Напряга нульового захисного провідника та занулених корпусів щодо землі, за повторним заземленням, у цьому випадку:

$$U_n = I_3 R_{II} = \frac{U_n}{R_{II} + R_0} R_n. \quad (1.53)$$

Якщо прийняти, що $U_n = \frac{2}{3} U_\phi$, то:

$$U_n = \frac{2}{3} U_\phi \frac{R_{II}}{R_{II} + R_0}. \quad (1.54)$$

Напряга U_n' залежить від співвідношення R_{II} і R_0 . При їх рівності:

$$U_n' = \frac{U_n}{2} = \frac{U_\phi}{3},$$

тобто у цьому випадку напряга нульового захисного провідника та занулених корпусів у місці розташування повторного заземлення та на ділянці за ним по відношенню до землі вдвічі менша, ніж за відсутності повторного заземлення.

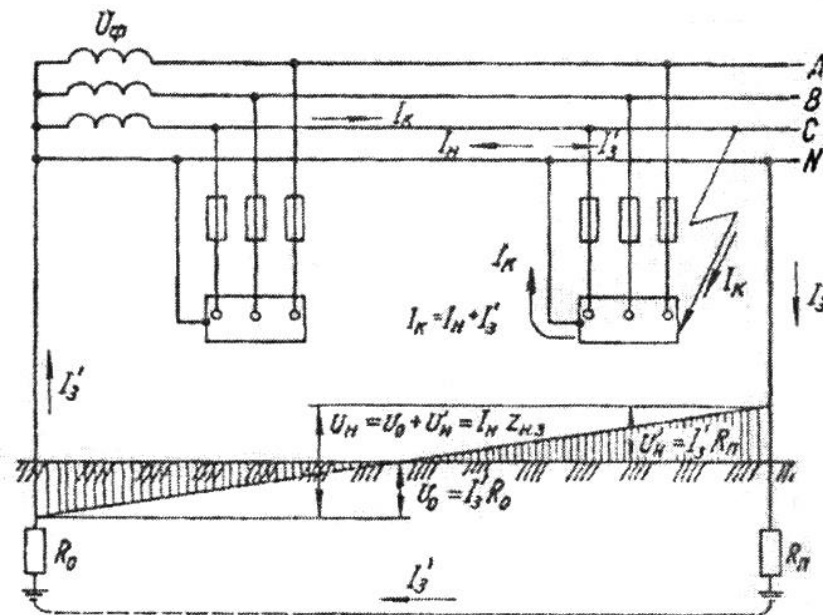


Рис. 1.36. Замикання на корпус мережі із повторним заземленням нульового захисного провідника

Велика небезпека створюється при обриві нульового захисного провідника та замиканні на корпус за місцем обриву за відсутності повторного заземлення (рис. 1.37, а). У цьому випадку напряга щодо землі, що знаходиться за місцем обриву занулених корпусів і нульового захисного провідника U_n , (В), буде дорівнювати фазній напрузі мережі U_ϕ , (В). Внаслідок обриву нульового захисного провідника це замикання на корпус не перетворюється на коротке замикання і, отже, не відбудеться вимкнення пошкодженої ділянки за допомогою апарата захисту. У той же час, корпус може тривалий час бути під напругою, створюючи загрозу ураження струмом.

Якщо ж є повторне заземлення нульового захисного провідника

(рис. 1.37, б), то система занулення перетворюється на систему захисного заземлення і напруга занулених корпусів, що знаходяться за місцем обриву, відносно землі становитиме, В:

$$U'_n = I_3 R_{II} = \frac{U_\phi}{R_0 + R_{II}} R_{II}. \quad (1.55)$$

При рівності R_{II} і R_0 ця напруга при $U_\phi = 220$ В буде становити 110 В, крім того, занулені корпуси обладнання, що знаходяться до місця обриву, також виявляться під напругою щодо землі, рівною $U_\phi = U'_n$.

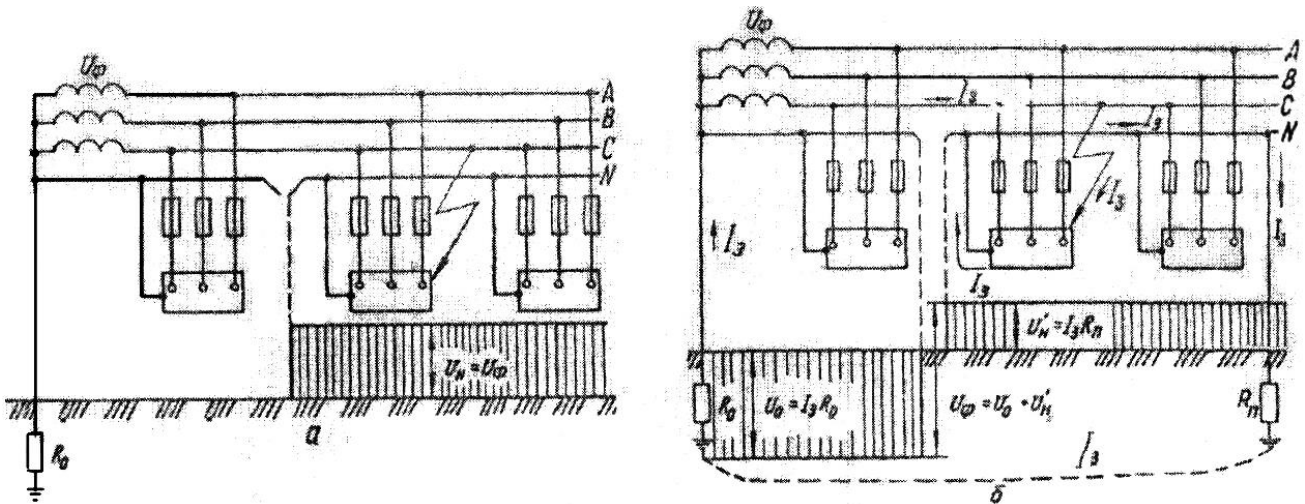


Рис. 1.37. Замикання на корпус при обриві нульового захисного провідника:
 а - у мережі без повторного заземлення нульового захисного провідника;
 б - у мережі із повторним заземленням нульового захисного провідника

Слід звернути увагу ще на одну обставину, пов'язану з обривом магістрального нульового дроту, що є одночасно робочим і захисним (рис. 1.38). У цьому випадку при нерівномірному навантаженні фаз нульовий дріт і занулені корпуси за місцем обриву виявляться під напругою щодо землі через однофазні електроприймачі. При цьому повторне заземлення нульового дроту значно зменшує небезпеку ураження, здійснюючи функції захисного заземлення.

Таким чином, при обриві нульового захисного провідника наявність повторних заземлень значно покращує умови безпеки, хоча ефективність захисних функцій системи занулення при цьому повністю не відновлюється, що вкотре наголошує на важливості надійного прокладання нульових захисних провідників.

В цілому ж повторне заземлення нульового захисного провідника під час замикань на корпус знижує напругу дотику як при справному нульовому захисному провіднику, так і при його обриві, відіграють дуже важливу роль у системі занулення.

Чим більше повторних заземлень і чим нижчий їхній сумарний опір, тим сприятливіші умови безпеки.

Повторні заземлення нульового захисного провідника слід виконувати на кінцях повітряних ліній (або відгалужень) довжиною понад 200 м, а також на

введеннях повітряних ліній у будинки, електроустановки яких підлягають зануленню.

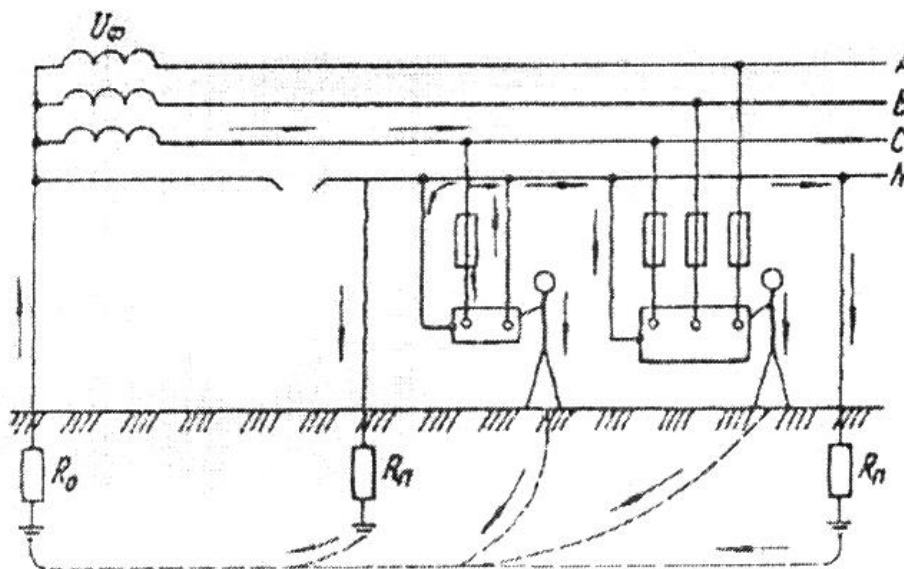


Рис. 1.38. Обрив нульового дроту, що є робочим та захисним при нерівномірному навантаженні фаз

Для повторного заземлення в першу чергу рекомендується використовувати природні заземлювачі, наприклад, залізобетонні опори або заземлюючі пристрої для захисту від грозових перенапруг.

Загальний опір заземлюючих пристроїв всіх повторних заземлень нульового дроту кожної повітряної лінії електропередачі повинен бути не більше, Ом: 5 – для електроустановок напругою 660/380 В, 10 – для електроустановок напругою 380/220 В, 20 – для електроустановок напругою 220/127 В. При цьому опір заземлювального пристрою кожного з повторних заземлень має бути не більше, Ом: 15 – для електроустановок напругою 660/380 В, 30 – для електроустановок напругою 380/220 В, 60 – для електроустановок напругою 220/127 В.

При питомому опорі землі понад 100 Ом·м допускається підвищувати зазначені опори заземлювальних пристроїв у $\rho/100$ разів (але не більше ніж у 10 разів).

ПУЕ наказують виконувати повторні заземлення нульового захисного провідника тільки на повітряних лініях, оскільки у цих умовах найімовірніший обрив нульового захисного провідника. Але для зниження напруги дотику при замиканні на корпус, особливо в умовах будівельного майданчика, слід рекомендувати влаштування повторних заземлень нульового захисного провідника на кабельних введеннях у будівлі, що споруджуються, а також поблизу віддалених електроустановок, розташованих поза будинками, при живленні їх шланговим кабелем, з використанням природних заземлювачів. Залежно від конкретних умов місця повторних заземлень нульового дроту слід відображати у проєктах виконання робіт.

Заземлювачі. У мережах напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю споруджуються заземлюючі пристрої двох призначень: для

робочого заземлення нейтралі джерела живлення і для повторного заземлення нульового захисного провідника. Принципових відмінностей між цими видами заземлюючих пристроїв немає, якщо не брати до уваги жорсткіші вимоги ПУЕ до опору заземлюючого утворення робочого заземлення нейтралі. За конструктивним виконанням та методикою розрахунку вони не відрізняються від заземлюючих пристроїв захисного заземлення, створених у мережах напругою до 1000 В з ізольованою нейтраллю. Тому вимоги заземлювачів, викладених в заземленні, повністю відносяться і до заземлювачів, що застосовуються для створення заземлюючих пристроїв у мережі напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю.

Нульові захисні провідники. Від правильного вибору нульових захисних провідників, виконання всіх вимог щодо їх прокладання та підключення значною мірою залежить ефективність занулення.

Основним нормативним документом у частині вимог, що висуваються до нульових захисних провідників, є ПУЕ.

В якості нульових захисних провідників можуть бути використані:

- 1) нульові робочі провідники, за винятком вибухонебезпечних установок та спеціально обумовлених випадків, розглянутих нижче;
- 2) спеціально передбачені для цієї мети провідники;
- 3) металеві конструкції будівель (ферми, колони тощо);
- 4) металеві конструкції виробничого призначення (рейкові шляхи кранів, каркаси розподільних пристроїв, галереї, майданчики, шахти ліфтів, підйомників тощо);
- 5) сталеві труби електропроводок;
- 6) алюмінієві оболонки кабелів;
- 7) металеві кожухи шинопроводів, металеві коробки та лотки електропроводок;
- 8) металеві стаціонарні відкрито прокладені трубопроводи будь-якого призначення, крім трубопроводів горючих та вибухонебезпечних речовин та сумішей, каналізації та центрального опалення.

Пункти 2-8 однаково відносяться і до заземлюючих провідників.

Незалежно від того, чи використовуються провідники та елементи конструкцій, перерахованих у пп. 3-8, як нульові захисні чи ні, вони повинні бути надійно занулені у всіх приміщеннях та установках, де застосовується занулення.

Зазначені у пп. 2-8 провідники можуть служити єдиними нульовими захисними провідниками (за винятком вибухонебезпечних установок), якщо вони задовольняють вимогам ПУЕ щодо мінімальної 50% провідності і якщо забезпечена безперервність електричного ланцюга.

З метою зменшення зовнішнього індуктивного опору ланцюга «фаза - нульові захисні провідники» їх слід прокладати у безпосередній близькості від фазних. У зв'язку з цим використання як нульових захисних провідників окремих жил у кабелях, дротів і сталевих труб при трубних розводках більш переважно, ніж використання магістралей занулення та відгалужень від них до

окремих електроприймачів.

Магістралі занулення та відгалуження від них повинні бути доступні для огляду, крім випадків, коли за нульові захисні провідники служать жили кабелів, проводи в трубах і коробах, сталеві труби електропроводок при прихованій прокладці.

У зовнішніх електроустановках нульові захисні провідники допускається прокладати у землі, підлозі, з обох боків майданчиків і фундаментів технологічного обладнання тощо. Використання голих алюмінієвих дротів для прокладання в землі як нульових захисних провідників забороняється.

В усіх установках, у тому числі зовнішніх, де застосовується занулення, з метою вирівнювання потенціалу необхідно занулювати будівельні металеві конструкції, прокладені стаціонарно металеві трубопроводи всіх призначень, металеві корпуси технологічного обладнання. При цьому природні металеві контакти є достатніми.

При використанні будівельних або виробничих металоконструкцій як нульових захисних провідників повинна бути забезпечена безперервність електричного ланцюга. Елементи конструкцій у місцях розриву ланцюга з'єднують між собою гнучкими перемичками зі сталевого троса діаметром ≥ 6 мм.

Відкрито прокладені нульові захисні провідники повинні мати відмінне жовто-зелене забарвлення. На перемичках між конструкціями, що використовуються як нульові захисні провідники, а також у місцях приєднання має бути нанесено зеленим тлом не менше двох смуг жовтого кольору.

Відповідно до вимог СНиП 3.05.06-85 при використанні як нульових провідників сталевих труб електропроводок їх слід з'єднувати між собою муфтами, що наворачтаються до кінця різьблення на кінець труби з коротким різьбленням і встановленням контргайок на трубі з довгим різьбленням.

З'єднання сталевих труб електропроводок, що використовуються як нульові захисні провідники, з металевими корпусами апаратів (шаф, щитків тощо) слід виконувати одним з наведених нижче способів:

- приєднанням перемички від прапорця, привареного до труби, до заземлюючого блоку на корпусі апарату (шафи, щитка тощо) – переріз перемички має відповідати вимогам занулення;
- за допомогою однієї установчої заземлюючої гайки та контргайки або двох установочних заземлюючих гайок із кріпленням сталевого листа корпусу між гайками (рис. 1.39, а, б);
- футоркою, закріпленою у відповідності корпусу настановною заземлюючою гайкою та контргайкою (рис. 1.39, в). Цей варіант застосовують, якщо діаметр отвору в корпусі більший за діаметр труби;
- муфтою та футоркою, навернутою на ніпель, який кріпиться в отворі корпусу апарату за допомогою настановної заземлюючої гайки та контргайки (рис. 1.39, г). Цей варіант використовують, якщо діаметр отвору в корпусі менший за діаметр труби;
- муфтою, що нагвинчується на трубу і патрубков;
- вкручуванням труб (з коротким різьбленням) в різьбову частину корпусів апаратів, шаф, щитків.

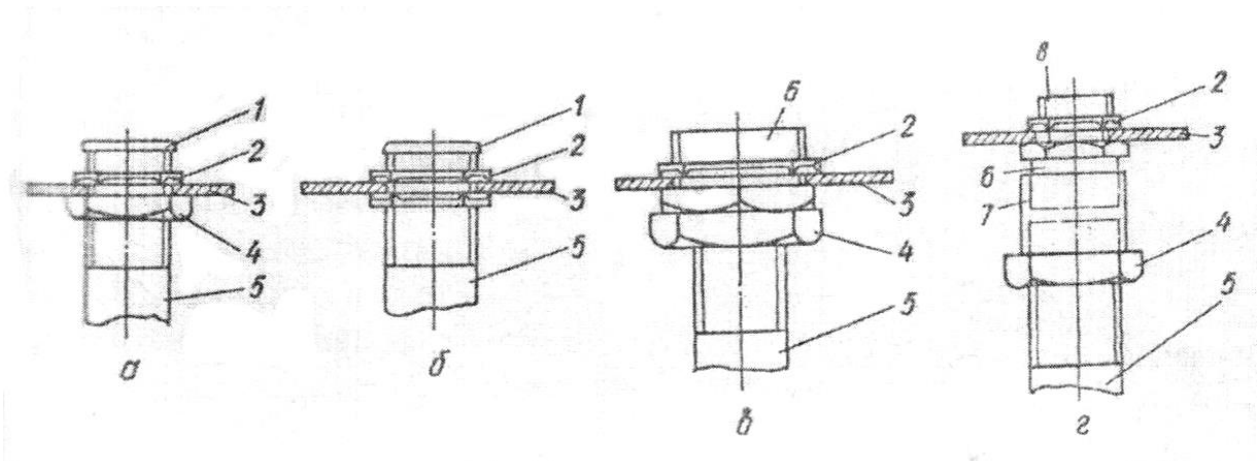


Рис. 1.39. З'єднання труб електропроводки з корпусами апаратів:
 а – контргайкою та установчою заземлюючою гайкою; б – двома настановними заземлюючими гайками; в – згоном футорки, що закріплюється в отворі корпусу заземлюючою гайкою та контргайкою; г – муфтою та футоркою, наварнутою на ніпель, який кріпиться в отворі корпусу контргайкою та установчою заземлюючою гайкою;
 1 – втулка із поліетилену; 2 – установка заземлююча гайка; 3 – корпус;
 4 – контргайка; 5 – труба сталевая; 6 – футорка; 7 – муфта; 8 – ніпель

Сталеві нульові захисні провідники для забезпечення надійного контакту повинні з'єднуватися між собою за допомогою зварювання (рис. 1.40). У приміщеннях та зовнішніх установках без агресивних середовищ у місцях, доступних для огляду та ремонту, допускається виконувати болтові з'єднання; при цьому мають бути передбачені заходи проти ослаблення та корозії контактних з'єднань. З'єднання дротів і жил кабелів, що використовуються як нульові захисні провідники, виконуються тими ж методами, що і з'єднання фазних провідників.

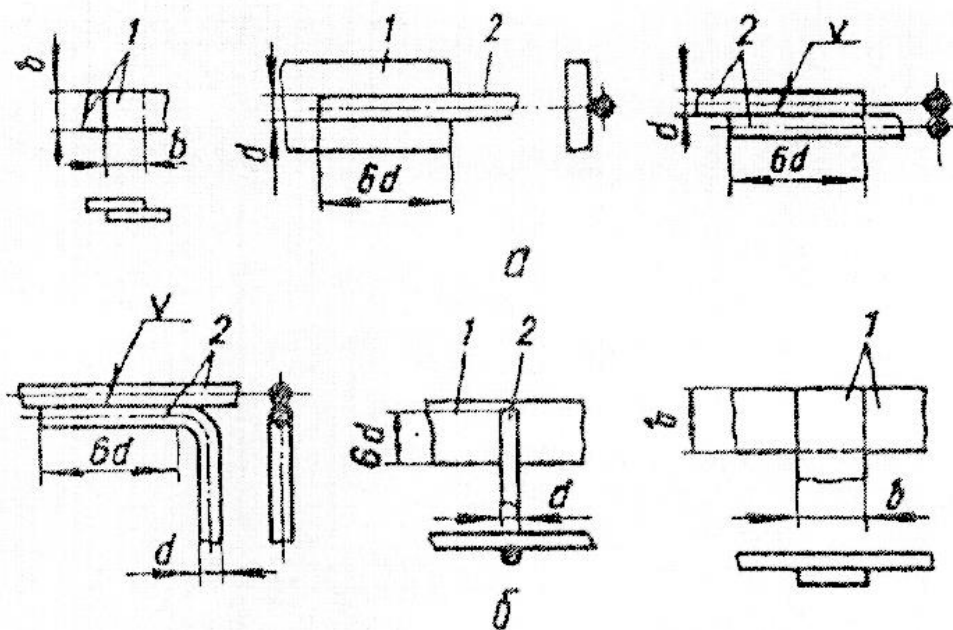


Рис. 1.40. Зварні з'єднання нульових захисних (заземлювальних) провідників:
 а – поздовжнє з'єднання; б – відгалуження; 1, 2 – провідники зі сталі відповідно смугової та круглої; b і d – ширина та діаметр нульового захисного (заземлюючого) провідника відповідно зі смугової та круглої сталі

Занулення частин електроустановки здійснюють за допомогою окремих відгалужень. Послідовне увімкнення частин електроустановки, що занулюються, в нульовий захисний провідник забороняється.

Під один болт на магістралі заземлення дозволяється приєднувати лише один нульовий захисний провідник.

Виконання занулень електроустановок. Електросилові установки. Занулення електросилових установок у будівництві виконують, як правило, з використанням як нульового захисного провідника окремої жили живильного кабелю або спеціально передбаченого для цієї мети дроту, прокладеного спільно зі струмовідними дротами.

Електрообладнання, встановлене на віброуючих або рухомих основах або яке піддається частому демонтажу, занулюють за допомогою гнучких перемичок між корпусом електродвигуна і нерухомою зануленою основою або нерухожим нульовим захисним провідником.

Сталеві нульові захисні провідники приєднують до корпусів апаратів (щитків, шаф тощо) за допомогою болтових з'єднань (рис. 1.41). При цьому контактні поверхні мають бути зачищені до металевого блиску та змащені тонким шаром технічного вазеліну.

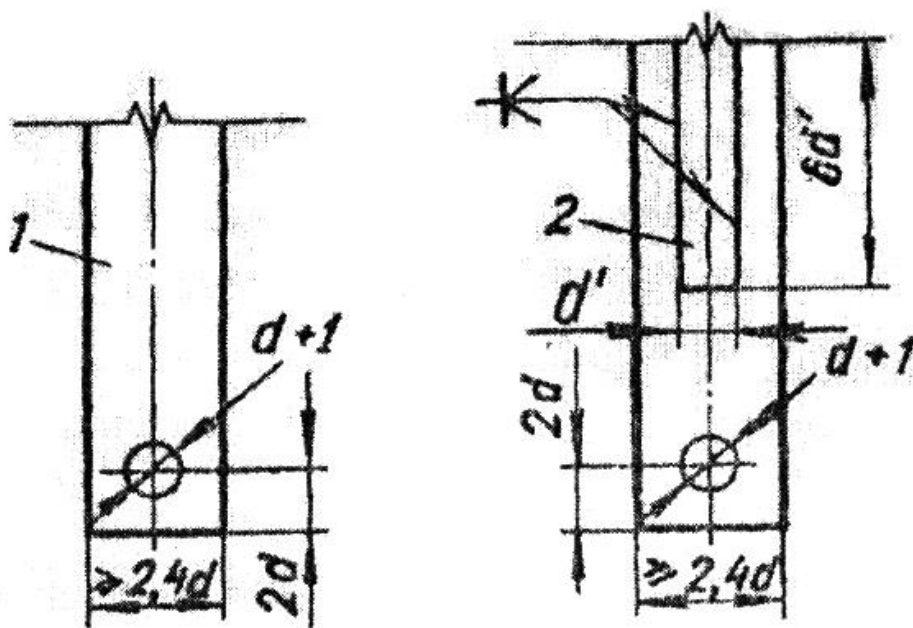


Рис. 1.41. Приєднання сталевих нульових захисних (заземлювальних) провідників до корпусів апаратів: 1, 2 - провідники зі сталі відповідно смугової та круглої;

d – діаметр заземлюючого (занулюючого) болта на апараті; d – діаметр нульового захисного (заземлюючого) провідника з круглої сталі

Мідні та алюмінієві провідники живильних та відхідних приєднань, що використовуються як занулюючі, приєднують до спеціальних болтів апаратів (шаф, збірок тощо), або до загальних нульових шин електроконструкцій, на яких повинні бути передбачені болтові приєднання у необхідній кількості.

Аналогічно приєднують гнучкі перемички від сталевих труб електропроводок, що використовуються як нульові захисні провідники.

До одного занулюючого болта (гвинта) апарата (щитка, шафи, ящика) забороняється приєднувати більше двох нульових захисних провідників. У разі потреби слід збільшити кількість занулюючих болтів.

Встановлені на занулених каркасах (корпусах) щитків, шаф, ящиків, електричні апарати в металевому корпусі додаткового занулення не потребують. Також не вимагають додаткового занулення щитки, шафи та ящики з електрообладнанням, встановлені на занулених основах (опорах). При цьому між зануленою основою та встановленим на ній апаратом, щитком, ящиком у металевому корпусі повинен бути забезпечений надійний металевий контакт.

Металеві дверцята електроконструкцій, якщо на них встановлено електрообладнання, що підлягає зануленню, виконують його за допомогою гнучких мідних перемичок між дверцятами та нерухомим зануленим каркасом.

Не потрібно навмисно занулювати знімні або відкриті частини конструкцій, на яких встановлено занулене електрообладнання, за умови забезпечення надійного електричного контакту між цими конструкціями та встановленим на них зануленим електрообладнанням.

Пересувні електроустановки. При живленні електроприймачів пересувних установок від стаціонарних і пересувних джерел глухозаземленою нейтраллю виконують: занулення, заземлення разом із повторним заземленням, захисне відключення чи занулення разом із захисним вимкненням.

Використовувані для занулення пересувних електроприймачів нульові захисні провідники повинні бути мідними, гнучкими, перебувати у спільній оболонці з фазними провідниками та мати рівний з ними переріз. Корпус електроприймача пересувної установки повинен мати надійний металевий зв'язок із корпусом цієї установки.

ПУЕ і ДСТУ-Н Б А.3.1-25:2014 ставлять цілу низку вимог до заземлення (занулення) будівельних баштових кранів, що пересуваються рейковими коліями та самих рейкових колій.

Металеві корпуси електрообладнання крана заземлюють (зануляють) за допомогою спеціальної жили кабелю живлення. Перетин заземлюючої (нульової захисної) жили має дорівнювати перерізу фазних жил. Цю жилу кабелю, що у загальній оболонці з фазними жилами, приєднують з одного боку до металоконструкції крана, через яку здійснюється електричний контакт з частинами, що підлягають заземленню (зануленню), а з іншого до мережі заземлення (при ізольованій нейтралі джерела живлення) або занулення (при глухозаземленій нейтралі). Як правило, заземлюючу (нульову захисну) жилу кабелю живлення приєднують з боку живлення до заземленого (зануленого) корпусу підключального пункту (ящик з рубильником і запобіжниками, автомат тощо). У мережах з ізольованою нейтраллю при значній відстані від джерела живлення може бути виконано власний заземлюючий пристрій поблизу крана з використанням природних та штучних заземлювачів.

Якщо електрообладнання крана встановлено на його заземлених (занулених) металевих конструкціях і при цьому на опорних поверхнях

передбачені зачищені та незафарбовані місця для забезпечення електричного контакту, додаткового заземлення (занулення) корпусів електрообладнання не потрібно. При цьому має бути забезпечена безперервність електричного ланцюга металевих конструкцій крана.

Рейкові нитки на початку і в кінці шляху, а також кінці рейок, що стикаються, повинні бути надійно з'єднані між собою перемичками (на зварюванні) для створення безперервного електричного ланцюга. Рейки заземлюють (занулюють) сполучним заземлюючим (нульовим захисним) провідником, що прокладається між рейковими коліями та пунктом підключення, корпус якого приєднаний до мережі заземлення (занулення). Як заземлюючі (нульові захисні) провідники і перемички на стиках рейок слід застосовувати круглу сталь діаметром не менше 6 мм (у землі – не менше 10 мм) і смуговим перетином не менше 48 мм², товщиною не менше 4 мм. Заземлюючі (нульові захисні) провідники та перемички приварюють до металевієї пластини розмірами не менше 30x30x3 мм, у свою чергу привареною по нейтральній осі рейки (рис. 1.42).

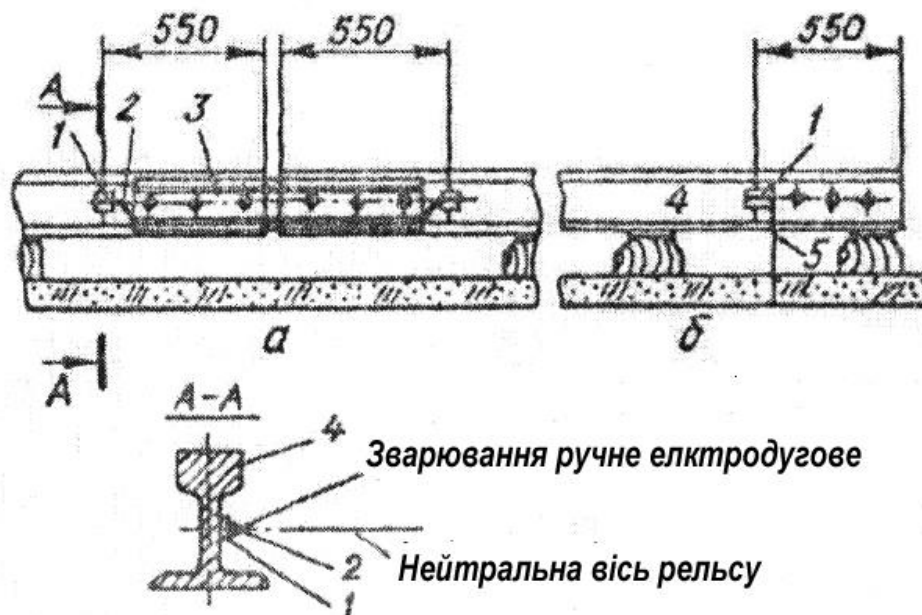


Рис. 1.42. Приєднання перемичок (а) та сполучного провідника (б) до рейок:
1 – проміжна пластинка; 2 – перемичка; 3 – накладка; 4 – рейка; 5 – сполучний провідник

При встановленні крана на відкритому просторі рейкові шляхи також приєднують до додаткових заземлювачів, що розташовані поблизу крана. Їх має бути не менше двох. Кожен із них слід приєднувати двома провідниками до обох рейкових ниток. Сумарний опір додаткових заземлювачів згідно з ДСТУ-Н Б А.3.1-25:2014 має складати не більше 10 Ом при живленні від мережі з глухозаземленою нейтраллю і не більше 4 – при живленні від мережі з ізолюваною. Ці заземлювачі під час занулення виконують функції повторного заземлення.

Як додаткові, в першу чергу, слід використовувати природні заземлювачі, за відсутності – інвентарні і, в останню чергу, необхідно створювати штучні заземлювачі, використовуючи для цієї мети вертикальні електроди з круглої

сталі діаметром 10-20 мм, або з кутової сталі 63х63х4 мм довжиною не менше 2,5 м. Вертикальні електроди з'єднують між собою та з рейковими шляхами, як правило, сталевую смугою розмірами 40х4 мм. Усі з'єднання необхідно зварювати внахлестку.

Кількість вертикальних електродів визначають розрахунком залежно від необхідного опору заземлювача та питомого опору ґрунту.

При застосуванні штучних заземлювачів вертикальні електроди забивають у попередньо вириту траншею глибиною 500-700 мм таким чином, щоб над дном траншеї виступали кінці електродів довжиною 100-200 мм, до яких приварюють сполучні провідники.

Перед засипанням траншеї має бути складено акт огляду прихованих робіт.

При нетривалому терміні експлуатації крана на одному об'єкті (не більше 3 міс.) допускається забивати вертикальні електроди безпосередньо в ґрунт таким чином, щоб довжина частини електрода, що виступає над землею, становила не більше 100 мм.

Після створення заземлюючого пристрою необхідно перевірити його опір і у разі, якщо він перевищує норму, збільшити кількість вертикальних електродів.

Норми випробування пристроїв занулення. Так само, як і заземлюючі пристрої, елементи занулення випробовуються перед здаванням в експлуатацію електроустановок і періодично у процесі експлуатації.

Приймально-здавальні випробування. Обсяг та норми приймально-здавальних випробувань пристроїв занулення регламентує гл. 1.8. ПУЕ.

Перевірка стану елементів заземлюючих пристроїв глухозаземленої нейтралі та повторного заземлення нульового дроту проводиться так само, як і аналогічна перевірка пристроїв заземлення захисного заземлення.

Перевірка цілості мережі занулення виконується шляхом вимірювання опорів окремою ділянкою мережі (перехідних контактів) від глухозаземленої нейтралі до занулюваного обладнання. При цьому можна не вимикати обладнання, що випробуване, але слід попередньо переконатися у відсутності напруги на корпусах електроприймачів.

Опір заземлюючих пристроїв вимірюють приладами М-416, МС-08.

Приймально-здавальна документація з монтажу мереж заземлення та занулення повинна містити:

- виконавчі креслення та схеми заземлюючого пристрою із зазначенням розташування підземних комунікацій;
- акти обстеження прихованих робіт з монтажу штучних заземлювачів та приєднання їх до природних заземлювачів;
- акти огляду та перевірки стану відкрито прокладених нульових захисних провідників;
- протоколи вимірювання опорів основних та повторних заземлювачів, перевірки наявності ланцюга між глухозаземленою нейтраллю та зануленими елементами, перевірки ланцюга «фаза – нуль».

Профілактичні (експлуатаційні) випробування. Норми та порядок періодичної перевірки пристроїв занулення у процесі експлуатації повинні відповідати вимогам додатків Е до ПТЕ.

Перевірки стану елементів заземлювальних пристроїв, надійності природних заземлювачів, вимірювання опорів заземлюючих пристроїв та питомого опору землі проводяться в тому ж обсязі і в ті ж терміни, що й аналогічні перевірки та вимірювання заземлюючих пристроїв захисного заземлення. При вимірі опорів повторних заземлень нульовий дріт мережі слід від'єднувати.

Перевірка цілісності мережі занулення відповідно до ПТЕ та ПТБ в умовах експлуатації повинна проводитись з кожним ремонтом та перестановкою обладнання. Однак, враховуючи важливу роль справного ланцюга занулення корпусів обладнання для надійного захисту від уражень електричним струмом, слід рекомендувати виконувати цю перевірку в усіх випадках не рідше 1 разу на рік, а також при змінах мережі живлення.

В аварійний період, з моменту виникнення замикання фази на корпус і до автоматичного відключення пошкодженої електроустановки від мережі, заземлення електроустановок через нульовий захисний провідник знижує напругу між корпусом і землею.

Повторне заземлення дозволяє знизити напругу нульового дроту і корпусу зануленого обладнання щодо землі при замиканні фази на корпус, як при нормальному режимі, так і при обриві нульового дроту.

При відсутності повторного заземлення нульового дроту при замиканні фази на корпус ділянку нульового дроту в місці замикання і дотику до нього корпусу по відношенню до землі знаходиться під напругою:

$$U_n = I_k Z_n \approx I_k R_n (R_\phi + R_n), \quad (1.56)$$

де I_k – струм, що протікає по ділянці «фазний – нульовий дріт» (струм замикання), А;

Z_n – опір ділянки нульового дроту від джерела живлення до місця приєднання пошкодженого обладнання, Ом;

R_ϕ та R_n – активний опір фазного і нульового дротів мережі, Ом

1.6.3. Захисне вимкнення

Призначення захисного вимкнення – захист від ураження електричним струмом шляхом швидкого автоматичного вимкнення електроустановки від мережі у разі виникнення в ній небезпеки ураження людини електричним струмом.

Область застосування захисного вимкнення – електроустановки напругою до 1000 В з ізолюваною або глухозаземленою нейтраллю. Захисне вимкнення рекомендується застосовувати як основний або додатковий технічний спосіб захисту, якщо безпека не може бути забезпечена шляхом заземлення або занулення або якщо пристрій заземлення (занулення) викликає труднощі через умови виконання або з економічних міркувань. Особливо обґрунтовано застосування захисного вимкнення в електроустановках

напругою до 1000 В, коли складно здійснити заземлення або занулення (наприклад, в електроустановках, розташованих в районах з погано провідними ґрунтами), а також коли існує висока ймовірність дотику людей до струмовідних частин (наприклад, електроустановок приміщень, насичених металевими конструкціями, що мають зв'язок із землею).

Пристрої захисного вимкнення (ПЗВ) широко застосовують в електроустановках (табл. 1.22).

Основні елементи ПЗВ:

- прилад захисного вимкнення, що є сукупністю окремих елементів, які сприймають вхідну величину, реагують на її зміни і при заданому значенні дають сигнал на вимкнення вимикача. Прилад може реагувати на потенціал корпусу, струм замикання на землю, напругу та струм нульової послідовності, оперативний постійний струм;
- виконавчий орган – автоматичний вимикач, який забезпечує вимкнення відповідної ділянки електроустановки при отриманні сигналу від захисного вимкнення. В електроустановках напругою до 1000 В як вимикачі, що задовольняють вимогам захисного вимкнення, застосовують контактори, магнітні пускачі, автоматичні вимикачі з незалежним розчіплювачем, спеціальні вимикачі для пристроїв захисного вимкнення.

Основні вимоги до ПЗВ: висока чутливість, малий час вимкнення, селективність дії, здатність здійснювати самоконтроль справності, висока надійність.

Захисним вимкненням називається система захисту, що забезпечує автоматичне вимкнення усіх фаз або полюсів аварійної ділянки мережі протягом не більше 0,2 с. Така система може бути застосована для будь-якої системи заземлення як з ізольованою, так і глухозаземленою нейтраллю (рис. 1.43).

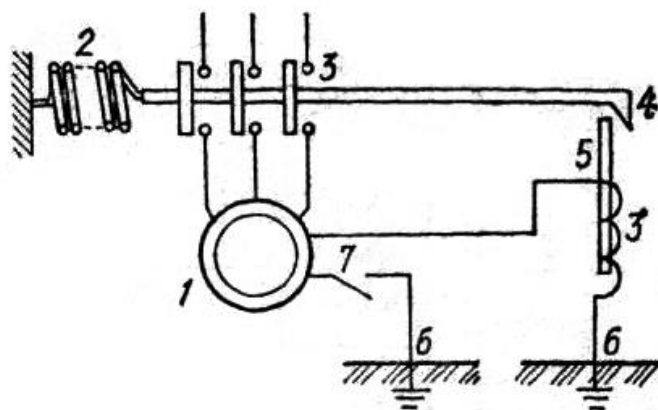


Рис. 1.43. Принципова схема захисного вимкнення: 1 – корпус електроприймача; 2 - пружина, що вмикає; 3 - котушка, що вмикає; 4 - клямка, що утримує заземлювачі мережевого контакту; 5 - сердечник котушки; 6 – заземлювач; 7 – з'єднувальний контакт

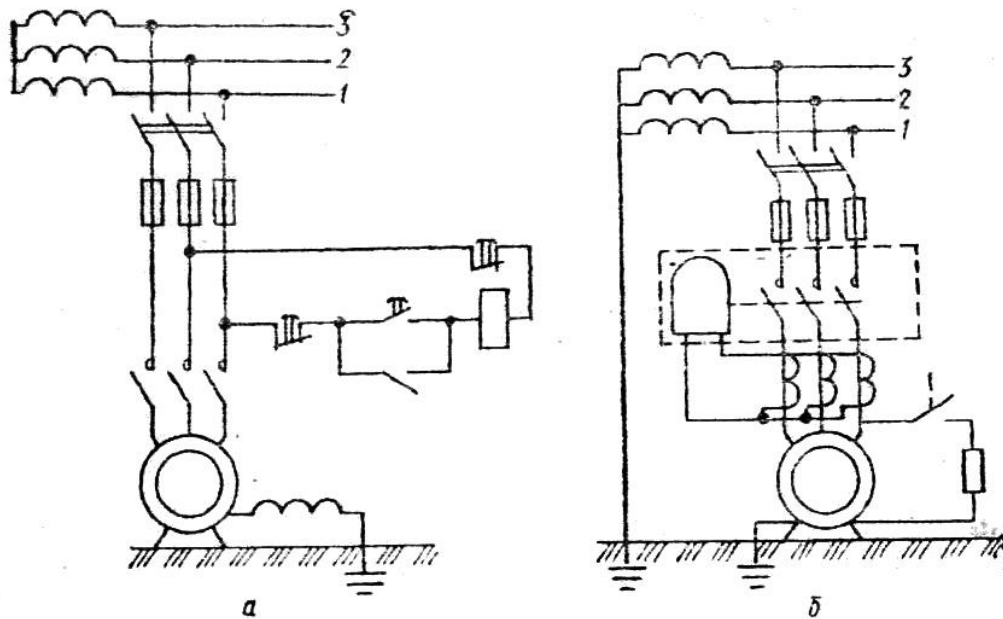


Рис. 1.44. Схема захисного вимкнення електроустановки з ізолюваною (а) та глухозаземленою (б) нейтраллю

Відповідно до ПУЕ захисне вимкнення рекомендується застосовувати:

1) В електроустановках з ізолюваною нейтраллю, до яких ставляться підвищені вимоги щодо безпеки, на додаток до улаштування заземлень використовують автоматичні пристрої, що вимикають (рис. 1.44, а).

2) В електроустановках з глухозаземленою нейтраллю напругою до 1000 В замість приєднання корпусів обладнання до заземленого нейтрального дроту, якщо виконання цього приєднання викликає утруднення; при цьому електроустановка, що захищається, повинна мати заземлюючий пристрій (рис. 1.44, б).

3) У пересувних установках, якщо заземлення їх може бути виконано відповідно до вимог ПУЕ.

Захисне вимкнення доцільно використовувати у мережі напругою 380/220 В.

Недоліком захисного вимкнення є можлива відмова у вимкненні у разі пригорання контактів комутаційного пристрою або обриву дротів.

Замикання на землю, навіть неповне, призводить до зниження загального опору мережі щодо землі. Цей опір зменшується також при зниженні опору ізоляції без замикання на землю, навіть якщо опори фаз щодо землі залишаються симетричними.

Напруга корпусу щодо землі, струм замикання на землю, напруга нульової послідовності, напруги фаз щодо землі тощо можуть бути сприйняті чутливим елементом (датчиком) автоматичного пристрою як вхідна величина. При певному значенні вхідної величини захисне вимкнення спрацьовує та вимикає електроустановку.

Залежно від того, що є вхідною величиною, на зміну якої реагує захисне вимкнення, виділяють такі схеми: на напрузі корпусу щодо землі; на струмі замикання на землю; на напрузі нульової послідовності; на напрузі фази щодо землі; на струмі нульової послідовності; вентильні; на постійному та змінному

оперативному струмі; комбіновані.

Відповідно до ДСТУ Б В.2.5-82:2016 «Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом» при живленні пересувних та переносних струмоприймачів від мережі з глухозаземленою або ізольованою нейтраллю напругою до 1000 В захисне вимкнення повинно застосовуватися у поєднанні із зануленням (заземленням) металевих корпусів електрообладнання. При цьому ДСТУ допускає можливість застосування занулення (заземлення) без захисного вимкнення.

На рис. 1.45 наведено ПЗВ типу ІЕ-9813. Пристрій ІЕ-9813 призначений для роботи в мережі трифазного струму напругою 380 або 220 В з глухозаземленою нейтраллю і захищає від ураження електричним струмом при виникненні трьохфазних витоків струму на землю.

Технічна характеристика ПЗВ ІЕ-9813

Потужність обслуговуваних електродвигунів	4/2,2 кВт	
Напруга мережі живлення (лінійна)	380/220 В ± 10%	
Рід струму мережі	змінний трифазний з глухозаземленою нейтраллю	
Частота	50 Гц ± 5%	
Номінальна сила струму обслуговуваної електроустановки	10 А	
Принцип дії захисту	захисне вимкнення	
Установка захисту при однофазному витоку на землю	(10 ± 2) мА	
Час спрацьовування захисту	≤ 0,05 с	
Сигналізація пошкодження	світлова	
Робоче становище	вертикальне	
Габарити	довжина	295 мм
	ширина	117 мм
	висота	113 мм
Маса без кабелю		2,8 кг

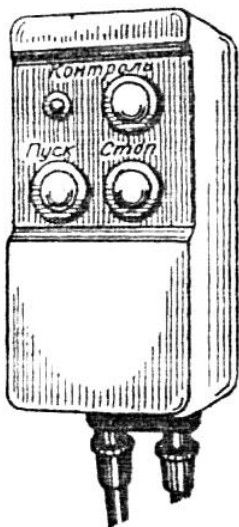


Рис. 1.45. Пристрій захисного відключення ІЕ-9813

Забороняється робота ПЗВ ІЕ-9813 на відкритих будівельних майданчиках під час атмосферних опадів та при прямому впливі сонячної радіації. На відміну від інших типів ПЗВ в ІЕ-9813 використані перспективні електромеханічні та електронні прилади: геркон, транзистори, тиристор тощо. Живлення електронної схеми пристрою виконано без знижуючого трансформатора, що дозволило зменшити габарити та масу пристрою.

Справність увімкненого пристрою контролюється натисканням кнопки «Контроль». При цьому імітується опір витоку і вимкнення пристрою свідчить про його справність. Пристрій дозволяє контролювати цілісність нульового захисного провідника до введення

в ПЗВ через нульовий захисний провідник струму схеми живлення пристрою. При обриві нульового захисного провідника схема ПЗВ втрачає живлення та пристрій вимикається.

Застосування ПЗВ під час виконання будівельно-монтажних робіт покликане підвищити безпеку експлуатації переносних та пересувних електроприймачів.

Захисне вимкнення – швидкодіючий захист, що забезпечує автоматичне вимкнення електроустановки при виникненні в ній небезпеки ураження струмом.

Забезпечення безпеки досягається тим, що улаштування захисного вимкнення повинне здійснювати такі функції:

- захист при глухих або неповних замиканнях на землю чи корпус;
- захист при появі небезпечних струмів витоку;
- захист при переході більш високої напруги на нижчу; попередній контроль опору ізоляції перед кожним увімкненням електроустановки;
- автоматичний контроль ланцюга захисного заземлення або занулення;
- автоматичний контроль або періодичний ручний контроль справності улаштування захисного вимкнення.

Таблиця 1.22

Області застосування, переваги та недоліки ПЗВ різних типів

Параметр, на який реагує ПЗВ	Галузь застосування	Переваги	Недоліки
1	2	3	4
потенціал корпусу	мережі напругою до 1000 В з ізолюваною або глухозаземленою нейтраллю, коли системи захисного заземлення або занулення малонадійні або недостатньо ефективні; електроустановки індивідуального заземлення	простота схеми	необхідність мати заземлення ПЗВ; неселективність вимкнення у разі приєднання кількох електроустановок до одного заземлювача; відсутність самоконтролю справності
струм замикання на землю	електроустановки з ізолюваними від землі корпусами (переносний ручний електроінструмент, пересувні електроустановки) мереж напругою до 1000 В з ізолюваною або глухозаземленою нейтраллю (зв'язок корпусів електроустановок із землею та між корпусами тільки через реле струму)	простота схеми та конструкції; висока надійність та чіткість спрацьовування; селективність	втрата роботспроможності ПЗВ під час обриву заземлюючого або нульового захисного провідника; порушення селективності роботи при наявності металевого зв'язку між корпусами електроустановок; відсутність самоконтролю справності

1	2	3	4
напруга нульової послідовності	трифазні, трьохпровідні мережі до 1000 В малої протяжності з ізольованою нейтраллю, високим опором ізоляції та невеликою ємністю щодо землі	простота схеми; надійність спрацьовування при глухих замиканнях на землю; вимкнення мережі при переході на неї вищої напруги трансформатора	нечутливість до симетричного зниження ізоляції дротів щодо землі; можливість помилкових вимкнень при великих опорах реле та фільтрів; відсутність самоконтролю справності; неселективність спрацьовування
струм нульової послідовності	мережі з ізольованою або глухозаземленою нейтраллю як додатковий технічний спосіб захисту до захисного заземлення або занулення, а також як самостійний технічний захід захисту замість захисного заземлення або занулення	можливість застосування в мережах будь-якої напруги та будь-якого режиму роботи нейтралі; забезпечення безпеки людини при дотику до корпусу, що опинився під напругою, та до фазного провідника мережі; висока надійність; незалежність роботи від значень опору заземлень	вплив місця установки на чіткість та надійність спрацьовування в мережі з ізольованою нейтраллю; нечутливість до симетричного зниження ізоляції провідників відносно землі; складність конструкції
оперативний постійний струм	мережі до 1000 В з ізольованою нейтраллю невеликої протяжності; самостійний та додатковий до захисного заземлення технічний спосіб захисту	наявність самоконтролю справності; забезпечення безпеки людини при дотику до корпусу, що опинився під напругою, та до фазного провідника мережі; забезпечення постійного автоматичного контролю опору ізоляції відносно землі усієї мережі; наявність самоконтролю справності	складність улаштування; зниження ефективності у розгалужених мережах; неселективність спрацьовування

1.6.4. Електроінструменти

На будівельному майданчику електроінструменти повинні зберігатися у сухому приміщенні.

Контроль безпеки та справності електроінструменту здійснюється спеціально призначеною особою, яка має кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижче III.

Справність інструменту полягає: у швидкому увімкненні та вимкненні від електромережі, відсутності доступних для випадкового дотику струмовідних частин та дротів, відсутності обриву заземлювального дроту електроінструменту. Один раз на місяць необхідно переконатися у відсутності замикань на корпус інструменту, оглянути цілісність ізоляції дротів. Перед видачею електроінструменту робітнику перевіряється затяжка болтів, кріпильних вузлів, окремих деталей, справність редуктора обертанням шпинделя рукою при відключеному електродвигуні, стан щіток та колектора, цілісність ізоляції, відсутність оголення дротів. Видавати робітникам інструмент, який має дефекти, категорично забороняється.

Експлуатація електроінструменту та ручних електричних машин

Відповідно до ДСТУ EN 60204-1:2015 та ДСТУ EN 62841-1:2017 електроінструмент та ручні електричні машини за способом захисту людини від ураження електричним струмом поділяються на три класи:

I – вироби з робочою ізоляцією всіх деталей, що знаходяться під напругою, та штепсельними вилками із заземлюючим (занулюючим) контактом;

II – вироби, які мають всі деталі, що знаходяться під напругою, мають подвійну або посилену ізоляцію. Ці вироби не мають пристроїв для заземлення (занулення);

III – вироби на номінальну напругу не більше 42 В, у яких ні внутрішні, ні зовнішні електричні ланцюги не знаходяться під іншою напругою. Електроінструмент та ручні електричні машини класу III призначені для живлення від автономного джерела струму або від загальної мережі через розділовий трансформатор або перетворювач, напруга холостого ходу яких не перевищує 50 В, а вторинний електричний ланцюг не з'єднаний із землею. Підключати вироби класу III до електромережі через автотрансформатор, опір або потенціометр забороняється.

Номінальна напруга електроінструменту та ручних електричних машин класів I та II не повинна перевищувати: 220 В – для виробів постійного та 380 В – для виробів змінного струму.

За ступенем захисту від вологи електроінструмент та ручні електричні машини виготовляють в одному з наступних виконань: незахищені, брызкозахищені, водонепроникні. Умовні позначення електроінструменту та ручних електричних машин класу II та брызкозахищених (наносяться заводом-виробником на видному місці) наведено на рис. 1.46.



*Рис. 1.46. Знаки електроінструменту та ручних електричних машин:
а – класу 2;
б - брызкозахищених*

Залежно від категорії приміщення (умов робіт) за ступенем небезпеки ураження електричним струмом відповідно до вимог ПТБ слід застосовувати електроінструмент та ручні електричні машини не нижче наступних класів:

- класу I – у приміщеннях без підвищеної небезпеки із застосуванням електрозахисних засобів. Допускається працювати без застосування електрозахисних засобів, якщо ручна електрична машина або електроінструмент отримує живлення від роздільного трансформатора, автономної двигуно-генераторної установки, перетворювача частоти струму з роздільними обмотками або через пристрій захисного вимкнення;
- класів II та III – у приміщеннях з підвищеною небезпекою та поза приміщеннями. При користуванні виробами класів II та III дозволяється працювати без застосування електрозахисних засобів, крім виконання будівельно-монтажних робіт, коли при роботі з електричними ручними машинами та інструментом класу II необхідно використовувати засоби індивідуального захисту. У порядку виключення при виконанні різних видів робіт (крім будівельно-монтажних) допускається з дозволу особи, відповідальної за електрогосподарство, застосування машин та інструменту класу I (у приміщеннях підвищеної небезпеки, особливо небезпечних та поза приміщеннями) та класу II (у приміщеннях особливо небезпечних) за умови, що машина або інструмент отримує живлення від автономної двигун-генераторної установки, розділового трансформатора, перетворювача частоти струму з роздільними обмотками або за наявності пристрою захисного вимкнення;
- класу III – в особливо небезпечних приміщеннях, а також за несприятливих умов (у котлах, баках тощо). При виконанні будівельно-монтажних робіт у цих умовах – з обов'язковим застосуванням засобів індивідуального захисту.

Обмеження та жорсткіші вимоги ПТБ при застосуванні машин та інструменту в умовах виконання будівельно-монтажних робіт відповідають вимогам ДСТУ Б А.3.2-13:2014 «Будівництво. Електробезпеність. Загальні вимоги».

Як електрозахисні засоби при експлуатації електроінструменту та ручних електричних машин повинні застосовуватися: діелектричні рукавички – як основний засіб захисту та діелектричні гумові килими або калоші – як один з додаткових.

До роботи з електроінструментом та ручними електричними машинами допускаються особи, що мають I групу з електробезпеки, а до роботи з інструментом та машинами класу I у приміщеннях з підвищеною небезпекою ураження струмом, особливо небезпечних та поза приміщеннями – з групою з електробезпеки не нижче II.

Електроінструмент і ручні електричні машини повинні бути забезпечені незнімним гнучким кабелем зі штепсельною вилкою і мати такий пристрій для закріплення кабелю, щоб жили не піддавалися натягу і скручування в місці їх з'єднання з затискачами, а їх оболонка була захищена від стирання.

Живлення інструменту та машин окремими дротами забороняється. Незнімний гнучкий кабель інструменту та машин класу I повинен мати окрему

жили, що з'єднує спеціальний заземлюючий затискач інструменту або машини із заземлюючим контактом штепсельної вилки. Довжина нульової захисної (заземлюючої) жили кабелю в місці кріплення до інструменту (машини) повинна бути такою, щоб при послабленні кріплення та появі зусиль, що висмикують, першими обривалися струмовідні жили. Біля заземлюючого затискача інструменту або машини (болта, гвинта) повинен бути розміщений знак заземлення, що нестирається при експлуатації.

Не дозволяється використовувати для заземлення (занулення) болти та гвинти, що виконують роль кріпильних деталей. Перетин нульової захисної (заземлюючої) жили має бути рівним перерізу струмовідних жил. Використання для занулення нульового робочого провідника, що знаходиться у кабелі живлення, забороняється. Машини та інструмент класів II та III заземлювати (занулювати) забороняється. Вимикач повинен бути розташований на корпусі інструменту (машини) і одночасно вимикати усі фази мережі.

Приєднання до мережі однофазного електроінструменту та ручної електричної машини класу I слід виконувати трижильним кабелем: дві жили – струмовідні, третя – для заземлення (занулення). Трифазний інструмент і машини класу I приєднують до мережі чотирижильний кабель, одна жила якого служить для заземлення (занулення), а три є струмовідними. Занулення (заземлення) машин та інструменту класу I не потрібно при живленні через розділовий трансформатор (рис. 1.47).

Низка важливих вимог пред'являється до конструкції штепсельних з'єднань електроінструменту та ручних електричних машин. Одна з них має принципове значення з точки зору забезпечення електробезпеки: конструкція штепсельних вилок інструменту та машин одного класу або частоти струму не повинна допускати зчленування з розетками, призначеними для підключення інструменту та машин інших класів або іншої частоти струму. Особливо важливо виключити можливість помилкових увімкнень інструменту та машин класу III на напругу вище 42 В.

Під час роботи машин II класу необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту. В особливо небезпечних приміщеннях дозволяється працювати електроінструментом на напругу 36 В з обов'язковим застосуванням захисних засобів. За цих умов необхідно застосовувати електричні машини III класу.

Корпус електроінструменту на напругу більше 36 В повинен мати спеціальний затискач для приєднання заземлюючого дроту з відмітним знаком «З», або «Земля». Для приєднання електроінструменту до мережі повинен застосовуватися кабель, а при застосуванні гнучкого багатожильного дроту (типу ПРГ) з ізоляцією на напругу не нижче 500 В цей дріт розміщується у гумовому шлангу (рис. 1.47).

Для забезпечення безпеки та справності електроінструменту та ручних електричних машин у кожній будівельно-монтажній організації має бути призначена наказом відповідальна особа, яка має групу з електробезпеки не нижче III, яка зобов'язана вести журнали інвентарного обліку, періодичної перевірки та ремонту інструменту та машин.

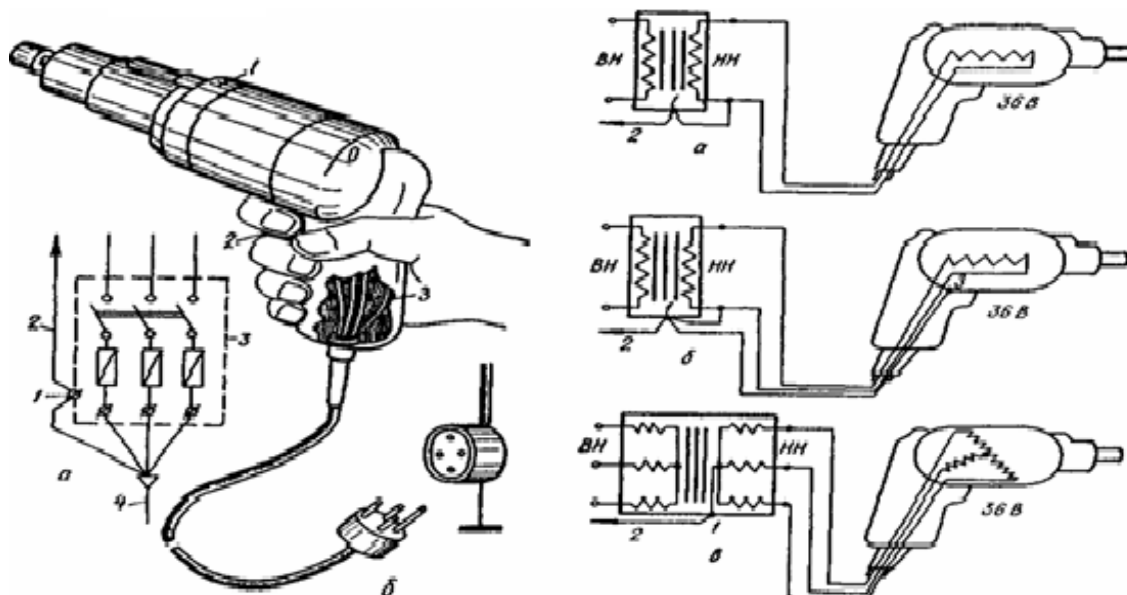


Рис. 1.47. Підключення електроінструменту до мережі через знижуючий трансформатор та його заземлення: а, б – мережа однофазного струму, напругою 36 В і більше; в – мережа трифазного струму, напруга 36; 1 – заземлюючий затискач; 2 – заземлюючий дріт; 3 – кріплення заземлюючої жили дроту до корпусу електроінструменту; 4 – шнур.

Застосовувати інструмент та машини допускається лише відповідно до призначення, зазначеного у паспорті заводу-виробника. Кожна машина та інструмент повинні мати інвентарний номер.

Електроінструмент, ручні електричні машини та допоміжне обладнання (трансформатори, перетворювачі частоти струму, пристрої захисного вимкнення, кабелі-подовжувачі тощо) підлягають періодичній перевірці не рідше одного разу на 6 місяців спеціально закріпленим персоналом з групою з електробезпеки не нижче III із записом в журнал. До обсягу періодичної перевірки входять: зовнішній огляд; вимірювання опору ізоляції (виконується мегаомметром на 500 В при увімкненому вимикачі; опір ізоляції має бути $\geq 0,5$ МОм для інструменту та машин класу I, III та ≥ 2 – для класу II); контроль справності ланцюга заземлення (занулення); перевірка роботи на холостому ході протягом не менше 5 хвилин.

Перевірка справності ланцюга заземлення (занулення) інструменту та машин класу I відповідно до ДСТУ EN 62841-1:2017 повинна бути виконана пристроєм на напрузі не більше 12 В, що підключається до заземлюючого контакту штепсельної вилки та доступної для дотику металевої частини інструменту або машини. Інструмент або машину вважають справними, якщо пристрій покаже наявність струму. Ця перевірка здатна виявити два дефекти: несправність ланцюга заземлення (занулення); помилкове підключення до корпусу інструменту або машини фазного дроту замість заземлюючого (нульового захисного).

Другий із зазначених дефектів є причиною більш ніж 22% електротравм при роботах із застосуванням електроінструменту та машин. Тому перевіркам справності ланцюга заземлення (занулення) поряд з перевірками правильності монтажу подовжувачів при експлуатації електроінструменту та ручних

електричних машин класу I слід приділяти найсерйознішу увагу при усіх видах профілактичних випробувань, особливо після поточних ремонтів кабелів та штепсельних з'єднань. Справність цих ланцюгів – не єдина умова захисту від уражень, спричинених замиканнями на корпус. У мережі з глухозаземленою нейтраллю не менш важливим є наявність і правильний вибір струмів спрацьовування апаратів захисту.

Перед кожною видачею інструменту або машини на руки робітнику та перед початком робіт слід перевіряти: комплектність та надійність кріплення деталей; справність кабелю, його захисної трубки та штепсельної вилки; цілісність ізоляційних деталей корпусу, рукоятки та кришок щіткотримачів, наявність захисних кожухів та їх справність; чіткість роботи вимикача; справність ланцюга занулення (заземлення); роботу на холостому ході.

Забороняється видавати інструмент або машину, у яких виявлено невідповідність хоча б однієї з перелічених вимог, а також із простроченою датою періодичної перевірки. Перевірку та отримання на руки інструменту або машини слід фіксувати у журналі видачі підписами видавця та одержувача.

Приєднання до електричної мережі та від'єднання електроінструменту та ручних електричних машин за допомогою штепсельних з'єднань, що відповідають вимогам безпеки, дозволяється виконувати персоналу, допущеному до роботи з інструментом та машинами. Підключення до мережі допоміжного обладнання (знижувальних та розділових трансформаторів, перетворювачів частоти струму, пристроїв захисного вимкнення тощо) та подовжувачів дозволяється проводити тільки особам електротехнічного персоналу, які мають групу з електробезпеки не нижче III.

При експлуатації інструменту та машин необхідно дотримуватись усіх вимог інструкції з їх експлуатації, дбайливо поводитися з ними, не піддавати їх ударам, перевантаженням, впливу бруду, нафтопродуктів. Кабель інструменту та машини слід захищати від механічних пошкоджень шляхом підвішування або закриття (у місцях проходів) захисним коробом. Не допускається дотик кабелю з гарячими та масляними поверхнями. Відстань від прокладеного кабелю до гарячих поверхонь та балонів з киснем має бути не менше 0,5 м, а до трубопроводів із горючими газами – не менше 1 м.

Інструмент або машина повинні бути відключені вимикачем при раптовій зупинці (заклинювання деталей, що рухаються, зникнення напруги в мережі тощо). Інструмент або машину відключають від мережі штепсельною вилкою при зміні робочого інструменту, установці насадок та регулюванні, при перенесенні їх з одного робочого місця на інше, при перерві в роботі, після закінчення роботи (або зміни).

Виконувати роботи, при виконанні яких може бути пошкоджена ізоляція електричних дротів та установок (свердління отворів та пробивання борозен у стінах, панелях та перекриттях, в яких може бути розташована прихована електропроводка), слід після вимкнення цих дротів та установок від джерел живлення. При цьому приймають заходи щодо попередження помилкової появи на них напруги. Зазначені роботи здійснює електротехнічний персонал або під його наглядом інші робітники, які пройшли позаплановий інструктаж з

виконуваної роботи. Виконавцям мають бути видані на руки схеми розташування прихованих електропроводок.

І ручний електроінструмент, і допоміжне обладнання підлягають періодичній перевірці не рідше одного разу на 6 місяців. До періодичної перевірки входять: зовнішній огляд; вимірювання опору ізоляції; контроль справності ланцюга заземлення; перевірка роботи на холостому ходу протягом не менше 5 хвилин.

Перевірка справності ланцюга заземлення інструменту та машин класу I, відповідно до ДСТУ EN 62841-1:2017, повинна бути виконана пристроєм на напрузі 12 В з підключенням до заземлюючого контакту штепсельної вилки та доступної для дотику металевої частини інструменту та машини. Інструмент та машину вважають несправними, якщо пристрій покаже наявність струму.

При організації робочого місця необхідно передбачати підвіску дротів, кабелів так, щоб вони не торкалися металевих, гарячих, вологих, масляних поверхонь або предметів.

Під час перерви в роботі та припинення подачі струму, електроінструмент повинен вимикатися від мережі.

Робітникам, які отримали електроінструменти, категорично забороняється: передавати інструмент іншим особам, розбирати та виконувати його ремонт, триматися за дріт і торкатися ріжучих частин, що обертаються, видаляти стружки, тирсу та пил під час роботи або до повної зупинки, працювати на висоті 2,5 м з використанням приставних драбин. При роботі на вулиці в період грози, туману, дощу всі роботи мають бути припинені.

Під час експлуатації електроінструменту та ручних електричних машин забороняється:

- підключати інструмент та машини до мережі без допомоги штепсельних з'єднань;
- знімати з інструменту та машини засоби віброзахисту та управління робочим органом;
- залишати без нагляду інструмент або машину, приєднану до мережі живлення;
- передавати інструмент, машину особам, які мають права користування ними;
- працювати інструментом, машинами з приставних драбин, розсувних драбин, не обладнаних майданчиками з огорожею;
- натягувати та перекручувати кабель, піддавати його механічним навантаженням (наприклад, ставити на нього вантаж);
- перевищувати гранично допустиму тривалість роботи, зазначену у паспорті інструменту або машини;
- експлуатувати на відкритих майданчиках під час снігопаду або дощу електроінструмент та ручні електричні машини, що не мають відмітних знаків (рис. 1.46).

Не допускається експлуатувати інструмент або машину у разі виникнення хоча б однієї з наступних несправностей:

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

- нечіткої роботи вимикача;
- іскріння щіток на колекторі, що супроводжується появою кругового вогню з його поверхні;
- появи диму або запаху, характерного для ізоляції, що горить;
- появи тріщин у корпусній деталі, рукоятці, захисній огорожі;
- ушкодження робочого інструменту;
- появи підвищеного шуму, стукоту, вібрації;
- витікання мастила з редуктора чи вентиляційних каналів.

Після закінчення роботи або зміни інструмент або машину необхідно очистити від пилу та бруду та здати особі, відповідальній за їх справний стан.

Організація, що експлуатує електроінструмент і ручні електричні машини, повинна забезпечити їх технічне обслуговування спеціально підготовленим персоналом (електромонтером, електрослюсарем), що має групу з електробезпеки не нижче III. Ремонт інструменту та машин повинна проводити спеціалізована організація (підрозділ).

Інструмент та машини слід зберігати у сухому приміщенні, обладнаному спеціальними стелажми, ящиками, що забезпечують збереження інструменту та машин. Забороняється складувати інструмент та машини без упаковки у два та більше рядів.

При роботі в приміщеннях без підвищеної небезпеки напруга електроінструменту повинна бути не більш за 220 В. При роботі в приміщеннях з підвищеною небезпекою і поза приміщеннями напруга електроінструменту повинна не перевищувати 36 В.

При неможливості подати напругу 36 В дозволяється робота електроінструменту напругою до 220 В за наявності захисного вимкнення або належного заземлення корпусу з використанням захисних засобів (коврика, калош, діелектричних рукавичок). У цих умовах необхідно використовувати електричні машини II і III класів за ДСТУ EN 62841-1:2017.

Основне силове електрообладнання (трансформатори, магнітні станції, розподільні щити) перевіряється безпосередньо після встановлення на будівельному майданчику. Електронагрівачі бункерів, самоскидів, інвертарні щити опалубки, що гріє, перевіряються систематично не рідше одного разу за зміну. Ця перевірка полягає у візуальному огляді та контролі опору ізоляції кабелів, дротів, споживанням струму, тобто – у перевірці рівномірності завантаження трансформатора по фазах та відсутності перевантаження по контрольним амперам. Періодичні випробування ізоляції, що проводяться вимірами опору та електричної міцності ізоляції, є одним з основних заходів попередження травматизму.

Опір ізоляції дротів в установках з напругою до 1000 В на окремих ділянках (між запобіжниками та струмоприймачем) повинен бути не менше 0,5 МОм (500 000 Ом). У вогких приміщеннях, де ізоляція може поглинати вологу і втрачати свої захисні властивості, опір ізоляції перевіряють один раз на рік, а особливо вогких – не рідше двох разів на рік.

У тих випадках, коли силові освітлювальні проводки мають знижений

опір, необхідно негайно вживати заходів щодо відновлення ізоляції або заміни дротів. За нормами допускається нагрівання проводів до 40 °С понад температуру навколишнього середовища 25 °С. При нагріванні проводів до 48 °С час служби ізоляції скоротиться наполовину, а при нагріванні до 64 °С – у 8 разів. Проведені дослідження показують, що тривалість служби ізоляції класу А (бавовна, папір, просочені або занурені в ізоляційний матеріал) в електродвигунах за температури 105 °С становить 15-20 років. У разі підвищення температури до 140 °С термін експлуатації скорочується до кількох місяців. Швидке старіння супроводжується зменшенням еластичності та механічної міцності. Ізоляція тріскається, ламається і навіть можливий її пробій. Внаслідок перегріву дротів, крім травмування робітників, з'являється можливість виникнення пожеж. Якщо миттєво не відключити таку ділянку мережі, неминуче загоряння ізоляції дротів. Тому відстань від горючих конструкцій будівель до реостатів (всіх виконань), а також до електродвигунів та апаратів (за винятком закритих) має бути не менше 1,5 м.

1.6.5. Захист від електромагнітних полів та випромінювання

На організм людини постійно діють електромагнітні поля та випромінювання. Основними їх природними джерелами є електромагнітне поле Землі, радіовипромінювання Сонця, атмосферні електричні поля тощо.

Електромагнітні поля та випромінювання виникають при роботі систем електропостачання та різноманітних машин і механізмів, що використовуються у різних галузях виробництва для індукційної та діелектричної термообробки різних матеріалів, збагачення корисних копалин, очищення повітря, отримання плазмового стану речовини, телебачення, радіомовлення, зв'язку і т.п.

Джерелами електромагнітних випромінювань радіочастот є потужні радіостанції, генератори надвисоких частот, установки індукційного і діелектричного нагрівання, радары, вимірювальні і контрольні пристрої, дослідницькі установки, височастотні прилади і пристрої. Електростатичні поля та електромагнітні випромінювання у широкому діапазоні частот виникають при роботі персональних електронно-обчислювальних машин і відео дисплейних терміналів. Джерелами електромагнітних полів промислової частоти є будь-які електроустановки і струмоводи промислової частоти. Чим вище напруга і більше струм, що протікає в них, тим вище напруженість полів.

Діапазон природних і штучних полів дуже широкий: починаючи від постійних магнітних і електростатичних полів і закінчуючи рентгенівським і гамма-випромінюванням частотою $3 \cdot 10^{21}$ Гц і вище. Кожний з діапазонів електромагнітних випромінювань по-різному впливає на живий організм. У цьому розділі розглядаються питання захисту від електромагнітних полів та електромагнітних випромінювань з частотою від 3 до $3 \cdot 10^{12}$ Гц, які прийнято відносити до випромінювань радіочастотного діапазону. Властивості і дія цього випромінювання на людину суттєво відрізняються від випромінювань оптичного діапазону (інфрачервоного, видимого, ультрафіолетового) та

іонізуючих випромінювань.

До радіохвильового діапазону відносяться електромагнітні випромінювання з частотою від 3 до $3 \cdot 10^{12}$ Гц. Номенклатура діапазонів частот електромагнітних полів (ЕМП) наведена у табл. 1.23.

Таблиця 1.23

Характеристика спектру електромагнітних випромінювань

Назва діапазону	Діапазон частот	Довжина хвилі	Назва хвилі
низькі частоти (НЧ)	0,003 – 0,3 Гц	$10^7 - 10^6$ км	інфранизькі
	0,3 – 3,0 Гц	$10^6 - 10^4$ км	низькі
	3,0 – 300 Гц	$10^4 - 10^2$ км	промислові
	300 Гц – 30 кГц	$10^2 - 10$ км	звукові
високі частоти (ВЧ)	30 – 300 кГц	10 – 1 км	довгі
	300 кГц – 3 МГц	1 км – 100 м	середні
	3 – 30 МГц	100 – 10 м	короткі
ультрависокі частоти (УВЧ)	30 – 300 МГц	10 – 1 м	ультракороткі
надвисокі частоти (НВЧ)	300 МГц – 3 ГГц	100 – 10 см	дециметрові
	3 – 30 ГГц	10 – 1 см	сантиметрові
	30 – 300 ГГц	10 – 1 мм	міліметрові

Електромагнітне поле (електромагнітне випромінювання) оцінюється векторами напруженості електричного E (В/м) і магнітного H (А/м) полів, що характеризують силові властивості ЕМП.

У діапазоні частот до 300 МГц біля джерела випромінювання виділяють ближню зону чи зону індукції і далеку зону чи хвильову. У зоні індукції електричне і магнітне поля можна вважати незалежними одне від одного. У хвильовій зоні, де вже сформувалася електромагнітна хвиля, при поширенні у вакуумі і повітрі ці величини зв'язані співвідношенням $E=377 H$. В електромагнітній хвилі вектори E і H завжди взаємно перпендикулярні. Довжина хвилі λ , частота коливаль f і швидкість поширення електромагнітних хвиль у повітрі c зв'язані співвідношенням $c = \lambda f$.

Електромагнітне випромінювання у хвильовій зоні прийнято характеризувати інтенсивністю випромінювання I (густина потоку енергії), що у загальному виді визначається векторним добутком E і H і для сферичних хвиль при поширенні в повітрі може бути виражена:

$$I = \frac{P_{дж}}{4 \cdot \pi \cdot r^2}, \text{ Вт/м}^2, \quad (1.57)$$

де $P_{дж}$ – потужність джерела, Вт;
 r – відстань від джерела, м.

Для оцінки впливу електромагнітного поля на людину використовується поняття потужності поглиненого тілом людини випромінювання P , Вт:

$$P = I \cdot S_{ef}, \quad (1.58)$$

де S_{ef} – ефективна поглинаюча поверхня тіла людини, м^2 .

Слід відзначити, що у виробничому приміщенні електромагнітне поле від джерела спотворюється так званим «полем вторинного випромінювання», тобто електромагнітним полем, відбитим від різноманітних поверхонь. Вторинне випромінювання накладається на основне поле і змінює його параметри. Розрахувати параметри поля вторинного випромінювання і, тим більше, результативного поля практично неможливо.

Електромагнітні поля та випромінювання можуть негативно впливати на людину. Характер цього впливу залежить від діапазону частот, інтенсивності та тривалості дії випромінювання, розміру поверхні тіла, що опромінюється, та індивідуальних особливостей організму. Розрізняють термічну (теплову) дію та функціональні й морфологічні зміни.

Первинним проявом дії електромагнітної енергії є нагрів, який може призвести до змін і навіть до ушкодження тканин і органів тіла людини. Підвищення температури може бути загальним або мати локальний характер. Нагрів особливо небезпечний для органів зі слабкою терморегуляцією та для тих, у складі яких багато води (мозок, очі, нирки, органи кишкового та сечостатевого тракту, сім'яні залози). Коливання надвисоких частот можуть викликати також помутніння кришталіка ока.

При тривалій дії електромагнітного випромінювання на людину можуть з'являтися функціональні зміни у вигляді головного болю, порушення сну, підвищеної стомливості, дратівливості, пітливості, випадення волосся, болях у ділянці серця, зниження статевої потенції та інші. Функціональні порушення, викликані біологічною дією електромагнітного випромінювання, здатні в організмі людини накопичуватися, але в той же час є зворотними, якщо виключити дію випромінювання на людину та покращити умови праці.

У тканинах периферичної та центральної нервової системи та серцево-судинній системі спостерігаються морфологічні зміни, що проявляються у порушенні регуляторних функцій та нервових зв'язків в організмі або зміні структури самих клітин, зниженні кров'яного тиску (гіпотонія), уповільненні ритму скорочення серця (брадикардія) тощо. Спостерігаються також зміни у побудові та зовнішньому вигляді тканин і органів тіла людини (опіки, омертвіння, крововиливи, зміни структури клітин тощо).

Незважаючи на значну кількість проведених досліджень, питання механізму впливу цього випромінювання на біологічні системи залишається ще відкритим. Точно встановленою можна вважати тільки теплову дію, а механізм і особливості впливу нетеплових форм біологічної дії ще до кінця нез'ясовані. Нетеплова дія може бути обумовлена специфічним впливом випромінювань радіочастотного діапазону на деякі біохімічні явища: біоелектричну активність, вібрацію субмікроскопічних структур, енергетичне порушення на молекулярному рівні.

Нормування електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону на робочих місцях здійснюється згідно з ДСТУ 7237:2011. Дія цього нормативно-правового акта розповсюджується на електромагнітні випромінювання в діапазоні частот 60 кГц – 300 ГГц. У діапазоні частот 60 кГц – 300 МГц нормованими параметрами є напруженість електричної E та

магнітної H складових поля (табл. 1.24), а у діапазоні 300 МГц – 300 ГГц нормативним параметром є густина потоку енергії (ГПЕ), (абл. 1.25). Нормативною величиною є також гранично допустиме енергетичне навантаження за електричною EH_E , (В/м)²·год, та магнітною EH_H , (А/м)²·год, складовими полів:

$$EH_E = (E_n)^2 \cdot T, \quad (1.59)$$

$$EH_H = (H_n)^2 \cdot T, \quad (1.60)$$

де E_n , H_n – нормативне значення напруженості електричної і магнітної складової полів, В/м та А/м;

T – тривалість дії полів на протязі робочого дня, год.

Таблиця 1.24

Гранично допустимі значення E_{zd} і H_{zd} на робочих місцях

Параметр	Діапазон частот, МГц		
	від 0,06 до 3	більше 3 до 30	більше 30 до 300
E_{zd} , В/м	500	300	80
H_{zd} , А/м	50	-	-
EH_{Ezd} , (В/м) ² ·год	20 000	7 000	800
EH_{Hzd} , (А/м) ² ·год	200	-	-

Таблиця 1.25

Гранично допустимі величини густини потоку енергії в діапазоні частот 300 МГц – 300 ГГц

Густина потоку енергії, Вт/м ²	Допустимий час перебування в зоні впливу ЕМП	Примітки
до 0,1	робочий день	-
0,1 – 1,0	не більше 2 годин	в інший робочий час густина потоку енергії не повинна перевищувати 0,1 Вт/м ²
1,0 – 10,0	не більше 10 хвилин	за умови використання захисних окулярів; в інший робочий час густина потоку енергії не повинна перевищувати 0,1 Вт/м ²

ЕМП у діапазоні частот 60 кГц – 300 МГц має оцінюватись напруженістю його складових, а в діапазоні частот 300 МГц – 300 ГГц – густиною струменю енергії.

Напруженість ЕМП у діапазоні частот 60 кГц – 300 МГц на робочих місцях і у місцях можливого знаходження персоналу, пов'язаного професійно з впливом ЕМП, не повинна перевищувати таких гранично допустимих значень:

- за електричною складовою, В/м:
 - 50 – для частот від 60 кГц до 3 МГц;
 - 20 – для частот від 3 МГц до 30 МГц;
 - 10 – для частот від 30 МГц до 50 МГц;
 - 5 – для частот від 50 МГц до 300 МГц;
- за магнітною складовою, А/м:
 - 5 – для частот від 60 кГц до 1,5 МГц;
 - 0,3 – для частот від 30 МГц до 50 МГц.

Гранично допустиму густину струменю енергії ЕМП у діапазоні частот 300 МГц – 300 ГГц на робочих місцях та у місцях можливого знаходження персоналу, пов'язаного професійно з впливом ЕМП, встановлюють виходячи з допустимого значення енергетичного навантаження на організм і часу перебування в зоні опромінення, однак в усіх випадках вона не повинна перевищувати 10 Вт/м² (1000 мкВт/см²).

Гранично допустиму густину струменю енергії ЕМП розраховують за формулою:

$$ГСЕ = \frac{W}{T}, \quad (1.61)$$

де $ГСЕ$ – гранично допустима густина струменю енергії, Вт/м² (мкВт/см²);

W – нормоване значення допустимого енергетичного навантаження на організм, яке дорівнює:

- 2 Вт·год/м² (200 мкВт·год/см²) – для усіх випадків опромінення, за винятком опромінення від антен, що обертаються чи сканують;
- 20 Вт·год/м² (2000 мкВт·год/см²) – для випадків опромінення від антен, що обертаються чи сканують;

T – час перебування у зоні опромінення, год.

За одночасної дії електричного і магнітного полів умови праці вважаються допустимими, якщо:

$$\frac{EH_E}{EH_{Ez0}} + \frac{EH_H}{EH_{Hz0}} \leq 1, \quad (1.62)$$

де EH_E , EH_H – енергетичні навантаження, що характеризують фактичну дію електричного і магнітного полів.

Для електромагнітних полів промислової частоти (50 Гц) нормативи встановлюються згідно з ДСТУ 7237:2011 та ДСН 239-96. Для робочих місць вводиться обмеження часу перебування працюючих під дією електромагнітного поля: при напруженості 5 кВ/м – 8 год.; при напруженості від 5 до 20 кВ/м включно – визначається за формулою $T = (50/E) - 2$ год. (де E – фактична напруженість); при напруженості від 20 до 25 кВ/м – 10 хв.

Санітарними нормативами встановлюються також захисні зони поблизу ліній електропередачі залежно від їх напруги: 20 м для лінії з напругою 300 кВ, 30 м – 500 кВ і 55 м – 1150 кВ.

Вимірювання параметрів електромагнітних випромінювань слід виконувати не рідше одного разу на рік, а також при введенні в дію нових установок, внесенні змін у конструкцію, розміщення чи режим роботи установок, при створенні нових робочих місць та внесенні змін у засоби захисту від дії випромінювань. Для виміру інтенсивності випромінювань застосовують вимірювачі напруження електромагнітних полів (рис. 1.48).

Класифікація засобів та заходів захисту від електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону наведена на рис. 1.49.

Залежно від умов експлуатації обладнання, діапазону частот, розташування робочого місця, рівня опромінення застосовують такі *методи*



Рис. 1.48. Вимірювачі електромагнітних випромінювань ПЗ-41 (а) та Циклон-4 (б)

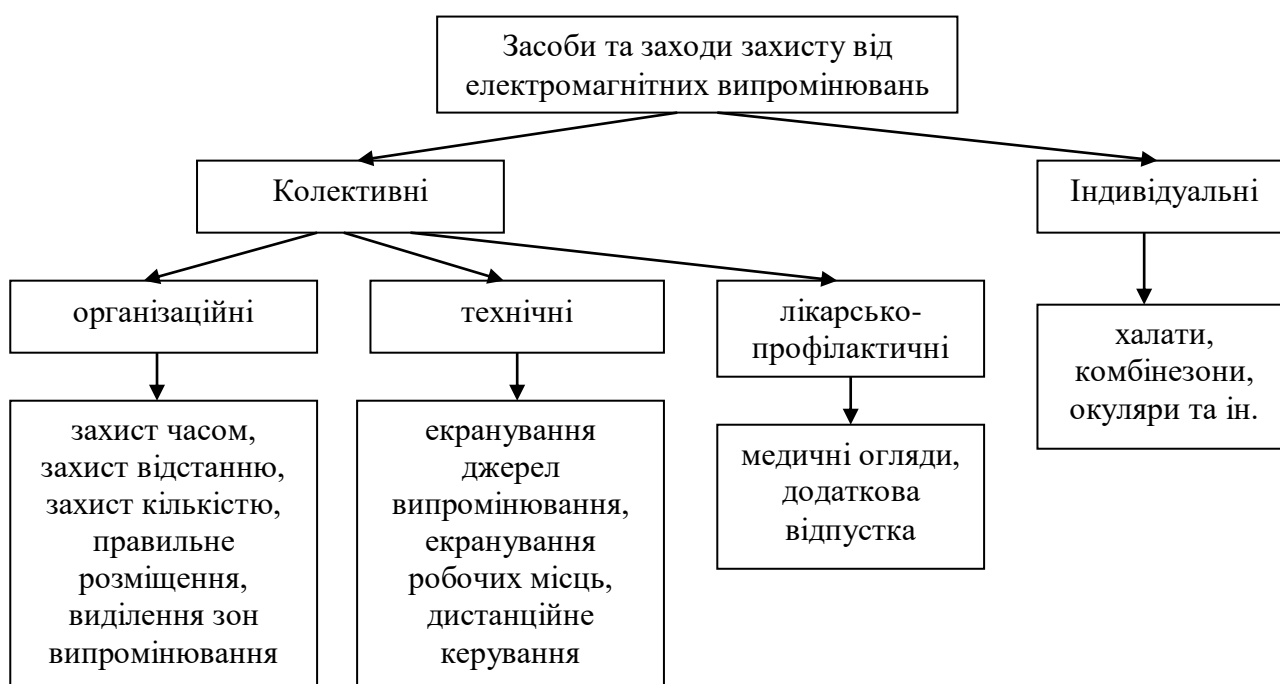


Рис. 1.49. Класифікація засобів захисту від електромагнітних випромінювань

захисту: захист часом та відстанню, зменшення випромінювання у самому джерелі, екранування джерела полів або випромінювань, екранування робочих місць, засоби індивідуального захисту, раціональне розташування в приміщенні установок, раціоналізація режимів експлуатації установок та роботи обслуговуючого персоналу, застосування попереджувальної світлової та звукової сигналізації.

Захист часом передбачає обмеження часу перебування людини в робочій зоні, якщо інтенсивність опромінення перевищує встановлені норми. Цей метод використовується, коли немає можливості знизити інтенсивність опромінення до допустимих значень і лише для електричного поля частотою 50 Гц та випромінювань у діапазоні частот 300 МГц – 300 ГГц.

Якщо інтенсивність опромінення в діапазоні 300 МГц – 300 ГГц знаходиться між двома нормованими рівнями, то допустиме значення часу

опромінення визначається за формулою:

$$t_{\text{доп}} = T \frac{1 + 0,005\psi / \psi_{\text{доп}}}{0,65 + 0 / 355\psi / \psi_{\text{доп}}}, \quad (1.63)$$

де ψ – інтенсивність опромінення, Вт/м²;

$\psi_{\text{доп}}$ – допустима інтенсивність опромінення, Вт/м².

Захист відстанню застосовується тоді, коли неможливо послабити інтенсивність опромінення за допомогою інших методів. У цьому випадку збільшують відстань між джерелом випромінювання та обслуговуючим персоналом. У ближній зоні при спрямованому випромінюванні цей метод не застосовується, оскільки в цій зоні густина поверхневої енергії не залежить від відстані.

Передбачено також улаштування санітарно-захисних зон.

Санітарно-захисна зона для передавальних радіостанцій, обладнаних антенами не спрямованої дії, для телецентрів і телевізійних ретрансляторів, а також для радіолокаційних станцій кругового огляду встановлюється по колу.

Для передавальних радіостанцій, обладнаних антенами спрямованої дії, а також для радіолокаційних станцій, антени яких сканують у визначеному секторі або фіксують у заданому напрямку, санітарно-захисна зона встановлюється в напрямку дії випромінювання електромагнітних хвиль.

Земельні ділянки, що входять до санітарно-захисної зони, не вилучаються у землекористувачів і можуть використовуватись як сільськогосподарські угіддя, а також для розміщення на них виробничих споруд, що належать радіотехнічному об'єкту або іншим відомствам, з дотриманням діючих санітарних норм і правил.

Принципи екранування і вибір матеріалу для екрану

Щоб локалізувати вплив електромагнітного поля, що створюється будь-яким джерелом, і захистити обслуговуючий персонал і мережі зв'язку від взаємного впливу та від сторонніх джерел перешкод, застосовують екрани.

За принципам дії розрізняють електростатичне, магнітостатичне та електромагнітне екранування.

Суть магнітостатичного екранування – замикання магнітного поля в товщі екрану, що відбувається внаслідок його підвищеної магнітопровідності. Роль магнітостатичного екрану може виконувати лише екран з магнітного матеріалу, що має велику магнітну проникність. Для виготовлення магнітостатичних екранів використовують звичайно сталь або залізо – нікелеві сплави (наприклад, пермалой).

Для отримання надійного магнітостатичного екранування стінки екрану необхідно робити порівняно товстими, щоб зменшити опір магнітному струменю.

У ряді випадків з цією ж метою має бути застосований екран, складений з декількох шарів, тому добре працюючі магнітостатичні екрани виходять, як правило, громіздкими.

При проектуванні магнітостатичних екранів необхідно дотримуватись такої умови: щілини та прорізи в екрані не повинні проходити поперек очікуемого напрямку ліній магнітної індукції, тому що це зменшить магнітопровідність і погіршить його екрануючі властивості.

Електростатичне екранування – замикання електричного поля на поверхні металевої маси екрану і передача електричних зарядів на корпус електричного приладу (у землю). Для того, щоб електростатичне екранування було ефективним, необхідно з'єднати екран з корпусом джерела поля, на якому його змонтовано.

Екрануючий ефект суттєво залежить від якості з'єднання. Ефективність електростатичного екранування тим вище, чим менший опір перехідного контакту між екраном і корпусом (землею). При виготовленні електростатичних екранів можна використовувати будь-який метал, причому тут не виставляються особливі вимоги до їх товщини і провідності. Будь-яка замкнена металева оболонка, поєднана з корпусом, досить повно локалізує поле електричних перешкод і виконує роль електростатичного екрану.

Електростатичні та магнітостатичні екрани, що діють за принципом замикання відповідних полів, внаслідок підвищеної електро- та магнітопровідності їх матеріалів є ефективними лише в області низьких частот.

Дія електромагнітних екранів може бути представлена як багаторазове відбивання електромагнітних хвиль від поверхні екрану і затухання високочастотної енергії у металевій товщі екрану. Затухання енергії обумовлене втратами на вихрові струми у металі. Чим вище частота і товщина екрану, тим більше поглинання енергії в екрані та більше величина екранного затухання за рахунок поглинання.

Розгляд електромагнітних процесів в екранах розумно проводити стосовно двох частотних зон:

- зони низьких частот, при яких слабо проявляється поверхневий ефект;
- зони високих частот з ясно вираженим поверхневим ефектом.

Критерієм розподілу цих зон є еквівалентна глибина проникнення, що характеризує ступінь проникнення поля у метал.

Після проходження у металі відстані, що дорівнює глибині проникнення δ , напруженості електричного і магнітного поля послаблюються на 1 непер, або на 8,686 дБ. При цьому виходить, що δ мале у порівнянні з товщиною l металу.

Повне послаблення поля складається з двох елементів: екранування поглинанням і екранування відбиванням.

Екранування відбиванням пов'язане з невідповідністю хвильових опорів металу, з якого виготовлено екран, та повітря, що оточує екран. Чим більша різниця між хвильовими опорами діелектрику та металу, тим сильніший ефект екранування відбиванням.

Екранування поглинанням обумовлене тепловими втратами на вихрові струми у металі екрану. Чим вище частота і товщий екран, тим більший ефект екранування.

Слід відмітити, що чим вище магнітна проникність і провідність екрану, тим вищий екрануючий ефект. Тому екрануючий ефект магнітних екранів

суттєво більший, ніж у немагнітних (екранування поглинанням).

При виборі матеріалу для екранування критерієм повинна служити величина добутку $\mu\delta$, а не величина питомої провідності δ . Це пояснюється тим, що при здійсненні процесу екранування у приміщеннях немає необхідності враховувати реакцію екрану, що грає суттєву роль при конструюванні апаратури.

При високих та понадвисоких частотах вирішуючу роль грає екранування поглинанням, тому що ефект екранування збільшується у прямій залежності від коефіцієнту вихрових струмів і товщини екрану.

Аналізуючи затухання різних видів екранів в цілому, можна відмітити, що у частотному діапазоні приблизно до 10^6 Гц найбільший результат дають мідні та алюмінієві екрани, а у більш високому спектрі частот переваги залишаються за сталевим екраном.

Отже, при виборі матеріалу для екранування приміщення у діапазоні ПВЧ перевагу слід віддавати «магнітотемним» матеріалам, тобто матеріалам з великим μ та δ . До таких матеріалів відносять сталь.

Враховуючи ту обставину, що для екранування приміщень з технічних міркувань застосовують матеріал завтовшки не менш 0,4 мм, можна зробити висновок, що на високих і понадвисоких частотах сталь як екрануючий матеріал є більш ефективною порівняно з кольоровими металами.

Стійкості сталі проти руйнування (корозії) тепер можна легко досягнути за допомогою досить простих і дешевих способів захисту.

Ефективність екранування та методика розрахунку відбиваючих незамкнених екранів

Ефективність екранування характеризується ступенем послаблення екраном електромагнітного поля на робочому місці. При цьому слід враховувати, що з віддаленням від джерела інтенсивність випромінювання зменшується.

Необхідна ефективність екранування на робочому місці визначається зіставленням напруженості магнітного поля при відсутності екрану і гранично допустимим значенням цієї величини. Якщо регламентовано допустиму напруженість електричного поля, то магнітну складову можна отримати за формулою:

$$H_{\text{дон}} = 1,27 \cdot 10^5 \frac{E_{\text{дон}}}{l \cdot f}, \quad (1.64)$$

де $E_{\text{дон}}$ – норма напруженості електричного поля на робочому місці, В/м;

l – відстань від джерела до робочого місця, м;

f – частота джерела, Гц.

У цьому випадку, коли відомий струм у котушці I , магнітну складову напруженості можна визначити розрахунковим шляхом:

$$H_l = \frac{n \cdot l \cdot r^2}{4 \cdot I^2} \beta, \quad (1.65)$$

де n – кількість витків у котушці;

r – радіус котушки, м;

β – коефіцієнт, що визначається співвідношенням;

H_l – максимальне значення напруженості магнітного поля на відстані l від джерела при відсутності екрану.

На практиці використовують як поняття ефективності екранування на робочому місці (на відстані l від джерела), так і поняття ефективності екранування на дуже великій відстані від джерела:

$$E\phi_l = \frac{E_l}{E_{le}}, \quad (1.66)$$

де $E\phi_l$ – ефективність екранування на робочому місці;

E_l – максимальне значення напруженості електричного поля на відстані l від джерела при відсутності екрану;

E_{le} – те ж саме, при наявності екрану.

На практиці значно частіше виникає необхідність розрахунку ефективності екранування робочих місць, ніж екранування на дуже великій відстані від джерела. Для того, щоб отримати розрахункові співвідношення для цього випадку, скористуємося загальним виразом, який характеризує ступінь послаблення електромагнітного поля по мірі проникнення у магнітний або немагнітний екран:

$$E = H \sqrt{\frac{\omega\mu}{\sigma}} \cdot e^{-k\delta}, \quad (1.67)$$

де ω – кутова частота випромінювання;

μ – магнітна проникність екрану;

σ – електрична провідність матеріалу екрану;

δ – глибина проникнення електромагнітного поля;

k – коефіцієнт затухання, який залежить від властивості матеріалу і частоти випромінювання:

$$k = \sqrt{\frac{\omega\mu\delta}{2}}, \quad (1.68)$$

Глибина проникнення електромагнітного поля дорівнює відстані вздовж розповсюдження коливань, на якій амплітуда хвилі (E або H) зменшується у e разів:

$$e^{-k\delta} = e^{-1}. \quad (1.69)$$

Звідси випливає, що глибина проникнення електромагнітної хвилі зворотно пропорційна коефіцієнту затухання. Вираз $e^{-k\delta} = M$ характеризує ступінь послаблення електромагнітної енергії по мірі проникнення в екран.

Розрахунок екрану виконується у такій послідовності:

1) в залежності від довжини хвилі визначається або густина струменю енергії P на робочому місці, віддаленому від джерела випромінювання на відстань l , або електрична, або магнітна складові напруженості

електромагнітного поля E_b, H_l ;

2) розраховується потрібний ступінь послаблення електромагнітного поля;

3) визначається товщина стінок екрану в залежності від потрібного ступеню послаблення і матеріалу, з якого виготовлено екран.

Густина струменю енергії залежить від потужності джерела P і відстані від нього до робочого місця l , а також від коефіцієнту спрямованої дії антени G , і розраховується за формулою:

$$\Pi = \frac{PG}{4 \cdot \pi \cdot l^2}. \quad (1.70)$$

Магнітна складова електромагнітного поля на робочому місці залежить від відстані і параметрів котушки і визначається за формулою (1.65).

При необхідності величину магнітних складових електромагнітного поля можна перевести в електричну за приведеною раніше формулою. Ступінь послаблення електромагнітних коливань можна одержати, виходячи з таких співвідношень:

$$\frac{1}{M} = \frac{E_l}{E_{\text{дон}}}, \quad \frac{1}{M} = \frac{H_l}{H_{\text{дон}}}, \quad \frac{1}{M} = \frac{\Pi_l}{\Pi_{\text{дон}}},$$

де $E_{\text{дон}}, H_{\text{дон}}$ і $\Pi_{\text{дон}}$ – допустимі значення за нормами величини електричної магнітної складової електромагнітного поля і густини струменю енергії.

Знаючи потрібний ступінь послаблення електромагнітних коливань, легко підрахувати товщину екрану. Якщо мова йде про випадок, коли нормується електрична або магнітна складові електромагнітного поля, слід користуватись формулою:

$$\delta = - \frac{l_n M}{\sqrt{\frac{\omega \mu \delta}{2}}}. \quad (1.71)$$

Для хвиль міліметрового, сантиметрового і дециметрового діапазону ця формула буде мати вигляд:

$$\delta = - \frac{l_n M}{2 \sqrt{\frac{\omega \mu \delta}{2}}}. \quad (1.72)$$

Остаточно товщину екрану, особливо в діапазоні підвищених високих частот, вибирають виходячи з конструктивних міркувань. Для визначення геометричних розмірів незамкненого екрану скористуємося таким виразом:

$$E_n = \frac{1}{4} \left(1 + \frac{z}{\sqrt{z^2 + a^2}} \right)^2, \quad E_p = \frac{1}{4} \left(1 + \frac{z}{\sqrt{z^2 + a^2}} \right)^2, \quad (1.73)$$

де E_n, E_p – коефіцієнт екранування за напруженістю поля і ГСЕ, відповідно;

z – відстань до робочого місця за екраном;

a – радіус екрану.

Зниження випромінювання в джерелі виникнення досягається шляхом застосування спеціальних пристроїв – поглиначів потужності, атенюаторів, спрямованих відгалужувачів, хвилеводних ослаблювачів. Наприклад, широкого розповсюдження набули радіопоглинальні матеріали, які забезпечують максимально можливе перетворення енергії електромагнітного випромінювання в інший вид енергії.

Виділення зон випромінювання. Для кожного випадку розташування апаратури експериментально визначають межі зони, де інтенсивність опромінення перевищує гранично допустимі значення. Такі вимірювання здійснюють при роботі апаратури на максимальну потужність. Установки огорожують або вивішують попереджувальний надпис «Не заходити, небезпечно!». Така зона може додатково позначатись яскравою фарбою на підлозі приміщення.

Один з найбільш ефективних технічних засобів захисту від електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону є екранування. Для екранів використовують матеріали з великою електричною провідністю.

Принцип дії захисних екранів базується на поглинанні енергії випромінювання матеріалом з наступним відведенням в землю, а також на відбиванні її від екрану.

Основна характеристика екрана – ступінь послаблення електромагнітного поля, тобто ефективність екранування, що є відношенням E, H, ψ у даній точці за відсутності екрана до E_e, H_e, ψ_e у тій же точці з екраном.

Ступінь послаблення електромагнітного поля залежить від глибини проникнення височастотного струму в товщину екрана. Чим більша магнітна проникність екрана і чим вища частота екранованого поля, тим менша глибина проникнення і необхідна товщина екрана.

Засобами індивідуального захисту слід користуватися у тих випадках, коли застосування інших способів запобігання впливу електромагнітних випромінювань неможливе. Широко застосовують захисні халати, комбінезони, окуляри. Для захисту органів зору застосовують сітчасті окуляри, або окуляри зі спеціальним склом, покритим струмопровідним шаром двооксиду олова.

1.6.6. Захист від статичної електрики

На промислових підприємствах широко використовують у великих кількостях речовини та матеріали, які мають діелектричні властивості, що сприяє утворенню зарядів статичної електрики (СЕ). Електричні заряди є причиною пожеж та вибухів, що призводять до збитків та людських жертв, крім того, порушуються технологічні процеси, погіршується робота електричних приладів та приладів автоматики. Тому захист від СЕ має велике значення та є актуальною проблемою.

Статична електрика – це сукупність явищ, пов'язаних із виникненням, збереженням та релаксацією вільного електричного заряду на поверхні та в обсязі діелектричних та напівпровідникових речовин, матеріалів, виробів або на

ізолюваних (у тому числі диспергованих у діелектричному середовищі) провідниках.

За фізико-хімічною побудовою усі речовини електрично нейтральні, тобто володіють рівною кількістю позитивних та негативних зарядів. Тіло є наелектризованим, якщо містить надлишок електричних зарядів якогось одного знака.

Найбільш яскраво здатність до електризації проявляється у діелектричних матеріалів. Діелектриками називаються такі речовини, в яких не відбувається пересування зарядів під дією електричного поля подібно до того, як це відбувається в провідниках. Ці матеріали чинять великий опір проходженню електричного струму. Ідеальних діелектриків, які зовсім не проводять електричний струм, у природі не існує, тому провідність будь-якого діелектрика не дорівнює нулю.

Електричні характеристики діелектрика характеризуються питомою об'ємною електропровідністю, тобто здатністю одиниці обсягу матеріалу проводити електричний струм. Крім об'ємної електропровідності, велике значення для електризації має поверхнева електропровідність матеріалу. Поверхнева електропровідність може бути значно вищою за об'ємну за рахунок наявності на поверхні діелектрика всякого роду забруднень, плівки вологи з розчиненими в ній різними речовинами, що сприяє збільшенню струмів витоку. На величину поверхневої електропровідності великий вплив надають температура та вологість навколишнього повітря.

Поверхні, розташовані у просторі, що оточує електричні заряди, на яких потенціали всіх точок рівні, називаються поверхнями рівного потенціалу або екіпотенційними. Звідси випливає, що якщо тіло, що проводить, заземлено, потенціали всіх точок рівні нулю. Потенціал зарядженого тіла стосовно землі чи будь-якої іншої поверхні нульового потенціалу залежить від геометричних розмірів тіла та його координат.

Велике значення створення заряду тіла має його ємність. Потенціал зарядженого тіла перебуває у зворотній залежності від ємності тіла. Цією властивістю користуються для зниження потенціалу статичної електризації шляхом збільшення ємності зарядженого тіла щодо землі. Між ємністю, потенціалом та зарядом є важливий зв'язок. Незважаючи на те, що потенціал прямо пропорційний заряду, за одним потенціалом ще не можна судити, як сильно наелектризоване тіло, тобто як велик його заряд. Якщо при тому самому заряді тіла його видаляти від землі і заземлених предметів, то ємність його зменшується, а потенціал відповідно зростає.

Таким чином, спочатку незаряджені тіла, після того, як вони були приведені в контакт і потім розділені, виявляються зарядженими. Виникнення зарядів та його величина обумовлені процесами утворення подвійного електричного шару, поділу його обкладок та часткового розряду. Подвійний електричний шар спрощено можна подати у вигляді конденсатора, обкладками якого є поверхні контактуючих тіл. Після механічного поділу кожне тіло набуває рівних за величиною електричних зарядів протилежного знака.

Величина СЕ залежить від багатьох факторів: електропровідності,

інтенсивності взаємодії частинок, площі контакту частинок при зіткненні, вологості навколишнього повітря та ін.

Вплив зарядів статичної електрики на безпеку

Утворення СЕ у промисловості та на транспорті викликає різні труднощі, псування майна та створює небезпечні умови роботи. Шкідлива дія СЕ виявляється у наступному: виникнення електричних іскор та вплив на обслуговуючий персонал.

Небезпека електричних іскор. Якщо в процесі електризації напруженість електричного поля досягає величин, рівних або таких, що перевищують електричну міцність діелектрика (наприклад повітря), виникає електричний розряд, який супроводжується електричною іскрою. Ця іскра може спричинити спалах горючих або вибухонебезпечних сумішей газів, пару та пилу з повітрям. Одним з найважливіших критеріїв визначення можливості запалення є енергія іскри:

$$W = 0,5 \cdot Q \cdot V = 0,5 \cdot C \cdot V^2, \quad (1.74)$$

де C – ємність системи.

Займання електричної іскри в порівнянні з іншими способами займання вимагає мінімальної енергії, через те, що малий обсяг газу на шляху іскри нагрівається до високої температури за короткий час. Мінімальна енергія іскри, необхідна для запалення вибухонебезпечної суміші за її оптимальної концентрації визначається експериментально: при тиску 1 атм і температурі +20 °С.

Зазвичай мінімальна енергія, необхідна для запалення пилоповітряних вибухонебезпечних сумішей, на один-два порядки вище енергії, необхідної для займання газо- і пароповітряних вибухонебезпечних сумішей. Це особливо небезпечно для підприємств з високою вибухонебезпечністю (рис. 1.50).

Для займання горючих газів, парів і рідин достатньо виникнення іскри при різниці потенціалів в 300-5000 В, наприклад, для бензолу 300 В, парів бензину 300 В, бензин 1000 В, всі горючі гази 3000 В, більшість горючих пилів 5000 В.

Виникнення іскор від розрядів СЕ у просторах із вибухонебезпечними сумішами газів, пару та пилу з повітрям спричинило багато чисельних пожеж та вибухів на підприємствах, які призвели до значних матеріальних збитків, а також каліцтву та загибелі людей. Приблизно 60% всіх вибухів на виробництвах, що переробляють або використовують вибухонебезпечні суміші, відбувається через СЕ.

Вплив СЕ на обслуговуючий персонал. Електризація тіла людини відбувається при носінні одягу із синтетичних тканин, роботі з наелектризованими виробами та матеріалами та ін. Накопичення зарядів СЕ можливе і тоді, коли людина ізольована від землі та заземлених предметів непровідним взуттям, підлогами, діелектричними рукавичками. Кількість електрики, що накопичилася на людях, може бути достатньою для іскрового

розряду при контакті із заземленим предметом. Для визначення енергії іскрового розряду, мДж, з тіла на заземлений предмет можна скористатися емпіричною формулою:

$$W = 33,34 \cdot 10^{-9} \cdot [\lg (H - 130) - B] \cdot U^2, \quad (1.75)$$

де H – зріст людини, см;

B – коефіцієнт, що характеризує матеріал покриття підлоги (для дерева 0,25, деревопластика 0,18, керамічної плитки 0,095, металу 0,45);

U – потенціал тіла людини щодо землі, В.

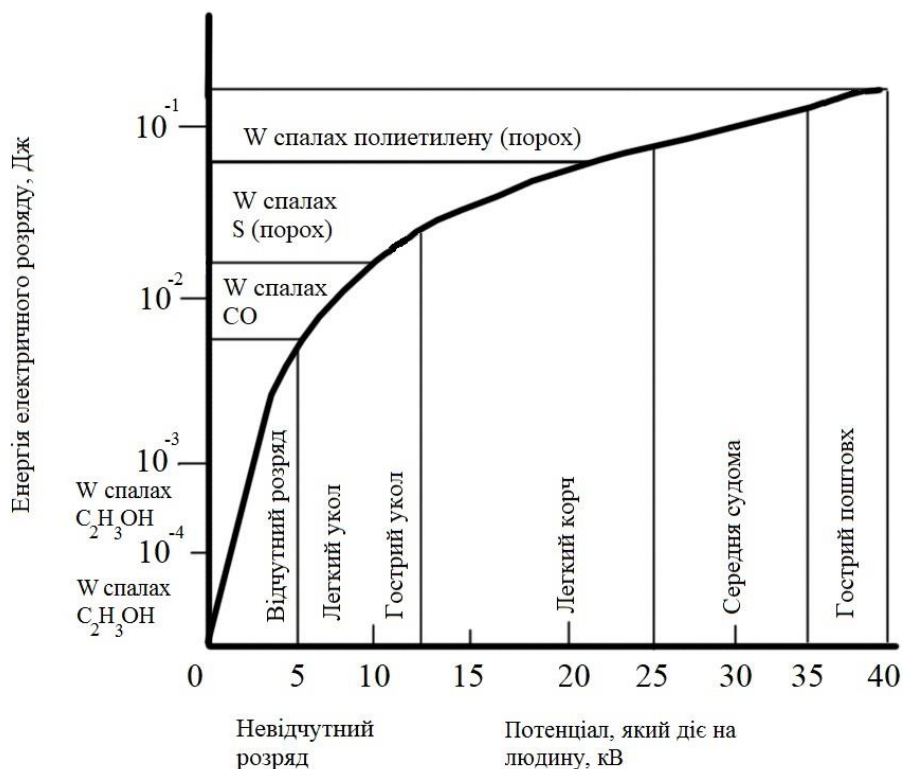


Рис. 1.50. Залежність енергії електричного розряду від потенціалу зарядів статичної електрики

Величина енергії розряду з тіла людини достатня для запалення практичних всіх газо-, пароповітряних та деяких пилоповітряних горючих сумішей.

Різниця потенціалів зарядів СЕ досягає великих величин (десятки та сотні тисяч вольт). Через те, що ємність заряджених предметів і тіла людини незначна (заряджених предметів до кількох тисяч пікофарад, тіла людини до 100 пФ), а опір тіла людини щодо землі з урахуванням опору взуття великий (кілька мегаом), то струм через людину становить десятки – сотні міліампер. Цей струм небезпечний лише за тривалого (кілька секунд) часу проходження через тіло людини. При розряді СЕ час проходження цього струму малий: обчислюється кількома мілісекундами і не становить смертельної небезпеки. Якщо опір тіла людини щодо землі невеликий, то через тіло пройде струм у кілька ампер, проте час проходження його складе кілька мікросекунд, що також

не загрожує життю людини. Такі короткотривалі імпульси струму можуть викликати електричні безболісні удари, що супроводжуються болем, від яких відбувається переляк. В результаті м'язової реакції, викликані електричними ударами, можливі механічні каліцтва від рухомих погано захищених частин обладнання. Також відбуваються випадки падіння людей з висоти при отриманні ударів від розряду СЕ.

Крім безпосередньої дії електричного струму при розряді СЕ, обслуговуючий персонал також піддається дії електростатичного поля. Зазвичай заряди СЕ утворюються на обладнанні, ізольованому від землі, і у ньому утворюється потенціал щодо землі. Таку систему можна уподібнити до конденсатора, однією обкладкою якого служить ізольоване від землі обладнання, а другою – поверхня землі. Напруженість поля такого конденсатора може становити 650 – 10000 В/см. Особи, які обслуговують такі установки, тривалий час перебувають під впливом електростатичного поля. Вплив електростатичного поля на організм людини надає шкідливий вплив на нервову та серцево-судинну системи.

Шкідливий вплив СЕ, що полягає у притяганні та відштовхуванні легких предметів, не є безпосередньою небезпекою для працюючих, а лише шкідливо впливає на технологічний процес. У процесі обробки може відбуватися притягування або відштовхування текстильного волокна, паперу, тонких листів пластмаси, пилу, рідкої фарби та інших предметів. Це спричиняє порушення нормального ходу технологічного процесу, знижує продуктивність праці, викликає забруднення продуктів виробництва, збільшуючи брак.

Перешкоди при електронних процесах, спричинені зарядами СЕ, порушують радіозв'язок із рухомими об'єктами (літаками, автомобілями), а також роботу електронної апаратури та створюють значні перешкоди при електричних вимірах.

Від зарядів СЕ відбувається хімічне руйнування матеріалу та перенесення металу, спричинене електролізом при проходженні струму, розрив автомобільних камер та ін.

Статична електрика і заходи захисту людей і устаткування при його експлуатації від зарядів статичної електрики

Електричні заряди, накопичені на діелектриках внаслідок тертя їх один об одного або об метал, називають статичною електрикою. При терті в місцях зіткнення на поверхні діелектрика виникає електричний заряд великої щільності, який внаслідок малої електропровідності діелектрика зникає досить повільно.

Електризація виникає також за допомогою індукції. На металі проявляється електричний заряд протилежного знака, який розтікається з рівномірною щільністю його поверхнею. Явища електризації виникають в самих різних умовах: при русі рідини трубопроводами; при зливів, наливів, перекачуванні і переливанні рідини падаючим струменем; при русі трубопроводами і виході з сопла зріджених газів; при перемішуванні речовин в змішувачах; при фільтрації повітря і газу; при роботі ремінних передач,

виконаних з різних непровідних матеріалів, при подрібненні, обробці і транспортуванні матеріалів на органічній або полімерній основі і т.п.

Різниця потенціалів при електризації діелектриків може досягати дуже високих напруг. Так, наприклад, при перекачуванні бензину через трубопровід, що має ізольовану ділянку, величина потенціалів між ізольованою ділянкою трубопроводу і землею коливається в межах 1460-14600 В.

Накопичена енергія становить велику небезпеку і може проявитися у вигляді іскрового розряду. Звільнена у вигляді іскри енергія 0,01 Дж здатна зумовити виникнення пожежі та вибуху. Небезпека іскрового розряду в повітрі виникає вже при напрузі 300 В. Для вирівнювання потенціалів і запобігання іскріння трубопроводів, які йдуть паралельно, при відстані між ними до 100 мм, слід з'єднати між собою перемичками через 20-25 м. Кожна система обладнання та трубопроводів повинна бути заземлена мінімум в 2 місцях. Наявність заземлення необхідно перевіряти мегомметром або тестером не рідше ніж 1 раз на 6 місяців і після кожного ремонту обладнання.

Для зняття електростатичних зарядів, що виникають під час наливу, перекачуванні і транспортуванні нафтопродукту, всі металеві насоси, трубопроводи, цистерни та інші пристрої необхідно металево з'єднати між собою. Ручні приймачі (бочки, бідони) повинні бути добре заземлені або за допомогою спеціального з'єднання, або щільного контакту з об'єктом, якщо конструкція системи, що постачає нафтопродукт, сама добре заземлена.

При розливі рідин-діелектриків в судини з ізолюючих матеріалів (скла і ін.) слід застосовувати воронки з електропровідного матеріалу, що заземлюються і за допомогою мідного троса з'єданого з підводячим шлангом. Воронка повинна досягати дна посудини, в іншому випадку кінець заземленого троса необхідно пропустити через лійку до дна посудини, щоб рідина стікала цим тросом.

При захисті рідких і газоподібних речовин від статичної електрики необхідно знати, що більш інтенсивна електризація характерна для рідин, які мають більш високий електричний опір. При електричній провідності менше 109 Ом/см рідини схильні до сильної електризації.

Інтенсивність електризації прямо пропорційна швидкості подачі рідкого нафтопродукту. Подача суцільним і плавним струменем сприяє електризації в меншій мірі, ніж при вільно падаючому струмені з розбризуванням. Різниця потенціалів при вільному падінні струменя рідини в ємність, а також при тривалому часі і великій швидкості витікання рідин досягає 18000-20000 В.

Найбільша електризація спостерігається в трубопроводах, виготовлених з низьковуглецевих сталей. Шорсткість поверхні трубопроводів призводить до завихрень рідини при її русі, через що посилюється електризація нафтопродукту.

Електризація рідини виникає і посилюється лише в деяких найбільш сприятливих для електризації місцях (клапани, насоси, зміни перетину трубопроводу). На інших ділянках рідина або втрачає свої заряди, або тільки зберігає отриманий заряд.

При наповненні ємностей слід завантажувальні труби доводити до днища;

завантаження виробляти через отвори з великим поперечним перерізом, не допускаючи дотику струменя рідини зі стінками ємності та поверхнею рідини. При завантаженні в порожню ємність, а також якщо отвір завантажувального патрубку неможливо занурити в рідину, заповнення слід проводити зі швидкістю, що не перевищує 0,5-0,7 м/с. Введення до складу нафтопродуктів антистатичних присадок підвищує їх електропровідність, а отже, послаблює небезпечні прояви статичної електропровідності.

Зливні гумові шланги з металевими наконечниками для наливу в бочки повинні бути заземлені мідним дротом, оповитим по шлангу зовні з кроком 0,1 м або пропущеного всередині, з припаюванням одного кінця до металевих частин продуктопроводу, а іншого – до наконечника шланга. Наконечники шлангів повинні бути виготовлені з металу (бронза, алюміній), які не дають іскри при ударі. Відбір проб рідин з ємностей (резервуарів) під час їх заповнення або спорожнення забороняється, слід проводити лише після того, як рідина прийде в спокійний стан.

Значне накопичення статичної електрики може відбуватися на технологічному обладнанні і становити небезпеку для оточуючих. Для попередження можливості небезпечних розрядів з поверхні обладнання передбачають наступні заходи:

- заземлення всіх металевих і електропровідних частин технологічного обладнання;
- зменшення питомого поверхневого електричного опору матеріалів-діелектриків; підвищення відносної вологості повітря до 65-70% (якщо це дозволяють умови виробництва);
- охолодження електризованих поверхонь до температури на 10 0С нижче температури навколишнього середовища;
- нейтралізація розрядів статичної електрики шляхом іонізації повітря робочого простору (вплив сильного електричного поля або радіоактивного випромінювання);
- застосування нейтралізаторів коронного розряду;
- застосування гідрофільних добавок при можливості зволоження продуктів і матеріалів або застосування гідрофобних добавок з високими електропровідними властивостями;
- зміна режиму технологічного процесу (обмеження швидкості транспортування, обробки), заміна вибухо- і пожеже-небезпечних речовин на менш небезпечні тощо;
- застосування струмовідних підлог.

Покриття підлоги та взуття вважаються електропровідними, якщо опір між електродом, встановленим на підлозі, і землею або між електродом всередині взуття і зовнішнім електродом не перевищує 10⁶ Ом/см².

Відповідно до «Правил захисту від статичної електрики» заходи щодо захисту від СЕ проводяться у вибухо- та пожеже-небезпечних приміщеннях та зонах відкритих установок, а також на ділянках, де СЕ впливає на технологічний процес та якість продукції.

Гранично допустимі параметри безискрової електризації. До класу

електростатичної іскробезпеки (ЕСІБ) безискрової електризації відносяться об'єкти із заземленим електропровідним обладнанням, в яких виключено застосування речовин і матеріалів з питомим електричним опором більше 10^5 Ом·м і відсутні процеси розбризкування, розпилення, подрібнення або диспергування. Об'єкт, включаючи ланцюги заземлення, в якому відсутні ділянки з різницею електричних потенціалів понад 300 В, відносять до класу ЕСІБ електризації. Дотримання цієї вимоги є обов'язковим для заземлювальних пристроїв всіх об'єктів або ділянок об'єктів з електропровідних та антистатичних матеріалів, включаючи заземлення людини, транспортних засобів та тари. Спеціальні вимоги безпечного обігу встановлюють для речовин, матеріалів та виробів, запалення та ініціювання вибуху в яких можливе не тільки внаслідок виникнення розрядів, а й унаслідок прояву електростатичної індукції чи впливу електростатичних полів.

Гранично допустимі параметри класу ЕСІБ слабкої електризації. До класу ЕСІБ слабкої електризації відносять об'єкти із заземленим електропровідним обладнанням, в якому виключено застосування речовин і матеріалів з питомим електричним опором більше 10^8 Ом·м та відсутні процеси розбризкування, подрібнення або диспергування.

Дотримання вимог класу ЕСІБ слабкої електризації слід контролювати шляхом порівняння з допустимими значеннями наступних величин: щільність заряду, щільність струму електризації, електропровідність матеріалу, тривалість перерв між операціями, геометричні характеристики.

Зниження запальної здатності розрядів статичної електрики забезпечують: регламентування параметрів виробничих процесів, що впливають на електрообмін; застосуванням антистатичних засобів та нейтралізаторів та релаксаційних ємностей. Дотримання гранично допустимих параметрів класу ЕСІБ слабкої електризації забезпечує безпеку поводження з вогнебезпечними речовинами (матеріалами, сумішами, виробами) з мінімальною енергією запалення не менше 10^{-4} Дж.

При мінімальній енергії запалювань не менше 10^{-2} Дж достатньо забезпечити відсутність умов виникнення ковзаючих або супутніх пробоям твердих діелектриків розрядів СЕ.

Гранично допустимі параметри класу ЕСІБ сильної електризації. Для класу ЕСІБ сильної електризації відносять допустимі розряди з лінійною щільністю енергії, що не перевищує 40% мінімальної лінійної щільності енергії запалення. Для усунення небезпеки електростатичних набоїв застосовуються наступні способи.

Заземлення обладнання. Якщо обладнання виконане із струмовідних матеріалів, заземлення є основним та достатнім способом усунення небезпеки СЕ. Однак, коли на поверхні або внутрішніх стінках металевих апаратів, резервуарів і трубопроводів утворюються відкладення з неелектропровідних речовин (осади, плівка, смоли), заземлення стає неефективним і створюється помилкове враження про надійність та безпеку. У разі використання апаратів або судин з емальованими або іншими неелектропровідними поверхнями усунення небезпеки СЕ заземленням обладнання не досягається.

Заземленню підлягають усі металеві конструкції машин та апаратів, резервуари, газгольдери, закриті та відкриті транспортери, зливно-наливні пристрої, трубопроводи, розташовані всередині або поза приміщенням та призначені для переробки, зберігання або транспортування горючих та легкозаймистих рідин, горючих газів та пилоподібних горючих продуктів.

Трубопроводи зовнішніх установок, системи обладнання та трубопроводів, розташовані в цеху, на всьому протязі повинні представляти безперервний електричний ланцюг і приєднуватися до заземлювальних пристроїв. Фланцеві з'єднання трубопроводів, апаратів, з'єднання корпусів апаратів з кришками утворюють достатні контакти електричної провідності, що не вимагають установки спеціальних шунтуючих перемичок. В умовах підвищеної агресивності середовища при болтових з'єднаннях рекомендується ретельно зачищати поверхню під головками не менше ніж у двох болтів з прокладкою під ними луджених шайб. Кожну систему апаратів і трубопроводів у межах цеху заземлюють щонайменше ніж у двох місцях. Усі резервуари ємністю понад 50 м² заземлюють не менше ніж у двох протилежних місцях.

Наливні стоянки естакад для заповнення залізничних цистерн та рейки залізничних колій слід електрично з'єднувати між собою та надійно заземлювати. Автоцистерни, наливні судна та літаки, що знаходяться під наливом та зливом горючих рідин або зріджених горючих газів, повинні заземлюватися. При зливні горючих рідин по гумових рукавах (шлангах) також утворюється СЕ. Тому на зливні рукави надягають наконечники з кольорового металу, які поєднують електрично через тросики або спіралі рукавів з металевим корпусом судини.

Опір заземлювального пристрою, призначеного лише для захисту від СЕ з урахуванням малих розрядних струмів (мікроампер), становить 100 Ом.

Збільшення поверхневої провідності. Усунути небезпеку при статичній електризації даелектриком можна, збільшуючи їх поверхневу провідність. Існує два способи збільшення поверхневої провідності: підвищення відносної вологості повітря та застосування антистатичних домішок.

Підвищення відносної вологості повітря. Спостереження показують, більшість пожеж і вибухів від іскор СЕ відбувається зазвичай у зимові місяці, коли відносна вологість повітря низька. При високій відносній вологості повітря на поверхні матеріалів адсорбується плівка вологи, яка містить деяку кількість іонів із забруднень та розчинених домішок, завдяки чому збільшується поверхнева провідність. Наприклад, чистий фарфор в атмосфері з відносною вологістю близько 50% має опір 10⁵ МОм, а при вологості 90% – 10³ МОм. Однак якщо матеріал знаходиться при високій температурі, при якій плівка не може утриматися на поверхні, то поверхня його не може стати провідною навіть при дуже високій вологості повітря. Усунення небезпеки СЕ не досягається також і в тому випадку, якщо швидкість переміщення зарядженого матеріалу більша за швидкість утворення поверхневої плівки. Цей спосіб не завжди застосовується з технологічних причин, через те, що плівка вологи погіршує якість матеріалу та призводить до браку. Межа достатньої відносної вологості залежить від багатьох факторів та визначається з

урахуванням конкретних умов (вологості, швидкості переміщення, температури матеріалів тощо).

Застосування антистатичних домішок. Сутність цього способу – створення тимчасової або постійної поверхневої плівки з достатньою електричною провідністю. Це досягається шляхом нанесення на поверхню діелектрика електропровідних речовин, розбризкуванням, розпиленням або випаром металу у вакуумі, а також фарбуванням обладнання спеціальними лаками, фарбами тощо. Провідність виробів та обладнання слід вважати достатньою, якщо їх електричний питомий опір менший за 10^7 Ом·см.

Для підвищення поверхневої провідності застосовують напівпровідникові керамічні покриття, плівки яких містять оксиди металів: заліза, цинку, хрому, а також покриття з окису олова, хлориду свинця і колоїдного вуглецю, які мають високу і стійку електропровідність. В якості провідної плівки використовують також провідну плівку опором 10^5 - 10^7 Ом·см. Крім того, останнім часом створено велику кількість полімерних електропровідних матеріалів та антистатичних пластмас з питомим опором 10^6 - 10^3 Ом·см.

При використанні ремінних передач та стрічкових транспортерів виникають заряди СЕ з потенціалами до кількох десятків кіловольт. Для зниження потенціалу зарядів застосовують антистатичне мастило, яке наносять на внутрішню поверхню ременя.

Іонізація повітря. Сутність цього способу полягає в нейтралізації поверхневих електростатичних зарядів іонами, що виходять за допомогою спеціального приладу – нейтралізатора. Нейтралізатор створює велику кількість позитивних і негативних іонів, які взаємодіють із протилежними за знаком зарядами СЕ і нейтралізують їх. Іонізація повітря здійснюється двома способами: дією електричного поля високої напруги та радіоактивним випромінюванням.

Іонізація повітря електричним полем високої напруги здійснюється нейтралізаторами двох типів: індукційними та високовольтними. Дія індукційних нейтралізаторів полягає у використанні електричного поля наелектризованого тіла, тому стороннього джерела енергії їм не треба. Є два типи індукційних нейтралізаторів: з вістрями та дротяний. Вони працюють лише при напрузі наелектризованого тіла у кілька кіловольт (5-10 кВ). Дротові нейтралізатори менш ефективні, тому що у них слабший іонізаційний струм і більш висока робоча різниця потенціалів. Індукційні нейтралізатори є вибухобезпечними і їх встановлюють у вибухонебезпечних середовищах.

Принцип дії високовольтних нейтралізаторів заснований на нейтралізації високою напругою. Вони створюють достатню іонізуючу дію за низьких потенціалів зарядженого тіла. Недоліки – необхідність джерела струму і велика енергія іскор, що виникають, здатних запалити вибухонебезпечні суміші. Тому використання їх у вибухонебезпечних приміщеннях обмежене.

За родом джерела живлення високовольтні нейтралізатори бувають трьох типів: постійного струму, змінного струму та високочастотні (із застосуванням частоти струму живлення до 100 кГц). Найбільш безпечними в експлуатації є високочастотні, проте це складні пристрої. Нейтралізатори змінного струму

біполярні, тобто утворюють іони обох знаків, що є перевагою, оскільки вони майже повністю нейтралізують заряд будь-якого знака. Нейтралізатори постійного струму бувають біполярними або однополярними, у порівнянні з нейтралізаторами змінного струму вони мають більшу дальність дії. Істотний недолік високовольтних нейтралізаторів – утворення озону та оксидів азоту, які викликають подразнення органів дихання, тому при експлуатації цих нейтралізаторів необхідно дотримуватися запобіжних заходів.

Іонізація повітря радіоактивним випромінюванням. Радіоактивні нейтралізатори прості за пристроєм, не вимагають джерела живлення, досить ефективні та повністю вибухобезпечні. Тому їх широко застосовують. Радіоактивні нейтралізатори містять радіоактивну речовину, що створює радіоактивне випромінювання, яке викликає іонізацію повітря. Для іонізації повітря застосовують радіоактивні речовини з випромінюванням α - та β -частинок. Дослідження показали, що α -випромінювачі можна застосовувати для місцевої іонізації повітря для нейтралізації електростатичних зарядів у місці утворення. Якщо необхідно нейтралізувати електростатичні заряди обсягом апарату, використовують β -випромінювачі. У разі використання радіоактивних нейтралізаторів необхідно передбачати надійний захист людей від шкідливого впливу радіоактивного випромінювання.

Якщо необхідно видалити електростатичні заряди без залишку, застосовують комбіновані нейтралізатори. Відомі два комбіновані нейтралізатори: один представляє собою комбінацію радіоактивного та високовольтного нейтралізаторів, а другий – радіоактивного та індукційного нейтралізаторів.

Розглянуті вище способи зменшення небезпеки статичної електризації можуть бути малоефективними або неприйнятними у вибухонебезпечних виробництвах. У таких виробництвах необхідно створювати умови, які б виключали утворення вибухонебезпечних концентрацій. Для запобігання утворенню вибухонебезпечних концентрацій вживають такі заходи: для резервуарів – плаваючі кришки, вільний простір в апаратах заповнюють азотом або вуглекислотою, постійно діючи вентиляцію з високою кратністю обміну повітря, а також автоматичне увімкнення аварійної вентиляції та ін. Задовільні результати дає зміна технологічного процесу окремих виробничих операцій або заміна горючих матеріалів негорючими, коли це дозволяє технологічний процес.

Ступінь електризації рідини залежить від складу та концентрації активних домішок, що містяться в ній, фізико-хімічного складу внутрішньої поверхні трубопроводу та її стану (корозії, шорсткості тощо), діелектричних властивостей, в'язкості та щільності рідини, а також від швидкості руху рідини, діаметра та довжини трубопроводу. Наприклад, присутність 0,001% механічних домішок перетворює інертне вуглецеве паливо в таке, що електризується до небезпечних меж. Заряди статичної електрики більш інтенсивно виникають у трубах із шорсткою внутрішньою поверхнею.

Простим та ефективним способом запобігання виникненню електростатичних зарядів (де це можливо) є збільшення електропровідності

рідини введенням у неї антистатичних присадок. Іншим способом запобігання виникненню електростатичних зарядів є зменшення швидкості руху рідин – діелектриків. Наприклад, для етилового ефіру при діаметрі трубопроводу 12 мм і для сірковуглецю при діаметрі трубопроводу 24 мм максимально припустима швидкість 1-1,5 м/с, а при більшому діаметрі трубопроводу – не більше 1 м/с. Для етилового та метилового спиртів припустима швидкість руху в трубі не повинна перевищувати 2-3 м/с, а для складних ефірів, кетонів та спиртів – 9-10 м/с.

При зливі рідин не можна їх перемішувати, розбризкувати чи розпорошувати; при наливі рідини в резервуар зливна труба повинна опускатися майже до дна приймальної судини, струмінь, що вільно падає, не допускається. Рідини повинні надходити в ємність нижче за рівень наявного в них залишку рідини.

Зміна режиму технологічного процесу. При багатьох технологічних процесах, що супроводжуються електризацією, особливо у протяжних системах (комунікаціях), спостерігаються дві зони: генерування та розсіювання зарядів, тобто витоку або релаксації. Виявлення цих зон та влаштування заземлених поверхонь зіткнення з електризованим матеріалом дозволяє значно знизити або уникнути іскрових розрядів. Встановлення таких пристроїв у трубопроводах або інших зонах, навпаки, може різко посилити електризацію.

Враховуючи, що приймальні ємності є зонами витоку зарядів і створюючи розширені ділянки трубопроводів перед надходженням до резервуару, можна забезпечити витік більшої частини заряду (до 95%). Об'єм такої ділянки (релакційної ємності), м³, визначають таким чином:

$$V = 20 \cdot \tau \cdot V_p, \quad (1.76)$$

де τ – час релаксації, с;

V_p – витрата рідини, м³/с.

Релакційні ємності доцільно застосовувати для рідких діелектриків з питомим опором 10^9 - 10^{12} Ом·см. При більш високих питомих опорах релаксаційні ємності мають бути більшими. Для сипких матеріалів створюють ємності (перед бункерами), у яких заряджений матеріал витримується протягом певного часу, при якому встигає стекти 95% заряду:

$$\tau_{вит} = 2,996 \cdot \tau, \quad (1.77)$$

де τ – час релаксації, с.

При об'ємній щільності матеріалу $q=I/vS$ діаметр циліндра релаксаційної ємності $D_u=4\epsilon\epsilon_0EvS/I$, для ємності, близької до кульової, $D_k=6\epsilon\epsilon_0EvS/I$, де v – швидкість матеріалу в трубопроводі, м/с; S – переріз трубопроводу, м²; I – струм потоку (електризації), А; E – напруженість електричного поля у стінок ємності (зазвичай $3 \cdot 10^6$ В/м при $D \leq 0,2$ м; 10^6 В/м при $D \leq 2$ м та $6 \cdot 10^5$ В/м при $D \leq 6$ м).

Усунення побічних джерел генерування зарядів, супутніх основному. Посиленню електризації діелектриків сприяють розбризкування рідини при

заповненні ємностей, розбризкування решти води на дві ємності при заповненні діелектричною рідиною, проходження бульбашок газу (повітря) через шар рідини або сипучого матеріалу, перемішування їх усередині ємності, зволоження пилу всередині ємності. Щоб уникнути чи послабити дію цих процесів, заповнення ємностей слід проводити не відкритим струменем, а під шар рідини, опускаючи наливну трубу до дна вздовж стінки, щоб зменшити перемішування рідин чи води; очищати рідини від води та газів (повітря), зменшувати швидкість потоку в трубі, особливо спочатку заповнення; влаштовувати скати для сипких матеріалів, що виключають скупчення їх у ємностях; очищати сипкий матеріал від домішок, що мають різну щільність та розміри частинок, різну швидкість осадження.

Зміна параметрів технологічного процесу. При русі рідких діелектриків трубами кількість зарядів, що утворюються, пропорційно швидкості потоку і діаметру трубопроводу. Зменшуючи швидкість потоку, можна знизити величину заряду, що переноситься ними у ємність. Для різних рідин допускається різна швидкість потоку.

Слід пам'ятати, що поки що немає теоретичних та експериментальних методів визначення безпечних струмів потоку, тому приймають безпечно перевірені.

Індивідуальні засоби захисту

Заряди статичної електрики можуть накопичуватися на тілі людини, особливо при користуванні взуттям, яке не проводить електрострум підошвами, одягом і білизною з вовни, шовку і штучних волокон, при пересуванні по непровідному покриттю підлоги та при виконанні ряду ручних операцій з речовинами-діелектриками.

Високий поверхневий опір тканин людини ускладнює збіг зарядів, які накопичуються на тілі, і людина тривалий час може знаходитися під великим потенціалом. Потенціал ізольованого від землі тіла людини може досягати 7000 В і більше, а максимальна енергія, що звільняється при іскровому розряді з нього, може становити 2,5-7,5 МДж. Людина під впливом електростатичних розрядів відчуває неприємні відчуття, удари, втрачає рівновагу.

При роботі з вибухонебезпечними речовинами в умовах обмеженого простору, в приміщеннях, де можливе утворення на тілі людини електростатичних зарядів, слід уникати носіння одягу з синтетичних матеріалів (нейлону, капрону і т.п.), шовку, а також не рекомендується носіння каблучок, браслетів, на яких акумулюються заряди статичної електрики. При виконанні робіт у зоні з можливим накопиченням статичної електрики рекомендується його відводити за допомогою електропровідного взуття, антистатичного халата, електропровідної спинки (сидіння) стільця, електропровідних браслетів, з'єднаних з землею через опір 10⁵-10⁷ Ом. Добрими електропровідними властивостями володіють покриття з бетону, антистатичного лінолеуму, електропровідної гуми і т.д.

1.7. Електрозахисні засоби

При експлуатації електроустановок необхідно дотримуватись НПАОП 40.1-1.07-01(ДНАОП 1.1.10-1.07-01) «Правила експлуатації електрозахисних засобів».

1.7.1. Класифікація електрозахисних засобів

Під час обслуговування електроустановок повинні застосовуватись засоби захисту від ураження електричним струмом (електрозахисні засоби), від впливу електричного поля, а також засоби індивідуального (далі – ЗІЗ) та колективного захисту згідно з ГОСТ 12.4.011-89.

Ізолювальні електрозахисні засоби поділяються на основні і додаткові.

Основні ізолювальні електрозахисні засоби, які повинні застосовуватись в електроустановках, наведено в табл. 1.26.

Додаткові електрозахисні засоби, які повинні застосовуватись в електроустановках, наведено в табл. 1.27.

Таблиця 1.26

Основні електрозахисні засоби для роботи в електроустановках

До 1000 В включно	Понад 1000 В
ізолювальні штанги	ізолювальні штанги всіх видів
ізолювальні кліщі	ізолювальні кліщі
електровимірювальні кліщі	електровимірювальні кліщі
показчики напруги	показчики напруги
діелектричні рукавички	пристрої для створення безпечних умов праці під час проведення випробувань і вимірювань в електроустановках (показчики напруги для фазування, показчики пошкодження кабелів та ін.)
інструмент з ізолювальним покриттям	

До засобів захисту від дії електричних полів напруженістю, яка перевищує допустиму для перебування працівників в електричному полі без засобів захисту, згідно з вимогами ГОСТ 12.1.002-84 належать індивідуальні екранувальні комплекти, які необхідно застосовувати під час виконання робіт на потенціалі дроту повітряної лінії електропередач (ПЛ) і на потенціалі землі у відкритому розподільному устаткуванні (ВРУ) і на ПЛ, а також знімні і переносні екранувальні пристрої та плакати безпеки.

Крім наведених в табл.1.26 і табл.1.27 засобів захисту, в електроустановках повинні застосовуватись такі ЗІЗ:

- захисні каски – для захисту голови;
- захисні окуляри і щитки – для захисту очей і обличчя;

- протигази і респіратори – для захисту органів дихання;
- рукавиці – для захисту рук;
- запобіжні пояси та страхувальні канати.

Таблиця 1.27

Додаткові електрозахисні засоби для роботи в електроустановках

До 1000 В включно	Понад 1000 В
діелектричне взуття	діелектричні рукавички
діелектричні килими	діелектричне взуття
ізолювальні підставки	діелектричні килими
ізолювальні накладки	ізолювальні підставки
ізолювальні ковпаки	ізолювальні накладки
сигналізатори напруги	ізолювальні ковпаки
захисні огороження (щити, ширми)	штанги для перенесення і вирівнювання потенціалу
переносні заземлення	сигналізатори напруги
плакати і знаки безпеки	захисні огороження (щити, ширми)
інші засоби захисту	переносні заземлення
	плакати і знаки безпеки
	інші засоби захисту

Вибір необхідних електрозахисних засобів, засобів захисту від дії електричного поля, а також ЗІЗ регламентується ДНАОП 0.03-3.21-91 «Санітарні норми та правила виконання робіт в умовах впливу електричних полів промислової частоти (50 Гц)», ДНАОП 1.1.10-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок», ДНАОП 1.1.10-1.07-01 «Правила експлуатації електрозахисних засобів», ГКД 34.10.601-96 «Засоби захисту під час експлуатації енергоустановок. Норми річної потреби», а також іншими відповідними нормативними документами (НД) з урахуванням місцевих умов.

У разі необхідності захисту працівника від напруги кроку дозволяється використовувати діелектричне взуття без застосування основних засобів захисту.

Ізолювальний інструмент, покажчики напруги до 1000 В, а також запобіжні пояси і страхувальні канати дозволяється маркувати доступними засобами із записом результатів випробувань у «Журналі обліку та зберігання засобів захисту».

Забороняється користуватись засобами захисту з простроченим терміном зберігання.

Порядок застосування засобів захисту зарубіжного виробництва. Засоби захисту зарубіжного виробництва, у тому числі інструмент, що відповідає вимогам ГОСТ 11516-94 (МЭК 900-87) «Ручные инструменты для работ под напряжением до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока», повинні

вводиться в експлуатацію лише в тому разі, якщо вони відповідають чинним в Україні НД.

Рішення про дозвіл на застосування засобів захисту дає Державна служба України з питань праці.

1.7.2. Загальні вимоги до засобів захисту. Загальні положення

Засоби захисту повинні бути безпечними в користуванні. Їх необхідно розробляти і вводити в експлуатацію з урахуванням вимог статті 24 Закону України «Про охорону праці».

Засоби захисту, що експлуатуються в Україні, повинні виготовлятися в кліматичному виконанні V категорії і згідно з ГОСТ 15150-69 (робочі температури: нижнє значення – 45 °С; верхнє значення + 40 °С;; середньорічна відносна вологість 80% за температури + 15 °С).

Для електронних засобів захисту верхнє значення робочих температур дозволяється підвищувати до + 55 °С.

Дозволяється за погодженням із замовником підвищувати нижні значення робочих температур до – 25 °С – для засобів захисту, призначених для експлуатації просто неба.

Організацію контролю відповідності засобів захисту після придбання їх повинен здійснювати роботодавець підприємства, яке придбало засоби захисту.

Загальні вимоги до електрозахисних засобів

Електрозахисні засоби, які конструктивно мають рукоятку та ізолювальну частину, повинні забезпечуватись з боку рукоятки обмежувальним кільцем або упором з електроізоляційного матеріалу.

Зовнішній діаметр обмежувального кільця або упору електрозахисних засобів для електроустановок напругою понад 1000 В повинен перевищувати зовнішній діаметр рукоятки не менше ніж на 10 мм.

Обмежувальне кільце відноситься до довжини ізолювальної частини.

Забороняється позначати межу між ізолювальною частиною і рукояткою тільки пояском фарби.

Висота кільця або упора у електрозахисних засобів для електроустановок напругою до 1000 В включно (крім ізолювального інструменту) повинна бути не менше 3 мм.

Ізолювальні частини електрозахисних засобів повинні бути виготовлені з матеріалів, що мають стійкі діелектричні властивості.

Матеріали, що мають скловолокнисту або вологопоглинальну структуру

(паперовобакелітові трубки та дерево), необхідно покривати вологотрекінгостійким лаком, і вони повинні мати гладку зовнішню поверхню без пошкоджень.

Конструкція електрозахисних засобів з електроізоляційних трубок повинна бути такою, що унеможлиблює попадання всередину пилу і вологи або повинна передбачатись можливість очищення внутрішніх поверхонь (наприклад, пирососом).

Розміри робочої частини штанг і покажчиків напруги не нормуються, але вони повинні бути такими, щоб у разі користування ними в електроустановках виключалась можливість міжфазного короткого замикання або замикання на землю.

1.7.3. Електрозахисні засоби. Основні електрозахисні засоби

Основні електрозахисні засоби – засоби захисту, ізоляція яких довго витримує робочу напругу електроустановок, і тому цими засобами можна торкатися струмовідних частин, що знаходяться під напругою. До таких засобів в електроустановках напругою до 1000 В відносять ізолюючі штанги, ізолюючі та електровимірвальні кліщі, покажчики напруги, діелектричні рукавички, слюсарно-монтажний інструмент з ізолюючими рукоятками.

Ізолюючі штанги в залежності від їх призначення поділяються на оперативні, ремонтні та вимірвальні.



Рис. 1.51. Операції з однополюсними роз'єднувачами

Ізолювальні оперативні штанги призначені для різних операцій у розподільних пристроях – увімкнення та вимкнення ножів однополюсних роз'єднувачів (рис. 1.51), визначення місць послаблення кріплення жорстких збірних шин на опорних ізоляторах, перевірки (за допомогою прикріпленого до штанги шматка воску, термосвічки або іншого індикатора) ступеня нагріву доступних для вимірів струмовідних частин електроустановок, що знаходяться під напругою.

Ізолювальні ремонтні штанги служать для робіт на струмовідних частинах, що знаходяться під напругою, таких, наприклад, як очищення ізоляторів від пилу, приєднання контактів тимчасових електроприймачів, в'язання дроту на штирьових ізоляторах повітряних ліній

електропередач, установка розрядників та габаритників, накладання та зняття переносних заземлень – закороток.

Ізолювальні вимірювальні штанги служать для контролю справності окремих ізоляторів у підвісних гірляндах на повітряних лініях шляхом визначення за іскровим розрядом наявності напруги на ізоляторі. Застосовуються також штанги контролю контактних з'єднань проводів шляхом вимірювання величини перехідних опорів.

Ізолюючі штанги відрізняються лише конструкцією робочої частини залежно від призначення (захоплення, пальці, щітка, струбцина тощо).

Оперативна штанга складається з трьох складових частин: робочої частини у вигляді сталевого наконечника з пальцем для захоплення ножів роз'єднувачів; ізолюючої частини, виготовленої з бакелізованого паперу (трубки), і ручки-захоплення, що є продовженням трубки, відокремленої від ізолюючої частини упорним кільцем (межею захоплення штанги рукою).

Ізолювальні штанги призначені для оперативної роботи, проведення вимірювань та накладання заземлень. Складаються з робочої та ізолюючої частин, а також рукоятки. Робоча частина штанги для накладання заземлень має захоплення та струбцину, з'єднані заземлюючим провідником перетином на менше 25 мм².

Ізолюючі кліщі застосовують для операцій із запобіжниками, установки та зняття ізолюючих накладок, перегородок. Складаються з робочої, ізолюючої частин та рукояток.

Кліщі ізолюючі служать для виконання операцій зі встановлення та зняття запобіжників під напругою, встановлення та видалення ізолюючих накладок та для виконання інших робіт. Ізолюючі кліщі К-1000 призначені для заміни запобіжників типів ПР-1, ПР-2, НПН на струми 15-60 А в електроустановках напругою до 1000 В. При роботі з кліщами забороняється торкатися їхньої ізолюючої частини за упорами (обмежувальними кільцями). Працювати кліщами під напругою необхідно в діелектричних рукавичках та у захисних окулярах.

Електровимірювальні кліщі використовують для вимірювання струму, напруги та потужності в електричних ланцюгах без порушення їх цілісності;

складаються з робочої частини (роз'ємного магнітопроводу, обмотки та вимірювального приладу) і корпусу, що є одночасно ізолюючою частиною з упором та рукояткою.

Кліщі електровимірювальні застосовують для вимірювань в електричних ланцюгах без порушення їхньої цілісності. Існує кілька типів: для вимірювань сили струму та напруги (Ц91), потужності (Д90), сили струму, напруги та опору (Ц4501). Їх дозволяється використовувати в закритих електроустановках, а у відкритих – тільки за сухої погоди, коли відсутня ймовірність зволоження.

При роботі з електровимірювальними кліщами в умовах будівництва рекомендується застосовувати діелектричні рукавички. Щоб уникнути випадкового дотику або наближення до струмовідних частин на небезпечну відстань кліщі слід тримати на вазі у витягнутих або зігнутих руках, не спираючи їх на струмовідні або заземлені (занулені) частини (рис. 1.52).

Показчики напруги призначені для перевірки наявності напруги на струмовідних частинах. В електроустановках напругою до 1000 В застосовують двополюсні або однополюсні (останні придатні тільки для електроустановок змінного струму) показчики.

Показчики напруги в електроустановках напругою до 1000 В застосовують двох типів: двополюсні, що працюють за принципом протікання активного струму, і однополюсні, що працюють за принципом протікання ємнісного струму. Однополюсні показчики рекомендується застосовувати під час перевірки схем вторинної комутації, визначення фазного дроту в патронах, штепсельних з'єднаннях, вимикачах, запобіжниках тощо.

Промисловість випускає кілька типів показників напруги для застосування в установках до 1000 В. Однополюсні показчики напруги марок ІН 110-380, ІН-91 виготовлені у вигляді штиревого наконечника або викрутки.

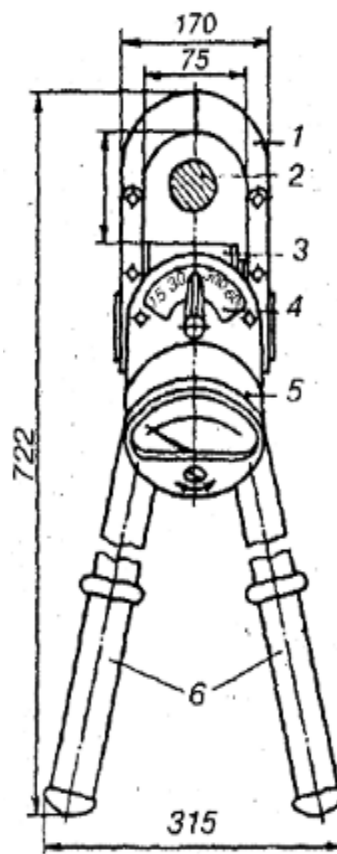


Рис. 1.52. Дворучні струмовимірювальні кліщі типу Ц-90 для електроустановок до 10 кВ включно

Недолік всіх однополюсних показчиків – чутливість до наведеної напруги. Двополюсні показчики (марок УНН-10, ПН-90, МІН-1 та ін.) складаються з двох корпусів, виконаних з ізолюючого матеріалу, в яких розміщені елементи електричної схеми.

В електроустановках напругою до 1000 В не допускається застосування контрольних ламп (патрон з лампою розжарювання та двома провідниками) для перевірки відсутності напруги у зв'язку з небезпекою їх вибуху при увімкненні на міжфазну напругу та травмування обслуговуючого персоналу електричною дугою, яка виникає при цьому та уламками скла.

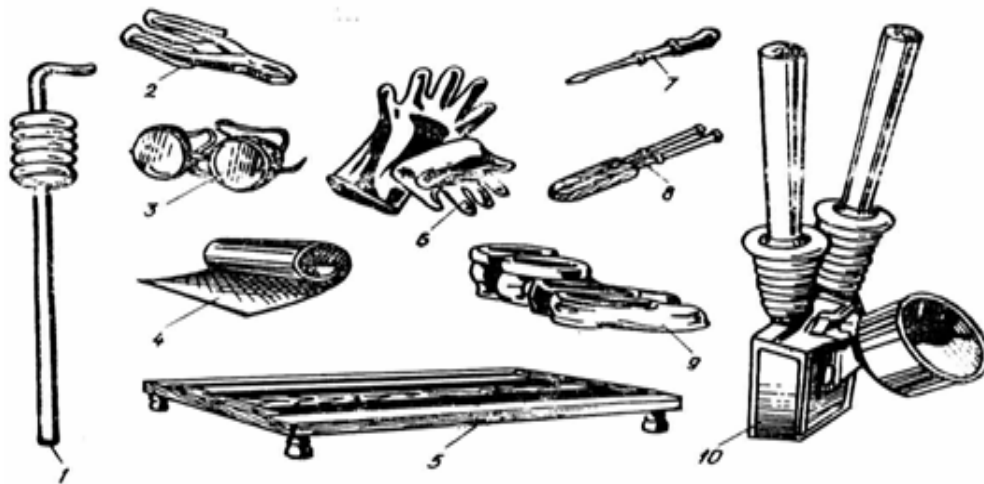


Рис. 1.53. Індивідуальні електрозахисні засоби: 1 – вимикаюча штанга; 2 – пасатижі; 3 – захисні окуляри; 4 – ізолюючий килимок; 5 – ізолююча підставка; 6 – ізолюючі рукавички; 7 – викрутка; 8 – кліщі; 9 – технічні калоші; 10 – струмові кліщі

Гумові діелектричні рукавички необхідні для захисту персоналу від напруги дотику. Вони повинні мати заводський штамп про проведені випробування, що не звільняє від обов'язкових випробувань перед їх застосуванням. Краще застосувати безшовні рукавички як найбільш надійні (виключено розшарування по швах) та еластичні. Довжина рукавичок має бути не менше 350 мм. Розмір діелектричних рукавичок повинен дозволяти надягати під них вовняні рукавички під час робіт на відкритому повітрі в зимовий час. Одягати їх слід так, щоб рукави одягу входили всередину рукавичок. На відсутність проколів (розшарування по швах) рукавички перевіряють шляхом згортання кожної окремо від краю у бік пальців. За відсутності пошкоджень повітря не повинно виходити з рукавичок.

1.7.4. Додаткові електрозахисні засоби

Додаткові електрозахисні засоби – засоби захисту, які самі по собі не можуть при даній напрузі забезпечити захист від ураження струмом та їх

застосовують разом із основними електрозахисними засобами. До таких засобів в електроустановках напругою до 1000 В відносять діелектричні калоші та килими, переносні заземлення, ізолюючі підставки та накладки, пристрої, плакати та знаки безпеки.

Гумові діелектричні калоші (ГОСТ 13385-78*) призначені як додатковий засіб захисту персоналу від ураження електричним струмом при роботі в закритих електроустановках до 1000 В та у відкритих електроустановках в суху погоду і служать для захисту від напруги кроку. Їх виготовляють зі спеціальної гуми, надягають поверх взуття. Діелектричні калоші за кольором, відсутності лакування та інших ознак відрізняються від калош, призначених для інших цілей. Допускається їх застосування при температурі від -30 до $+50$ °С.

Гумові діелектричні килими служать як додатковий ізолюючий електрозахисний засіб у закритих (крім особливо сирих приміщень) та відкритих електроустановках (в суху погоду). Як електрозахисний засіб дозволяється застосовувати тільки діелектричні килими, виготовлені за ГОСТ 4997-75.

Залежно від призначення та умов експлуатації килими виготовляються двох груп: перша – для роботи за температури від -15 до $+40$ °С; друга – маслобензостійка для роботи при температурі від -50 до $+80$ °С (при 80 °С – не більше 3000 год.).

Діелектричні килими укладають у щитів, підключальних пунктів, пускових пристроїв. В особливо сирих приміщеннях, відкритих електроустановках, а також в умовах інтенсивного виділення пилу (наприклад, на бетонорозчинних вузлах) застосування діелектричних килимів недоцільно, замість них використовують ізолюючі підставки.

Ізолювальні підставки застосовують в електроустановках, де можливий дотик зі струмовідними частинами напругою до 1000 В при експлуатаційно-ремонтному обслуговуванні. Підставка складається з дерев'яного настилу, укріпленого на опорних ізоляторах, висота яких від підлоги до нижньої поверхні настилу повинна бути не менше 7 см. Рекомендуються ізолятори типу СН-6, що випускаються спеціально для виготовлення підставок. За відсутності їх можна використовувати опорні ізолятори інших типів. Настил повинен бути розмірами не менше 50х50 см і складатися із сухих струганих дерев'яних планок без сучків. Відстань між планками у світлі не повинна перевищувати 3 см. Суцільні настили застосовувати не слід, тому що важко контролювати стан ізоляторів. Всі частини настилу міцно і жорстко з'єднують між собою врізанням та закріпленням дерев'яними шпильками. Замість шпильок

допускається використовувати столярний клей. Готовий настил покривають з усіх боків масляною фарбою. Конструкція ізолюючої підставки повинна виключати зісковзування настилу з опорних ізоляторів. Щоб уникнути перекидання ізолюючої підставки при знаходженні людини на її краї, настил не повинен виступати за опорну поверхню ізоляторів.

Діелектричні чоботи призначені як додатковий засіб для захисту персоналу від ураження електричним струмом при роботі в електроустановках до 1000 В, а також для захисту від напруги кроку. Застосовують чоботи за температури навколишнього повітря від -30 до $+50$ °С.

Ізолювальні накладки в електроустановках напругою до 1000 В застосовують як засіб, що перешкоджає помилковому увімкненню рубильників. Вони необхідні для відокремлення струмовідних частин, що знаходяться під напругою, від вимкнених струмовідних частин і запобігання випадковому дотику до струмовідних частин, що знаходяться під напругою. В електроустановках напругою до 1000 В можна використовувати гнучкі накладки товщиною не менше 5 мм з діелектричної гуми. Ними закривають струмовідні частини без зняття напруги. Встановлювати накладки на струмовідні частини, якщо в їхній конструкції не передбачені ізолюючі рукоятки або тримачі, необхідно із застосуванням основних засобів захисту. Перед використанням ізолюючих накладок їх слід обтерти від пилу та перевірити відсутність тріщин, розривів та інших пошкоджень поверхні.

Захисні окуляри. Багато робіт з монтажу та експлуатації електроустановок вимагають застосування окулярів для захисту очей від попадання в них пилу та інших дрібних частин.

Захисні окуляри слід застосовувати для захисту очей при: зміні запобіжників та ламп під напругою; різання кабелів та розкриття муфт на кабельних лініях, що знаходяться в експлуатації; роботах, пов'язаних з приготуванням та заливкою кабельної мастики; зварювання та паяння (на дротах, шинах, кабелях тощо); роботах з електролітом та при обслуговуванні акумуляторних батарей та ін. Захисні окуляри повинні бути закритого типу, не мати дефектів (бульбашок тощо). Їх рекомендується вибирати за призначенням.

Найбільше застосування знайшли захисні окуляри типів ПО-2 ГОСТ 9496-60 (герметичні), які добре захищають очі від впливу газів, парів, пилу та бризок їдких речовин. Їх рекомендується застосовувати при роботах з кислотами та лугами при монтажі та обслуговуванні акумуляторних батарей.

При обробці різних твердих матеріалів рекомендується застосовувати коробчасті окуляри типу С-12 з безбарвним склом згідно з ГОСТ 9802-61.

Окуляри типу С-12 виготовляються у вигляді двох коробок із пластмаси, з'єднаних гнучким подовжувачем. Бічні поверхні коробок мають жерстяні накладки із лускатими отворами для вентиляції підокулярного простору.

При тривалій роботі скла окулярів з внутрішньої сторони рекомендується змащувати спеціальним складом, щоб уникнути відпотівання.

Захист очей від шкідливих ультрафіолетових та інфрачервоних променів, що виникають при дуговому електричному зварюванні, здійснюється спеціальними масками із світлофільтрами типу ЕС.

Запобіжні монтерські пояси (ГОСТ 14185-77*) – засіб захисту від падіння з висоти під час виконання робіт на повітряних лініях електропередачі та на конструкціях або обладнанні відкритих розподільних пристроїв електроустановок. В умовах будівництва (при роботі на понтажних горизонтах) електротехнічний персонал може застосовувати запобіжні пояси «Будівельник» ПП-4 з енергопоглинаючим пристроєм (амортизатором).

Монтерський пояс (рис. 1.54) складається з пояса, кріпильної стропи, карабіна-застібки та страхуючого каната, яких служить для додаткового кріплення до опори на висоті. Перед користуванням монтерський пояс повинен бути ретельно оглянутий і за відсутності штампа про випробування, а також у разі наявності пошкоджень (наприклад, відсутність окремих пістонів в отворах для шпеньків пряжок, надриви стрічки пояса в місцях кріплення напівкілець, надриви ременів, обриви швів, нещільне закривання зів карабіна та ін.) має бути негайно вилучен з вживання.

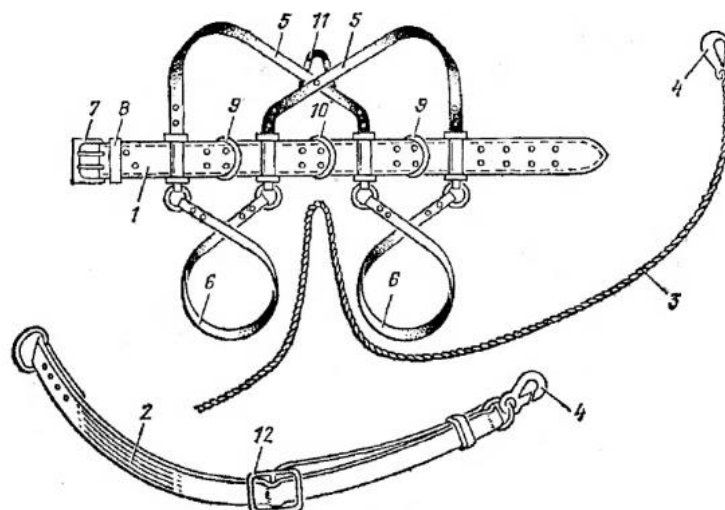


Рис. 1.54. Монтерський запобіжний пояс: 1 – пояс, 2 - кріплення строп (фал); 3-страхувальний канат; 4 - карабін; 5 - плечові ремені (лямки); 6 - ножні (крокові) ремені; 7 - пряжка пояса; 8 - шльовка; 9 - півкільце для кріплення стропа (фала); 10 - півкільце для кріплення бавовняного страхувального каната; 11 - допоміжне кільце на лямках для кріплення страхувального каната при необхідності підйому на висоту або зависання; 12 - безшпилькова пряжка для регулювання довжини фала

Слюсарно-монтажний інструмент з ізолюючими рукоятками

застосовують для робіт без зняття напруги на струмоведучих частинах в електроустановках напругою до 1000 В. Дозволяється використовувати інструмент з ізолюючими рукоятками, виготовлений лише відповідно до вимог ДСТУ ГОСТ 11516:2014. Ізолюючі рукоятки повинні бути виконані у вигляді чохла або у вигляді покриття, що не знімається, з вологостійкого, маслобензостійкого, некрихкого електроізоляційного матеріалу з упорами з боку робочого органу. Ізоляція повинна покривати всю рукоятку, її довжина має бути не менше 100 мм до середини упору. Ізоляція ссрержней викрутки повинна закінчуватися на відстані не більше 10 мм від кінця леза викрутки. Ізолюючі рукоятки як на поверхні, так і в товщі ізоляції не повинні мати раковин, сколів, здуття, розшарування, тріщин та пористості.

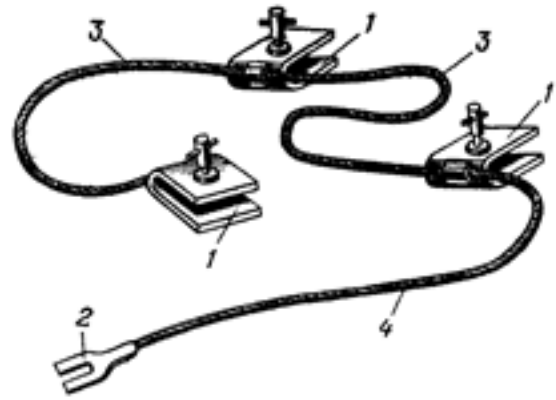
Промисловість випускає комплекти слюсарно-монтажного інструменту з ізолюючими ручками, наприклад, комплект інструменту КСМІ-2, який включає: ключ гайковий розвідний 7813-0034; ключ тріскатковий КТ-14 з п'ятьма змінними головками; пасатижі 7814-0161; плоскогубці 7814-0258; гострогубці (кусачки) бічні завдовжки 150 мм; кусачки торцеві 7814-01281; викрутки 7810-0437 та 7810-0439 Н12х1; сумка пакувальна. Габарити сумки з інструментом у згорнутому вигляді 380х220 мм, вага 5 кг.

Переносні заземлення-закоротки є найбільш надійним захистом засобом, що захищає при роботі на відключеному електрообладнанні, на кабельній або повітряною лінії електропередачі на випадок помилкової подачі на це відключене обладнання напруги. Переносні заземлення за допомогою спеціальних провідників і гвинтових затискачів замикають струмопровідні частини коротко з одночасним приєднанням до землі.

При помилковому включенні такої короткозамкнутої та заземленої лінії на напругу безпека людей, що працюють на струмоведучих частинах електроустановки, забезпечується швидким автоматичним вимкненням електроустановки за допомогою вимикача або внаслідок перегорання плавких вставок запобіжників.

Переносні заземлення виготовляються з гнучкого мідного дроту з поперечним перерізом жил, розрахованим на термічну стійкість при протіканні струмів короткого замикання, але не менше 25 мм². Цей дріт (рис. 1.55) має на одному кінці три відгалуження, що закінчуються спеціальними затискачами у вигляді струбцин для приєднання до фази відключеної електроустановки, а на іншому кінці кабельний наконечник або струбцину для приєднання до шини заземлення.

Якщо переносне заземлення призначене для накладання на дроти відключеної повітряної трифазної лінії, то для зручності користування воно виконується у вигляді трьох окремих провідників такої довжини, щоб можна було кожен з них приєднати одним кінцем до дроту повітряної лінії, а іншим або до заземлення металевої опори, або до тимчасового осередка заземлення, виконаного у вигляді сталевго стрижня, забитого поблизу електроустановки в ґрунт на глибину близько 1 м.



*Рис. 1.55. Переносне заземлення закоротка:
1 – гвинтовий затискач;
2 – наконечник для приєднання до заземлюючої шини; 3 – дроти для з'єднання фаз накоротко;
4 – заземлюючий провід*

З'єднання дротів переносного заземлення з наконечниками або струбцинами має бути достатньо надійним, зазвичай воно виконується зварюванням або болтовим з'єднанням. Накладання наконечників переносного заземлення після приєднання одного його кінця до заземлення здійснюється одразу після перевірки відсутності напруги на вимкненому електрообладнанні або повітряній лінії.

Роботи з улаштування переносного заземлення здійснюються у такій послідовності. Спочатку приєднують заземлення до «землі» (осередку заземлення), після чого перевіряють відсутність напруги на заземлюючих струмовідних частинах. При відсутності напруги за допомогою штанг або руками в діелектричних рукавичках накладають затискачі закорочуючих дротів. Знімають заземлення в зворотному порядку. Всі операції з накладення і зняття переносного заземлення виконуються в діелектричних рукавичках.

Ці операції виконуються оператором за допомогою ізолюючої штанги в діелектричних рукавичках і стоячи на ізолюючій основі (килимok, підставка) або в діелектричних чоботах. Оскільки операція накладання переносного заземлення є небезпечною (у разі, наприклад, помилкового накладання заземлення на невимкнене обладнання), то рекомендується виконувати за допомогою трьох спеціальних штанг, робоча частина яких обладнана наконечниками – струбцинами.

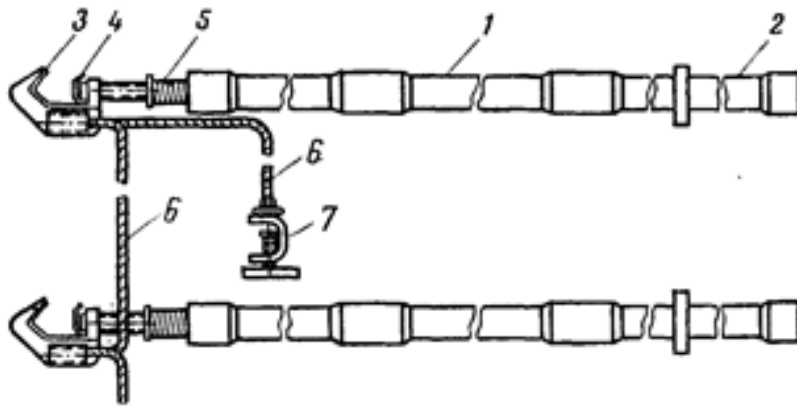


Рис. 1.56. Переносне заземлення типу ШЗП-2500 (дві фази): 1 – ізолююча частина; 2 – ручка-захоплення; 3 - затискач для накладання струмовідних частин; 4 – плашка затиску; 5 - шарнір із пружиною; 6 - гнучкий дрiт; 7 - трубочина для приєднання до заземлюючого пристрою

На рис. 1.56 зображено переносне заземлення, обладнане штангами, яке широко застосовується в електроустановках напругою 6-10, 35 або 110 кВ. При цьому довжина ізолюючої частини штанги від затиску до межі захоплення рукою повинна відповідати напрузі установки.

Для суворого обліку накладених заземлень, щоб уникнути помилкового увімкнення установки під напругу за наявності незнятого заземлення-закоротки переносне заземлення забезпечується металевою биркою із зазначенням його номера. Про накладення або зняття тимчасового переносного заземлення черговий оперативний електротехнічний персонал повинен робити щоразу відповідний запис до оперативного журналу із зазначенням місця встановлення заземлення та його номера. Усі незайняті переносні заземлення повинні зберігатися у підвішеному стані на місцях, також занумерованих.

1.7.5. Тимчасові огороження

Як тимчасові огороження застосовуються щити (ширми), ізолюючі накладки та ковпаки, огорожі – клітини, габаритники.

Переносні щити висотою 1,7 м виготовляються із сухого дерева без металевих кріплень у вигляді суцільної поверхні. Вони повинні бути стійкі та міцні та пофарбовані масляною фарбою. Гратчасті щити допускаються лише для огороження проходів, входів у камери тощо.

Щити слід встановлювати так, щоб відстань від них до струмовідних частин електроустановки була не менше: 0,35 м – в установках до 15 кВ включно та 0,6 м – в установках вище 15 і до 35 кВ. При установці щитів поблизу невимкнених струмовідних частин необхідно користуватися діелектричними рукавичками та ізолюючими кліщами.

В електроустановках напругою до 15 кВ у разі потреби дозволяється користуватися огорожами-накладками, які безпосередньо накладаються на

струмовідні частини. Як ізолюючі накладки застосовуються пластини з гуми, гетинаксу або текстоліту, якими можна закрити від випадкового дотику ножі рубильника або роз'єднувача, шини, кінцеві муфти тощо. Для ізоляції ножів однополюсних роз'єднувачів в установках напругою до 10 кВ застосовують спеціальні гумові ковпаки.

Установка ізолюючих накладок та ковпаків повинна проводитись двома особами за допомогою ізолюючих штанг або кліщів із застосуванням діелектричних рукавичок.

До захисних пристроїв слід віднести так звані щитові габаритники, які захищають від дотику до частин, що знаходяться під напругою, під час виконання роботи без зняття напруги в умовах вкрай обмежених відстаней.

Порядок використання засобів захисту встановлено ПТБ. Особистий склад, що обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений усіма необхідними засобами захисту, що забезпечують безпеку його роботи. Засоби захисту повинні бути у складі інвентарного майна РУ електростанцій, ТП, акумуляторних установок, оперативно-виїзних бригад.

У табл. 1.28 наведено мінімальні норми комплектування засобами захисту стаціонарних та пересувних електроустановок напругою до 1000 В. Відповідальний за електрогосподарство може, залежно від місцевих умов, збільшувати кількість засобів захисту та доповнювати номенклатуру.

Таблиця 1.28

Норми комплектування засобами захисту електроустановок напругою до 1000 В

Засоби захисту	Електроустановки	
	стаціонарні	пересувні
ізолюючі кліщі, од.	1	-
покажчики напруги, од.	1	1
діелектричні рукавички, пара	2	1
інструмент з ізолюючими рукоятками, комплект	2	1
діелектричні калоші, пара	2	-
діелектричні килимки, ізолюючі підставки, од.	2	2
переносні заземлення, прим.	2	-
плакати та знаки безпеки, комплект	2	2
захисні окуляри, пара	1	1

Електрозахисні засоби (крім килимків, підставок, плакатів та знаків безпеки), що знаходяться в експлуатації, повинні бути пронумеровані та обліковані за Журналом обліку та утримання засобів захисту, в якому вказують найменування, інвентарні номери, місцезнаходження, дати експлуатаційних періодичних випробувань та оглядів.

Експлуатаційні періодичні випробування засобів захисту проводять у

регламентовані терміни (табл. 1.29). Перед електричними випробуваннями засоби захисту піддають зовнішньому огляду для перевірки розмірів, справності, комплектності, стану ізоляційних поверхонь.

Таблиця 1.29

**Види, терміни та параметри експлуатаційних випробувань
ізолювальних електрозахисних засобів**

Тмп електрозахисних засобів	Вид випробувань	Періодичність випробувань, міс	Параметри навантаження, кВ
рукавички діелектричні	електричні	66	-
взуття діелектричне	електричні	12 / 36	3,5 / 15
діелектричні килимки	огляд	6	-
діелектричні підставки	огляд	36	-
ізольований інструмент з одношаровою ізоляцією	електричні	2	12
штанги вимірювальні	діелектричні	12	2/3-кратна лінійна але $i \geq 40$ кВ в установках напругою 1-35 кВ; 3-кратна лінійна в установках напругою 110 кВ
штанги оперативні	діелектричні	24	-
електровимірювальні та ізольовані кліщі	діелектричні	24	2/3-кратна лінійна але $i \geq 40$ кВ в установках напругою 6-105 кВ; 3-кратна лінійна в установках напругою 35 кВ
діелектричні штанги переносних заземлень	діелектричні	24	50 при напрузі мережі 110-220 В; 100 при напрузі мережі 300-500 кВ

Примітка. В чисельнику величина випробувальної напруги при напрузі мережі до 1000 В, в знаменнику – 1000 В і вище.

Перед використанням засобів захисту особовий склад повинен перевірити його справність, переконатися, що немає зовнішніх пошкоджень, очистити і обтерти від пилу, перевірити по штампі термін придатності. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких минув, забороняється.

Відповідальність за своєчасне забезпечення персоналу справними засобами захисту відповідно до норм комплектування, організацію правильного зберігання, проведення оглядів та випробувань, облік засобів захисту несуть особи, відповідальні за електрогосподарство.

Електричні випробування електрозахисних засобів проводяться спеціально підготовленими працівниками. Кожний засіб захисту перед випробуваннями необхідно оглянути з метою перевірки розмірів, справності, комплектності, стану ізоляційної поверхні, наявності номера. Випробування проводяться напругою змінного струму частотою 50 Гц при температурі повітря 25 ± 10 °С і регламентованій швидкості підвищення напруги. Результати

випробувань оцінюються за величиною струму, що протікає через засоби захисту.

При позитивних результатах випробувань на засобах захисту проставляється штамп, що відповідає інвентарному номеру засобу захисту, даті наступного випробування та граничній напрузі застосування. Штамп на засобах захисту, застосування яких не залежить від напруги електроустановки (діелектричні рукавички, ізолювальний інструмент тощо), не містить величини напруги застосування. Результати випробувань засобів захисту оформлюються протоколом встановленої форми.

Електрозахисні засоби застосовуються в закритих електроустановках без будь-яких погодних обмежень, а у відкритих електроустановках і на повітряних лініях – тільки в суху погоду, за відсутності ожеледі, мряки, опадів.

Ізолювальні електрозахисні засоби необхідно застосовувати за їх прямим призначенням згідно з вимогами Правил експлуатації електрозахисних засобів і тільки за напруги, що не перевищує ту, на яку вони розраховані.

В електроустановках напругою від 1 до 35 кВ ізолювальні штанги (крім вимірювальних), переносні заземлення, штанги-пилососи, покажчики напруги, ізолювальні та вимірювальні кліщі застосовуються тільки в комплекті з додатковими засобами захисту – діелектричними рукавичками. При більших значеннях напруги застосування діелектричних рукавичок повинно регламентуватися інструкціями з експлуатації ізолювальних штанг.

При використанні ізолювальних електрозахисних засобів необхідно тримати їх за рукоятки до обмежувального кільця на них, на витягнутих руках, не допускати наближення ізолювальної частини цих засобів до струмовідних елементів інших фаз установки на небезпечну відстань, регламентовану Правилами безпечної експлуатації електроустановок.

У разі заміни запобіжників за допомогою ізолювальних кліщів крім діелектричних рукавичок необхідно застосовувати захисні окуляри.

Перед кожним застосуванням в електроустановках покажчиків напруги їх справність необхідно перевіряти на струмовідних частинах, які завідомо перебувають під напругою, користуючись при цьому діелектричними рукавичками. При перевірці справності однополюсних покажчиків напруги заброняється застосовувати діелектричні рукавички, що обумовлюється конструкцією і принципом роботи цих покажчиків.

Виконувати роботи в електроустановках з використанням діелектричних штанг, кліщів і подібних їм інших засобів захисту необхідно з землі, підлоги або безпечних стійких інвентарних конструкцій та дерев'яних драбин тощо.

1.8. Перша допомога потерпілому від електричного струму

Перша медична допомога спрямована на відновлення чи збереження життя та здоров'я потерпілого; її надає, зазвичай, не медичний персонал, а особи, які перебувають поруч із постраждалим.

Людина, яка надає допомогу, повинна знати: основні ознаки порушення життєво важливих функцій організму людини; загальні принципи надання першої допомоги та її прийоми; основні способи перенесення та евакуації постраждалих.

Той, хто надає допомогу, повинен уміти:

- оцінювати стан потерпілого і визначати, якої допомоги насамперед він потребує;
- забезпечувати відновлення прохідності верхніх дихальних шляхів;
- виконувати штучне дихання способом «з рота до рот» («з рота в ніс») та закритий масаж серця та оцінювати їх ефективність;
- тимчасово зупиняти кровотечу накладенням джгута, пов'язки, що давить, пальцевим притисканням судини;
- накладати пов'язку при ушкодженні;
- іммобілізувати ушкоджену частину тіла при переломі кісток, тяжкому забитому місці;
- використовувати підручні засоби при перенесенні, завантаженні та транспортуванні потерпілого; користуватися аптечкою першої допомоги.

Першу допомогу потерпілому від електричного струму необхідно надавати у такій послідовності:

- звільнити потерпілого від дії електричного струму;
- визначити характер та тяжкість електротравми та послідовність заходів щодо порятунку потерпілого;
- виконати заходи щодо порятунку потерпілого та підтримання його основних життєвих функцій;
- викликати швидку медичну допомогу (лікаря) або транспортувати потерпілого до найближчого медичного закладу.

Порятунок потерпілого залежить від швидкості звільнення його від дії струму, а також від правильного та своєчасного надання йому допомоги. Тому робітники, які обслуговують електроустановки, повинні не рідше одного разу на рік проходити інструктаж з надання першої допомоги та практичні навчання прийомам звільнення від електричного струму, виконання штучного дихання та зовнішнього масажу серця.

У місцях постійного чергування персоналу необхідно мати аптечку з набором медикаментів та засобів для надання першої допомоги, а також плакати, що ілюструють правила надання першої допомоги, вивішені на видних місцях.

Керівник робіт, який виконує роботи на електроустановках повинен мати сумку першої медичної допомоги.

Звільнення потерпілого від дії електричного струму виконують, використовуючи один із таких способів:

- вимкнення частини електроустановки, якої торкається потерпілий;
- відділення потерпілого від струмовідних частин;
- відділення потерпілого від землі.

Спосіб звільнення обирають в залежності від напруги електроустановки, навколишніх умов, наявності засобів захисту та інших підручних засобів, якими надають допомогу. Вибраний спосіб звільнення повинен забезпечувати мінімальний час звільнення потерпілого та безпеку надання допомоги.

Вимкнення частини електроустановки, якої торкається постраждалий, проводять за допомогою найближчого вимикача (рубильника, кнопки, ключа управління), а також шляхом зняття (вивертання) плавких запобіжників (пробок) роз'єму штепсельного з'єднання. Якщо потерпілий знаходиться на висоті, вимкнення установки і тим самим звільнення потерпілого від струму може спричинити його падіння; у цьому випадку вживають заходів, що запобігають падінню потерпілого або забезпечують його безпеку. У разі відсутності денного освітлення необхідно подбати про освітлення місця події акумуляторним ліхтарем або переносною лампою, оскільки при вимкненні частини електроустановки може одночасно вимкнутись й електричне освітлення.

Відділення потерпілого від струмовідних частин виконують за неможливості досить швидкого вимкнення електроустановки. При відділенні потерпілого від струмовідних частин той, хто надає допомогу, повинен надіти діелектричні рукавички або стати на діелектричний килимок. За відсутності засобів захисту в електроустановках напругою до 1000 В для звільнення потерпілого треба відкинути електродріт сухою палицею, дошкою або іншим предметом, що не проводить електричний струм, відтягнути постраждалого за одяг, якщо він сухий і не торкається тіла (рис. 1.57). Той хто надає допомогу може для забезпечення власної безпеки ізолювати себе від потерпілого, намотати на руку сухий шарф, натягнути рукав верхнього одягу, накинути на постраждалого куртку тощо, або ізолювати себе від землі, вставши на суху

дошку, згорток одягу тощо. Перерубати (перекусити) дроти, які живлять частину електроустановки, де сталася електротравма, можна сокирою з сухим сокирищем або інструментом з ізольованими рукоятками, причому перерубувати (перекушувати) дроти необхідно пофазно, тобто кожен дріт окремо. Можна скористатися й неізольованим інструментом, обернувши його рукоятку сухою матерією та вставши на суху дошку, дерев'яну драбину тощо.

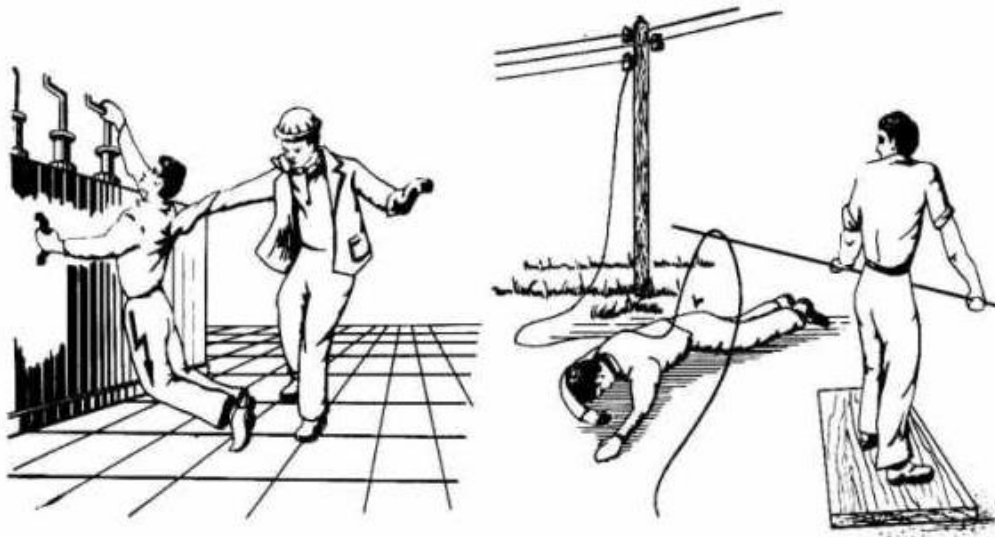


Рис. 1.57. Прийоми звільнення потерпілого від струмовідних частин

Відділення потерпілого від землі виконують у тих випадках, коли електричний струм проходить у землю через тіло потерпілого і він судорожно стискає в руці один струмовідний елемент (дріт). Відокремити постраждалого від землі можна, відтягнувши ноги від землі мотузкою, підсунувши під нього суху дошку, одяг.

Характер, тяжкість електротравми та послідовність заходів щодо порятунку потерпілого визначають за такими ознаками:

- свідомість – ясна, відсутня, порушена (постраждалий загальмований, збуджений);
- колір шкірних покривів, губ – рожевий, синюшний, блідий;
- дихання – нормальне, відсутнє, порушене (неправильне, поверхневе, хрипляче);
- пульс на сонних артеріях – визначається добре, погано, відсутній;
- зіниці – вузькі, широкі.

Свідомість, колір шкірних покривів та наявність дихання оцінюють візуально. Пульс на сонних артеріях промацують подушечками другого, третього і четвертого пальців руки, розташовуючи їх уздовж шиї між кадиком (адамовим яблуком) та кивальним м'язом. Ширину зіниць при закритих очах визначають наступним чином: подушечки вказівних пальців кладуть на верхні

повіки обох очей і, пригнічуючи їх до очного яблука, піднімають повіки вгору; при цьому очна щілина відкривається і на білому тлі видно округлу райдужку, а в центрі її зіниці. Стан зіниць (вузькі або широкі) оцінюють за тим, яку площу райдужної оболонки вони займають.

Заходи першої допомоги проводять залежно від стану потерпілого:

- у постраждалого відсутні свідомість, дихання, пульс, шкірний покрив синюшний, а зіниці широкі (діаметр 5 мм), тобто. постраждалий перебуває у стані клінічної (уявної) смерті, – негайно приступати до його реанімації за допомогою штучного дихання та зовнішнього масажу серця;
- постраждалий дихає дуже рідко і судомно, але в нього промацується пульс – відразу ж почати робити штучне дихання;
- постраждалий у свідомості, зі стійким диханням і пульсом, що зберігся, – укласти його на підстилку (наприклад, з одягу); розстебнути одяг, що стискає дихання; створити приплив свіжого повітря; зігріти тіло, якщо холодно, або забезпечити прохолоду, якщо спекотно; створити повний спокій, безперервно спостерігаючи за пульсом та диханням;
- постраждалий перебуває у несвідомому стані – спостерігати за його диханням і у разі порушення дихання через западання язика висунути нижню щелепу вперед, взявшись пальцями за її кути, і підтримувати її у такому стані, доки припиниться западання язика.

У жодному разі не можна дозволяти постраждалому рухатися, тим більше продовжувати роботу. Приступивши до реанімаційних заходів, слід подбати про виклик лікаря.

Штучне дихання проводять, коли потерпілий не дихає або дихає дуже рідко, судомно, зі схилюваннями. Найбільш ефективним способом штучного дихання є спосіб «з рота до рота» або «з рота в ніс» (рис. 1.58).

Той, хто надає допомогу при проведенні штучного дихання повинен:

- укласти потерпілого на спину, розстебнути одяг, що стискає дихання, відновити прохідність верхніх дихальних шляхів, які в положенні на спині при несвідомому стані потерпілого часто закриті запавшим язиком;
- розташуватися збоку від потерпілого, одну руку підсунути під шию потерпілого, а долонею іншої руки натискати на його чоло, максимально закидаючи голову; при цьому корінь язика піднімається і звільняє вхід у горло, а рот постраждалого відкривається;
- нахилитися до обличчя постраждалого, зробити глибокий вдих відкритим ротом, повністю щільно охопити губами відкритий рот постраждалого; закрити ніс потерпілого щокою або пальцями руки, що перебуває на лобі;

- зробити енергійний видих, з деяким зусиллям надаючи повітря до його рота;
- спостерігати за грудною клітиною потерпілого: як тільки грудна клітина піднялася, нагнітання повітря призупинити, повернути обличчя убік і зробити глибокий вдих. Інтервал між штучними вдихами повинен становити 5 с (12 дихальних циклів за хвилину).

Показником ефективності штучного дихання, крім розширення грудної клітини, може бути порозовіння шкірних покривів (губ), і навіть вихід хворого з несвідомого стану і його самостійне дихання.

Якщо під час вдування повітря способом «з рота до рота» грудна клітина не піднімається, необхідно висунути вперед нижню щелепу потерпілого.

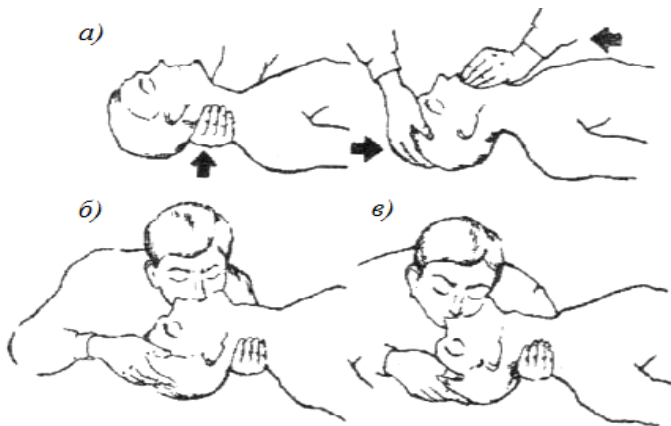


Рис. 1.58. Штучне дихання:
 а – підготовка потерпілого;
 б - штучне дихання «з рота до рота»;
 в - штучне дихання «з рота в ніс»

Для цього чотирма пальцями обох рук захоплюють нижню щелепу ззаду за кути і, спираючись великими пальцями в її край нижче кутів рота, висувають щелепу вперед так, щоб нижні зуби виявилися попереду верхніх. Якщо щелепи потерпілого щільно стиснуті і відкрити рота не вдається, слід проводити штучне дихання «з рота в ніс».

Припиняють штучне дихання після відновлення у потерпілого досить глибокого та ритмічного дихання.

Зовнішній масаж серця виконують при припиненні серцевої діяльності та поєднанні наступних ознак: поява блідості або синюшності шкірних покривів, непритомність, відсутність пульсу на сонних артеріях.

Той, хто надає допомогу (якщо він один) повинен:

- укласти потерпілого на рівну жорстку основу (лавку, підлогу, дошку);
- розташуватись збоку від потерпілого;
- нахилившись, зробити два швидкі енергійні вдування (за способом «з рота до рота» або «з рота в ніс»);
- піднявшись, залишаючись на тій же стороні від потерпілого, долоню однієї руки покласти на нижню половину грудини (на два пальці вище від її нижнього краю), а пальці підняти; долоню другої руки покласти поверх першої та натиснути, допомагаючи нахилом всього корпусу; руки при

натискання мають бути випрямлені в ліктьових суглобах. Натискання слід проводити швидкими поштовхами, так, щоб зміщувати грудину на 4-5 см. Тривалість натискання не більше 0,5 с, інтервал між окремими натисканнями 0,5 с, кількість натискань 12-15 на кожні два вдихання.

Якщо ж допомогу надають дві людини, одна з них проводить штучне дихання, а інша – зовнішній масаж серця, тобто після кожного вдихання повітря слід зробити 5 натискань на грудину в тому ж темпі.

При правильному проведенні заходів шкірні покриви рожевіють, зіниці звужуються, а самостійне дихання та серцева діяльність відновлюються. Після відновлення серцевої діяльності (появи пульсу на сонних артеріях без натискання на грудину) масаж серця припиняють, продовжуючи штучне дихання при слабкому подиху потерпілого та намагаючись, щоб природний та штучний вдихи збіглися. Штучне дихання закінчують лише після відновлення повноцінного самостійного дихання.

Якщо заходи щодо рятування потерпілого ефективні (шкірні покриви рожевіють, зіниці звужуються, пульс на сонній артерії в момент натискання на грудину прощупується), але самостійне повноцінне дихання не відновлюється, то реанімаційні заходи необхідно продовжувати до прибуття медичного працівника.

При неефективності заходів (шкірні покриви синюшно-фіолетові, зіниці широкі, пульс під час масажу не визначається) штучне дихання та зовнішній масаж серця припиняють через 30 хвилин.

1.9. Державний нагляд та контроль за безпекою експлуатації електроустаткування на підприємствах

У прийнятому законі з охорони праці (ОП) визначені органи, що здійснюють нагляд та контроль за виконанням трудового законодавства.

Державне управління ОП в Україні здійснюють: Кабінет Міністрів України, який створює Національну Раду з безпеки життєдіяльності людини. Вони реалізують державну політику в галузі ОП.

Крім цього Кабінет Міністрів України створює державні служби з нагляду.

Крім організацій, пов'язаних з управлінням охороною праці, на різних рівнях існують органи державного і громадського контролю за охороною праці.

В законі України про охорону праці означено відповідальність керівників та працівників за порушення вимог відносно охорони праці. Вона може бути дисциплінарною, адміністративною, матеріальною або кримінальною.

1.9.1. Енергонагляд на підприємствах

Енергонагляд за електроустановками на підприємствах організується з метою підтримки в постійній технічній готовності систем енергопостачання (СЕП), а також організації здійснення заходів, забезпечуючих безпечно і безаварійне обслуговування електроустановок.

Останнім часом в практику роботи інспектора енергонагляду впроваджується нова методика оцінки стану електробезпеки, яка враховує не тільки рівень безпеки електроустановок, але й організаційно-технічний бік роботи адміністрації підприємства та інспектора.

На енергонагляд, з точки зору електробезпеки, накладаються такі основні задачі:

- контроль за організацією і здійсненням заходів, забезпечуючих безпечну роботу на електроустановках і за виконанням персоналом підприємств заходів безпеки при обслуговуванні електроустановок;
- контроль за організацією допуску персоналу до самостійної роботи на електроустановках та участь у визначенні кваліфікаційних груп з безпеки;
- контроль за точним виконанням персоналом, що обслуговує електроустановки, вимог Правил та заходів безпеки і технічної експлуатації;
- надання технічної допомоги підприємствам в усуненні недоліків з організації експлуатації та у виконанні заходів безпеки при обслуговуванні електроустановок;
- контроль за технічним станом електроустановок;
- перевірка виконання персоналом правил використання та іспиту захисних засобів, які застосовуються при роботі на електроустановках;
- контроль за доведенням до персоналу вказівок з електробезпеки й експлуатації електроустановок;
- перевірка правильності ведення експлуатаційно-технічної документації;
- участь у розслідуванні випадків, пов'язаних з ураженням персоналу електричним струмом, у розробці і здійсненні заходів щодо їх запобігання.

Енергонагляд в установах і на підприємствах здійснюється штатними і позаштатними інспекторами.

На посаду інспектора енергонагляду можуть бути призначені особи, що мають вищу або середню електротехнічну освіту, практичний стаж роботи з експлуатації електроустановок не менш одного року і кваліфікаційну групу з безпеки не нижче четвертої. Інспекторам видають іменні посвідчення на право здійснення енергонагляду.

Позаштатних інспекторів енергонагляду назначають строком на один рік. Кількість позаштатних інспекторів енергонагляду визначають з розрахунку обстеження всіх електроустановок підприємства не менш, ніж два рази на рік.

Перед початком кожного обстеження інспектор енергонагляду повинен ознайомитись зі схемою енергопостачання, з актами попередніх перевірок і також з особливостями будови і експлуатації обладнання системи енергопостачання даного підприємства.

Обстеження електроустановок інспектором енергонагляду проводять з дозволу адміністрації підприємства і в присутності особи, відповідальної за експлуатацію даної електроустановки.

Інспектори енергонагляду з питань забезпечення безпеки обслуговування електроустановок зобов'язані:

- проводити обстеження всіх електроустановок у встановлені строки;
- систематично контролювати виконання заходів безпеки персоналом, який обслуговує електроустановки;
- узагальнювати і доповідати безпосереднім начальникам заходи, спрямовані на підвищення безпеки експлуатації електроустановок;
- перевіряти технічний стан електроустановок;
- брати участь у комісіях з розслідування кожного випадку ураження персоналу електричним струмом;
- перевіряти правильність оформлення і видачі нарядів, розпоряджень виконання робіт на електроустановках;
- здійснювати контроль за своєчасним виконанням заходів за актами обстеження;
- перевіряти наявність на робочих місцях інструкцій із заходів безпеки;
- здійснювати контроль за комплектуванням усіх діючих електроустановок захисними засобами;
- періодично контролювати роботу комісій з допуску до самостійної роботи на електроустановках;
- надавати практичну допомогу підприємствам в організації технічної експлуатації електроустановок і виконанні заходів безпеки;
- брати участь у складанні і розробці планів із забезпечення електробезпеки.

Інспектори енергонагляду мають право:

- відвідувати за любим часом підвідомчі електроустановки в присутності осіб, що експлуатують їх;
- давати обов'язкові для відповідних начальників приписи щодо усунення помічених порушень;

- вимагати, в необхідних випадках, від адміністрації проведення експертизи про стан будов, споруд, машин і електрообладнання з метою забезпечення їх безпечної експлуатації;
- забороняти роботу на окремих об'єктах у тих випадках, коли роботи можуть призвести до травмування або аварії;
- інформувати адміністрацію про усунення винних у порушенні Правил безпеки роботи або просити про накладення на них стягнення;
- брати участь у роботі кваліфікаційних комісій, стежити за тим, щоб на кожному підприємстві призначали компетентних людей з електробезпеки;
- видавати приписи, обов'язкові до виконання та накладати адміністративне стягнення при їх невиконанні.

1.9.2. Опосвідчення стану безпеки та експертиза електроустановок споживачів

Опосвідчення стану безпеки електроустановок – офіційне визначення стану безпеки і умов подальшої експлуатації електроустановок.

Процедура опосвідчення діючих електроустановок напругою до 220 кВ регламентується ДНАОП 0.00-8.19-99 «Порядок проведення опосвідчення електроустановок споживачів». Опосвідчення електроустановок здійснюється відповідно до вимог Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

Опосвідченню, відповідно до вимог ДНАОП 0.00-8.19-99, підлягають всі діючі електроустановки незалежно від форм власності за винятком електроустановок вантажопідіймальних кранів, ліфтів, шахтних електроустановок, електроустановок суто технологічного призначення (електропечі, електролізні установки тощо), електроустановок рухомих транспортних засобів, електричних станцій і теплових мереж.

Мета опосвідчення електроустановок – перевірка відповідності фактичного стану безпеки електроустановок вимогам чинних нормативів, відповідності їх експлуатації вимогам безпеки, наявності та стану техніко-експлуатаційної документації, визначення електроустановок, що вичерпали свій ресурс.

Відповідно до наведеного вище, опосвідчення електроустановок включає:

- перевірку наявності та стану документації відповідно до вимог Правил технічної експлуатації електроустановок;
- обстеження електроустановок та проведення необхідних профілактичних випробувань;

- аналіз результатів обстеження на відповідність експлуатації електроустановок вимогам безпеки;
- виявлення електроустановок, що вичерпали свій ресурс.

Опосвідчення електроустановок проводиться одночасно для підприємства в цілому або окремих електроустановок підприємства комісією в складі керівника підприємства, особи, відповідальної за електрогосподарство і керівника служби охорони праці.

За результатами опосвідчення електроустановок складається протокол перевірки стану безпеки електроустановок встановленої форми, який завіряється особою, відповідальною за електрогосподарство, та акт опосвідчення стану безпеки електроустановок за формаю, яка визначається Правилами безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

Експертиза електроустановок – офіційне підтвердження фактичних значень параметрів безпеки, їх відповідності вимогам нормативної документації та визначення можливості безпечної експлуатації електроустановок.

Процедура проведення експертизи діючих стаціонарних електроустановок напругою до 220 кВ включно, що вичерпали свій ресурс, у тому числі і генерувальних електроустановок, які перебувають на балансі споживача, визначаються ДНАОП 0.00-8.20-99 «Порядок проведення експертизи електроустановок споживачів». Вимоги ДНАОП 0.00-8.20-99 є обов'язковими для організацій, які проводять експертизу електроустановок за винятком електричних і теплових мереж Міненерго.

Метою експертизи електроустановок є визначення:

- стану відповідності параметрів електрообладнання нормативним значенням;
- місць та причин псування електрообладнання;
- можливого додаткового ресурсу експлуатації електроустановок до виведення в ремонт чи списання;
- електрообладнання, що не відповідає сучасним вимогам безпеки.

Експертиза електроустановок здійснюється експертно-технічними центрами Держпраці України або спеціалізованими організаціями, уповноваженими Держпраці.

Фахівці, які проводять експертизу електроустановок, повинні пройти навчання і перевірку знань відповідно до вимог ДНАОП 0.00-8.20-99.

Експертні організації за заявками власників проводять експертизу електроустановок, яка включає:

- ознайомлення з проектною, будівельно-монтажною та експлуатаційною документацією;

- зовнішній огляд стану електроустановки;
- фіксування режиму роботи електроустановки;
- технічне діагностування електроустановки;
- оформлення результатів експертизи.

За результатами експертизи приймаються рішення про відповідність установки нормам безпеки та про терміни чергової експертизи (але не раніше ніж через три роки), оформлюються протоколи проведених вимірювань і випробувань, у разі потреби, розрахунки, експертний висновок за встановленою формою.

1.9.3. Відповідальність органів підприємства за безпеку експлуатації електроустановок

Згідно ст. 13 Закону України про охорону праці, керівник підприємства повинен:

1. створити на підприємстві службу з охорони праці;
2. забезпечити функціонування служби охорони праці;
3. забезпечити контроль за роботою служби охорони праці.

При цьому, згідно посадових обов'язків, керівник підприємства забезпечує безпечну експлуатацію машин та механізмів, технологічних процесів. Для цього він призначає, згідно наказу, відповідальних осіб за структурні підрозділи та виконання технологічних робіт, в тому числі експлуатацію та технічний стан машин та устаткування.

На підприємстві повинен бути обов'язковий перелік документів:

- генеральний план ділянки, на який нанесені споруди та підземні електротехнічні комунікації;
- затверджена проектна документація з усіма наступними змінами;
- акти випробувань та налагодження електрообладнання;
- акти приймання електроустановок в експлуатацію;
- виконавчі робочі схеми первинних та вторинних електричних з'єднань;
- технічні паспорти основного електроустаткування;
- інструкція з обслуговування електроустановок, а також посадові інструкції щодо кожного робочого місця.

Додатково до перерахованого складу документації у кожному цеху або на самостійній виробничій ділянці мають бути:

- паспортні картки або журнали з описом електрообладнання та засобів захисту та зазначенням їх технічних даних, а також привласнених ним інвентарних номерів;

- креслення електрообладнання, електроустановок та споруд, комплекти креслень запасних частин, виконавчі креслення повітряних та кабельних трас та кабельні журнали;
- креслення підземних кабельних трас та заземлювальних пристроїв з прив'язками до будівель та споруд, а також із зазначенням місць встановлення сполучних муфт та перетинів з іншими комунікаціями;
- загальні схеми електропостачання, складені на підприємстві в цілому та по окремих цехах та ділянках;
- комплект експлуатаційних інструкцій з обслуговування електроустановок цеху, ділянки та комплект посадових інструкцій щодо кожного робочого місця та інструкцій з охорони праці (перелік інструкцій затверджує головний інженер підприємства).

Повний комплект зазначеної документації зберігають у технічному архіві підприємства, комплект необхідних схем електропостачання – у особи, відповідальної за електрогосподарство, а комплект оперативних схем електроустановок підрозділу та пов'язаних з ним електрично інших підрозділів – у чергового за підрозділом. Основні схеми вивішують на видному місці у приміщенні електроустановок.

Зміни в електроустановках, що вносяться в процесі експлуатації, відображають у схемах та кресленнях негайно за підписом особи, відповідальної за електрогосподарство, із зазначенням її посади та дати внесення зміни. Відомості про зміни у схемах доводять усім працівникам (із записом в оперативному журналі), яким обов'язково потрібно знання схем.

На всіх робочих місцях передбачають експлуатаційні інструкції; їх підписує особа, відповідальна за електрогосподарство, а затверджує головний інженер підприємства.

Для споживачів, які мають спеціальні електроустановки, експлуатація яких не передбачена ПТЕ, розробляють експлуатаційні інструкції для електротехнічного персоналу, який обслуговує ці електроустановки, з урахуванням особливостей обладнання, затверджених головним інженером підприємства.

У посадових інструкціях щодо кожного робочого місця вказують:

- перелік інструкцій з обслуговування електрообладнання та директивних матеріалів, схем та пристроїв електрообладнання, знання яких обов'язкове для особи, яка обіймає цю посаду;
- права, обов'язки та відповідальність персоналу;
- взаємовідносини з вищим, підлеглим та іншим пов'язаним з роботою

персоналом.

У разі зміни стану або умов експлуатації електрообладнання в інструкції вносять відповідну інформацію про що повідомляють працівників, яким обов'язкові знання цих інструкцій, і роблять запис в оперативному журналі. Інструкції переглядаються не рідше одного разу на 3 роки.

У кожному підрозділі зберігають комплект необхідних інструкцій із затвердженого на підприємстві переліку. Повний комплект інструкцій знаходиться у особи, відповідальної за електрогосподарство підрозділу, необхідний комплект – у відповідного персоналу на робочому місці.

Відповідальність за експлуатацію електрогосподарства підприємства та підрозділів несе особа, відповідальна за електрогосподарство підприємства, та особи, відповідальні за електрогосподарство підрозділів, призначені з числа ІТП електротехнічного складу підрозділу. За відсутності таких ІТП відповідальність за електрогосподарство підрозділів несе особа, відповідальна за електрогосподарство підприємства, та головний інженер підприємства.

Особа, яка виявила порушення ПТБ, а також помітила несправність електроустановки або засоби захисту з безпеки, зобов'язана негайно повідомити про це свого безпосереднього начальника, а за його відсутності - вищого керівника.

Кожен нещасний випадок, а також порушення ПТБ ретельно розслідують, виявляють причини їх виникнення, вживають відповідних заходів щодо запобігання подібних випадків. Відповідальність за нещасні випадки, що відбулися від ураження електричним струмом, несуть особи, які безпосередньо порушили правила, а також особи, які не забезпечили виконання організаційно-технічних заходів, що виключають можливість виникнення нещасних випадків.

Особу, відповідальну за електрогосподарство підприємства, призначають із числа ІТП енергослужби. Наказ про призначення особи, відповідальної за електрогосподарство, видають після перевірки його знань ПТЕ, ПТБ, ПУЕ, посадових, експлуатаційних інструкцій та присвоєння їй групи з електробезпеки: IV – в електроустановках напругою до 1000 В, V – в електроустановках напругою понад 1000 В. При наявності на підприємстві посади головного енергетика обов'язки особи, відповідальної за електрогосподарство, покладають лише на нього. На період тривалої відсутності (відпустка, хвороба, відрадження) особи, відповідальної за електрогосподарство, виконання її обов'язків наказом на підприємстві покладають на її заступника або іншу особу з числа ІТП енергослужби.

Особа, відповідальна за електрогосподарство, зобов'язана забезпечити:

- надійну, економічну та безпечну роботу електроустановок;
- розробку та впровадження заходів щодо економії електроенергії, компенсації реактивної потужності, зниження норм питомої витрати енергії на одиницю продукції;
- впровадження нової техніки та технології в електрогосподарство, що сприяють більш надійній, економічній та безпечній роботі електроустановок, а також підвищенню продуктивності праці;
- організацію та своєчасне проведення проекту виконання робіт (ПВР) та профілактичних випробувань електрообладнання, апаратури та мереж;
- систематичний контроль за графіком навантаження підприємства, розробку та виконання заходів щодо зниження споживаної потужності у години найбільшого навантаження енергосистеми, підтримання режиму електроспоживання, встановленого керівництвом енергосистемою;
- навчання, інструктування та періодичну перевірку знань персоналу енергослужби;
- розрахунковий та технічний облік витрати електроенергії;
- наявність та своєчасну перевірку засобів захисту та пожежного інвентарю;
- виконання розпоряджень енергонагляду в установлені терміни;
- своєчасне розслідування аварій та браку у роботі електроустановок, а також нещасних випадків від ураження електричним струмом;
- ведення технічної документації, розробку необхідних інструкцій та положень;
- своєчасне подання встановленої звітності вищим організаціям.

1.9.4. Технічна документація під час виконання будівельних робіт

Технічна документація на підприємстві, правильність її ведення відіграють важливу роль організації безпечної експлуатації електроустановок. Тимчасовий характер електричних мереж будівельних майданчиків, мобільність електричних схем та інші специфічні особливості експлуатації електрогосподарства при виконанні будівельно-монтажних робіт не лише не дають підстав для послаблення уваги до питань ведення технічної документації, а, навпаки, визначають ще більшу її роль.

Технічну документацію електроустановок напругою до 1000 В можна розділити на приймально-здавальну та експлуатаційну.

Наявність та запровадження у процесі експлуатації відповідної технічної документації повинна забезпечити особа, відповідальна за електрогосподарство організації (підрозділи). Наводимо приблизний перелік основної технічної

документації електрогосподарства будівельного об'єкта.

Приймально-здавальна технічна документація:

- проект виконання робіт – розділ «Електропостачання, електрообладнання, електробезпека»;
- проект виконання бетонних робіт з електропрогрівом (при необхідності виконання цих робіт);
- виконавча документація на виконані електромонтажні роботи з урахуванням усіх змін та відхилень від проекту виконання робіт або проекту будівництва об'єкта, якщо для електропостачання будівельного майданчика використовують постійні мережі;
- виконавчі креслення заземлювальних пристроїв з прив'язкою до постійних або тимчасових споруд та даними щодо конструктивного виконання заземлювальних пристроїв; акти на приховані роботи з прокладання кабелів та встановлення опор ПЛ, а також монтажу заземлювальних пристроїв;
- акти контрольних перевірок габаритів перетинів та переходів ліній;
- акти (протоколи) випробувань та перевірок у тому числі: вимірювання опору ізоляції електромережі та всіх приєднаних електроприймачів вимірювання опору заземлювальних пристроїв; перевірки цілості (наявності ланцюга) мережі занулення (заземлення); перевірки опору ланцюга «фаза – нуль» (у мережі з глухозаземленою нейтраллю); випробування захисних засобів;
- заводські паспорти та інструкції з експлуатації електроустановок та електрообладнання;
- накази про призначення особи, відповідальної за електрогосподарство, її заступника.

Експлуатаційно-технічна документація:

- наказ про закріплення електромонтерів (електрослюсарів) за кожним будівельним об'єктом та покладення на них відповідальності за безпечну експлуатацію електроустановок;
- затверджена з урахуванням місцевих умов інструкція для особи, відповідальної за електрогосподарство організації (підрозділу);
- комплект інструкцій, затверджених у встановленому порядку, для електромонтерів (електрослюсарів) та робочих будівельних професій, що обслуговують будівельні механізми та машини з електроприводом. Повні комплекти інструкцій повинні знаходитися у особи, відповідальної за електрогосподарство, та на робочих місцях. Інструкції слід перезатверджувати не рідше одного разу на 3 роки та коригувати через зміни умов експлуатації (схем підключення тощо), а також через зміни у правилах

та директивних матеріалах;

- журнал перевірки знань ПТЕ та ПТБ;
- журнал перевірки знань з безпеки у персоналу з групою електробезпеки І;
- журнал реєстрації первинного повторного, позапланового та поточного інструктажу з безпеки праці;
- журнал обліку та утримання засобів захисту (з протоколами на періодичних випробуваннях захисних засобів);
- оперативний (експлуатаційний) журнал, який веде черговий електрик (електрослюсар) будівельного майданчика. У ньому фіксуються: час прийому та здачі зміни, виявлені несправності електрообладнання та роботи щодо їх усунення, розпорядження на виконання робіт тощо;
- схема магістральних електромереж об'єкта;
- журнал обліку основного електрообладнання будівельного майданчика та зварювальних пристроїв (з технічною характеристикою та інвентарними номерами);
- журнал обліку ручних електричних машин та електроінструменту, ручних світильників, допоміжного обладнання, електровимірювальних приладів;
- журнал видачі на руки електроінструменту, ручних електричних машин, світильників, допоміжного обладнання та захисних засобів;
- журнал профілактичних випробувань електроінструменту, ручних електричних машин, знижувальних трансформаторів, перетворювачів частоти струму, зварювальних пристроїв;
- річний графік капітальних та поточних ремонтів електрообладнання, планових оглядів та технічних доглядів;
- річний графік профілактичних випробувань електрообладнання та електромереж;
- акти передачі у тимчасове користування електрообладнання субпідрядним організаціям зі встановленням меж відповідальності;
- паспорти заземлювальних пристроїв електроустановок будівельного майданчика;
- протоколи виміру: опору заземлювальних пристроїв, опору ізоляції, перевірки цілості (наявності ланцюга) мережі занулення (заземлення), опору ланцюга «фаза-нуль»;
- перелік робіт, що виконуються оперативно-ремонтним персоналом у порядку поточної експлуатації та за розпорядженням, із зазначенням робіт, що виконуються не менше ніж двома особами.

Згідно Системи стандартів безпеки праці *ДСТУ Б А.3.2-13:2011*

Будівництво. Електробезпеність. Загальні вимоги, до осіб, що допускаються до робіт з обслуговування електроустановок і керування будівельними машинами й устаткування з електроприводом, повинні пред'являтися вимоги, викладені в додатку 3.

Особи, зайняті на будівельно-монтажних роботах, повинні бути навчені безпечним способам припинення дії електричного струму на людину й надання першої долікарської допомоги при електротравмі (див. додаток 4).

У будівельно-монтажній організації повинен бути призначений інженерно-технічний працівник, що має кваліфікаційну групу з безпеки не нижче IV, відповідальний за безпечну експлуатацію електрогосподарства організації.

Відповідальність за безпечне виконання конкретних будівельно-монтажних робіт з використанням електроустановок покладається на інженерно-технічних працівників, що керують виконанням цих робіт.

Загальні вимоги електробезпеності

Щодо загальних вимог електробезпеності, при улаштуванні електричних мереж на будівельному майданчику необхідно передбачати можливість вимкнення усіх електроустановок у межах окремих об'єктів і ділянок робіт.

Роботи, пов'язані з приєднанням (від'єднанням) дротів, ремонтом, налагодженням, профілактикою й випробуванням електроустановок, повинні виконуватися електротехнічним персоналом, що має відповідну кваліфікаційну групу з безпеки.

Приєднання до електричної мережі пересувних електроустановок, ручних електричних машин і переносних електричних світильників за допомогою штепсельних з'єднань, задовольняючих вимоги електробезпеності, дозволяється виконувати персоналу, допущеному до роботи з ними.

Установка запобіжників, а також електричних ламп повинна виконуватися електромонтером, що використовує засоби індивідуального захисту.

Монтажні й ремонтні роботи на електричних мережах і електроустановках повинні виконуватися після повного зняття з них напруги й при здійсненні заходів щодо забезпечення безпечного виконання робіт.

При зберіганні, перевірці, видачі для роботи й експлуатації ручних електричних машин, знижуючих трансформаторів, перетворювачів частоти й переносних електричних світильників повинні дотримуватися Правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів, затверджені Держенергонаглядом.

При веденні робіт поза приміщеннями в усіх випадках, а в приміщеннях – в умовах підвищеної небезпеки ураження працюючих електричним струмом (див. додаток 5), необхідно застосовувати ручні електричні машини II і III класів згідно з ГОСТ 12.2.007.0-75*. При роботі з електричними машинами II класу необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту.

За наявності особливо небезпечних умов ураження працюючих електричним струмом (див. додаток 5) слід користуватися тільки електричними машинами класу III відповідно до ГОСТ 12.2.007.0-75* із застосуванням діелектричних рукавичок, калош і килимків.

Переносний приймач електричної енергії (електротехнічний виріб) класу I згідно з ГОСТ 12.2.007.0-75* для приєднання до джерела живлення повинен мати кабель із заземлюючою жилою й штепсельне роз'єднання із заземлюючим контактом, що забезпечує випереджальне замикання заземлюючого контакту при увімкненні й більш пізніше розмикання його при вимкненні.

Металеve будівельне риштування, рейкові шляхи електричних вантажопідйомних кранів та інші металеві частини будівельних машин і устаткування з електроприводом повинні мати захисне заземлення (занулення).

В електроустановках напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю або глухозаземленим виведенням джерела однофазного струму заземлення корпусів приймачів електричної енергії (електротехнічних виробів) без їх занулення не допускається.

Вимикачі, рубильники та інші комутаційні електричні апарати, застосовувані на будівельному майданчику або встановлені на виробничому будівельному устаткуванні й машинах, повинні бути в захищеному виконанні.

Струмівідні частини електроустановок повинні бути ізольовані, огорожені або розміщені у місцях, не доступних для дотику до них.

Зовнішні електропроводи тимчасового електропостачання повинні бути виконані ізольованим дротом, розміщені на опорах на висоті над рівнем землі, підлоги, настилу не менше, м:

2,5 – над робочими місцями;

3,5 – над проходами;

6,0 – над проїздами.

Монтаж і експлуатація електропроводок і електротехнічних виробів повинні виключати можливість теплових проявів електричного струму, які можуть призвести до загоряння ізоляції або горючих матеріалів, що перебувають поруч.

Захист електричних мереж і електроустановок будівельних майданчиків

від струмів міжфазового короткого замикання й замикання на корпус повинен бути забезпечений за допомогою установки запобіжників із каліброваними плавкими вставками або автоматичними вимикачами.

Світильники загального освітлення, приєднані до джерела живлення (електромережі) напругою 127 В і 220 В, повинні встановлюватися на висоті не менше 2,5 м від рівня землі, підлоги, настилу. При висоті підвісу менше 2,5 м світильники повинні приєднуватися до мережі напругою не вище 25 В.

При роботах в особливо небезпечних умовах (див. додаток 5) повинні застосовуватися переносні світильники напругою не вище 12 В.

Як джерело живлення напругою до 25 В слід застосовувати знижувальні трансформатори, машинні перетворювачі, генератори, акумуляторні батареї. Не допускається застосовувати для зазначених цілей автотрансформатори.

Електрозварювальні пристрої повинні задовольняти НПАОП 0.00-7.14-17 Вимоги безпеки та захисту здоров'я під час використання виробничого обладнання працівниками.

Електрозварювальні роботи повинні проводитися відповідно до вимог НПАОП 28.52-1.31-13. Правила охорони праці під час зварювання металів, Правил пожежної безпеки при проведенні зварювальних та інших вогневих робіт.

Електротримачі, які застосовуються при ручному дуговому електрозварюванні металевими електродами, повинні задовольняти вимоги ГОСТ 14651-78.

Електрозварювальна установка (перетворювач, зварювальний трансформатор тощо) повинна приєднуватися до джерела живлення через рубильник і запобіжники або автоматичний вимикач.

Ручне дугове електрозварювання металевими електродами повинне виконуватись із застосуванням двох дротів, один із яких слід приєднати до електротримача, а другий (зворотний) – до деталі, що зварюється, (основи). При цьому затискач вторинної обмотки зварювального трансформатора, до якого приєднаний зворотній дріт, повинен бути заземлений (занулений).

Як зворотний дріт, який приєднується до виробу, що зварюється, не допускається використовувати дроти мережі заземлення, труби санітарно-технічних мереж (водопровід, газопровід тощо), металеві конструкції будинків, технологічне устаткування.

Електроустановки для електропрогріву ґрунту й бетону повинні мати захист від струмів короткого замикання. У період їх експлуатації необхідно застосовувати звукову або світлову сигналізацію.

Напруга джерела живлення ланцюгів електропрогріву повинна бути не вище:

380 В – при електродному прогріві ґрунту, електропрогріві бетонної суміші й зовнішньому електрообігріванні армованого й неармованого бетону;

220 В – при електродному прогріві армованого й неармованого бетону.

Протягом усього періоду експлуатації електроустановок на будівельних майданчиках повинні застосовуватися знаки безпеки згідно з ДСТУ EN ISO 7010:2019.

Будівельно-монтажні роботи в охоронній зоні діючої повітряної лінії електропередачі слід виконувати під безпосереднім керівництвом інженерно-технічного працівника, відповідального за безпеку виконання робіт, за наявності письмового дозволу організації – власника лінії й наряду-допуску, що визначає безпечні умови робіт і видається відповідно до правил розділу ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12).

Наряд-допуск на виконання будівельно-монтажних робіт в охоронній зоні діючої повітряної лінії електропередачі повинен бути підписаний головним інженером будівельно-монтажної організації та особою, відповідальною за безпечний стан електрогосподарства в організації, яка несе відповідальність за виконання необхідних заходів електробезпеки, зазначених в ДБН А.3.2-2-2009.

Перед початком роботи будівельних машин (стрілових вантажопідійомних кранів, екскаваторів тощо) в охоронній зоні повітряної лінії електропередачі (див. додаток б) повинно забезпечуватися зняття напруги з повітряної лінії електропередачі, при цьому повинні дотримуватися вимоги, передбачені в ДБН А.3.2-2-2009.

За наявності обґрунтованої неможливості зняття напруги з повітряної лінії електропередачі роботу будівельних машин в охоронній зоні лінії електропередачі дозволяється виконувати за умови дотримання вимог, передбачених ДБН А.3.2-2-2009.

Відстань від піднімальної або висувної частини будівельної машини в будь-якому її положенні до вертикальної площини, утвореної проекцією на землю найближчого дроту, що перебуває під напругою повітряної лінії електропередачі, повинна бути не менше зазначеного в табл. 1.30.

Допускається робота будівельних машин безпосередньо під дротами повітряної лінії електропередачі, які перебувають під напругою 110 кВ і вище за умови, що відстань від піднімальної або висувної частин машин, а також від переміщуваного нею вантажу, який знаходиться у будь-якому положенні, до

найближчого дроту повинна бути не менше зазначеної в табл. 1.30 для відповідної напруги.

Машиніст вантажопідйомної машини повинен мати кваліфікаційну групу з безпеки не нижче II.

Корпуса вантажопідйомних машин, за винятком машин на гусеничному ході, повинні бути заземлені за допомогою переносного заземлення.

Таблиця 1.30

Безпечні відстані при роботі будівельних машин під дротами ЛЕП

Напруга повітряної лінії, кВ	Найменша відстань, м
до 1 включно	1,5
понад 1 до 20 включно	2,0
понад 35 до 110 включно	4,0
понад 150 до 220 включно	5,0
330	6,0
понад 500 до 750 включно	9,0
800 (постійного струму)	9,0

Вимоги до застосування засобів захисту працюючих

Особи, що обслуговують електроустановки, повинні користуватися засобами індивідуального захисту, передбаченими типовими галузевими нормами безкоштовної видачі спецодягу, спецвзуття й запобіжних пристосувань.

Засоби захисту, які застосовуються в електроустановках, необхідно періодично піддавати випробуванням. Періодичність проведення випробувань і умови утримання захисних засобів повинні відповідати вимогам правил, затверджених органами державного нагляду.

Захисні засоби слід захищати від зволоження, забруднення, механічних пошкоджень, впливу факторів і речовин, що погіршують їх діелектричні властивості.

Контроль виконання вимог електробезпечності

Періодичний контроль опору ізоляції електричних ланцюгів електроустановок повинен виконуватися за допомогою відповідних приладів. До приєднання приладів повинне бути забезпечено зняття напруги з контрольованих електричних ланцюгів.

Методи контролю напруги електричного поля струмів промислової частоти напругою 400 кВ і вище повинні відповідати методам, передбаченим ГОСТ 12.1.002-84.

1.10. Електробезпека на будівельному майданчику в підготовчий період до виконання будівельних робіт

1.10.1. Електричні мережі

Переважна частина електричних мереж, що виконуються під час виконання будівельно-монтажних робіт, носить тимчасовий характер. Тимчасові електричні мережі, незважаючи на їх специфічні особливості, повинні відповідати тим самим правилам та нормам, що й постійні.

Повітряні лінії електропередач. ПЛ напругою до 1000 В широко застосовуються як живильні, а також магістральні та розподільні мережі на різних будівельних об'єктах.

На території будівельних майданчиків у зоні переміщення та роботи вантажопідйомних механізмів та інших машин застосовувати для ПЛ голі дроти забороняється. Незахищені ізольовані дроти ПЛ щодо дотику слід розглядати як голі.

За умовами механічної міцності на ПЛ рекомендується застосовувати дроти перетином, мм², не менше: алюмінієві – 16, сталеоалюмінієві – 10, сталеві багатодотові – 25. Сталеві однодротові дроти повинні мати діаметр не менше 4 мм. Не допускається застосування дротів діаметром більше 5 мм. Забороняється використання розплетених дротів.

Для відгалужень від ПЛ до введень в умовах будівельних майданчиків слід застосовувати ізольовані дроти перетином не менше чим зазначені в табл. 1.31. Довжина відгалуження від ПЛ до введення не повинна перевищувати 25 м. Кріплення дротів відгалужень до введень на опорі ПЛ слід виконувати глухим.

Таблиця 1.31

Найменші перерізи дротів відгалужень від ПЛ до введень, мм²

Матеріал дроту	Проліт, м	
	до 10	більше 10 до 25
мідь	4	6
алюміній	16	16

На опорах допускається будь-яке розташування фазних дротів. Нульовий дріт розташовується нижче за фазні. Якщо на опорах спільно з дротами ПЛ прокладають дроти зовнішнього освітлення, їх відповідно до вимог ПУЕ слід розміщувати над нульовим дротом ПЛ.

Плавкі запобіжники та інші захисні та комутаційні пристрої, що встановлюються на опорах, повинні знаходитися нижче дротів ПЛ. Відстань між дротами на опорі та в прольоті (при найбільшій стрілі провисання до 1,2 м)

має бути не меншою: при вертикальному розташуванні дротів та розташуванням з горизонтальним зміщенням не більше 20 см: 40 см – в I, II і III районах та 60 – у IV та особливому районах за ожеледицею, при інших розташуваннях дротів у всіх районах за ожеледицею при швидкості вітру при ожеледиці до 18 м/с – 40 см; понад 18 м/с – 60 см. При стрілі провисання понад 1,2 м зазначені відстані збільшуються пропорційно відношенню фактичної найбільшої стріли провисання до 1,2. Відстань між ізоляторами введення по осях має бути не менше 20 см, по горизонталі між дротами при спусках на опорах – не менше 15 см, а від дротів до поверхні опори, траверси або інших елементів опори – не менше 5 см. Нульовий дріт слід зміцнювати на ізоляторах так само, як фазні дроти.

Допустимі відстані від елементів ПЛ напругою до 1000 В по вертикалі та горизонталі до землі та різних об'єктів повинні відповідати вимогам ПУЕ. Найменші допустимі відстані по вертикалі, м, від проводів ПЛ напругою до 1000 В (при найбільшій стрілі провисання) до землі та об'єктів, що перетинаються, становлять:

До поверхні землі та проїжджої частини вулиць		6,0
Важкодоступна місцевість – до землі		3,5
Недоступна місцевість – до землі		1,0
Непроїжджа частина вулиць - від дротів відгалужень ПЛ введень до тротуарів та пішохідних доріжок		3,5
Лісові масиви та зелені насадження - до вершин дерев, кущів та іншої рослинності		1,0
ПЛ напругою до 1000 В - між найближчими дротами, що перетинаються, на опорі і в прольоті		1,0
Дроти та підвісні кабелі ліній зв'язку та радіотрансляційних мереж - до дротів, що перетинаються, або кабелів у прольоті		1,25
Залізниця – до голівки рейки		7,5
Автомобільні дороги	до полотна дороги категорії I та II	7,0
	до полотна дороги категорії III-V	6,0
	до дорожніх знаків та їх несучих тросів	1,0
Трамвайна лінія	до голівки рейки	8,0
	до несучого троса або контактного дроту	1,5
Тролейбусна лінія	до проїжджої частини у зоні лінії	10,5
	до несучого троса або контактного дроту	1,5
Трубопровід - до його елементів		1,0
Канатна дорога або трубопровід (при проходженні ПЛ під ними) - до містків, що огорожують сітку канатної дороги або трубопроводу		1,0 (при найменшій стрілі провисання)

Примітка. 1. Не допускається проходження ПЛ напругою до 1000 В над будинками, у тому числі над побутовими приміщеннями будівельних площ, за винятком підходів відгалужень від ПЛ до введень у будинки, а також територіями стадіонів, шкіл (загальноосвітніх та інтернатів), спортивних комплексів. 2. Забороняється розташовувати ПЛ над канатними дорогами.

Допускаються наступні найменші відстані по горизонталі від крайніх дротів ПЛ напругою до 1000 В (при найбільшому їх відхиленні) до різних об'єктів, м:

Будинки та будівлі	до балконів, терас, вікон	1,5
	до глухих стін	1,0
Дерева, кущі та інша рослинність		1,0
Канатна дорога чи надземний металевий трубопровід на ділянках траси	вільних	висота опори
	стиснутих	
Пожежо- та вибухонебезпечні установки - до будівель, споруд та зовнішніх технологічних установок		1,5-кратна висота опори
Повітряні лінії зв'язку (ЛЗ) та радіотрансляційних мереж (РМ) - до крайніх дротів	при зближенні ліній на вільних ділянках	2,0
	при зближенні ліній на обмежених ділянках	1,5
	в інших випадках	висота найбільшої опори ПЛ, ЛЗ або РМ
Трамвайні та тролейбусні лінії - до несучого троса або дроту контактної мережі при зближенні з ПЛ		1,5

Примітка. Допустима відстань зближення з пожежо- та вибухонебезпечними установками зазначена для випадку, коли інші норми зближення не передбачені нормативними документами. На ділянках обмеженої траси допускається зменшення зазначеної відстані за погодженням з відповідними міністерствами та відомствами.

У мережах з ізольованою нейтраллю гаки та штирі фазних дротів, що встановлюються на залізобетонних опорах, а також арматура цих опор мають бути заземлені. Причому опір заземлювального пристрою повинен бути не більше 50 Ом. У мережах із глухозаземленою нейтраллю арматуру ізоляторів усіх типів, відтяжки, кронштейни, встановлені на металевих та залізобетонних опорах, слід занулювати приєднанням до нульового дроту. Повторне заземлення нульового дроту виконують відповідно до вимог Правил. Заземлювальні та нульові захисні провідники повинні мати діаметр не менше 6 мм.

Гаки, штирі, відтяжки, що встановлюються на дерев'яних опорах, заземлення (занулення) не підлягають, за винятком розміщуваних на опорах, де виконано повторне заземлення нульового дроту, а також заземлення, що підлягають захисту за умовами атмосферних перенапруг.

Повітряні лінії не рідше одного разу на місяць має оглядати електрик-монтер. Позачергові огляди лінії необхідні при ожеледиці, температурі повітря нижче 40 °С, після аварії, ураганів тощо.

При оглядах ПЛ слід звертати увагу на стан опор, ізоляторів, з'єднань дротів, пристроїв заземлення (занулення), а також виявляти наявність накидів

та торкання дротів гілками дерев.

Кабельні лінії. На будівельних майданчиках широко застосовують броньовані силові (при організації електропостачання площадки та розподільної мережі) і шлангові переносні кабелі (при влаштуванні мереж усередині будівель, що будуються, і для живлення окремих установок і механізмів).

При спорудженні кабельних ліній передбачаються такі заходи, що унеможливають виникнення в кабелях при монтажі та експлуатації небезпечних механічних напруг і пошкоджень:

- кабелі, що прокладаються в землі, необхідно укласти із запасом по довжині («змійкою»), достатнім для компенсації можливих зсувів ґрунту та температурних деформацій. Укласти запас кабелю як кілець (витків) забороняється;
- радіуси внутрішньої кривої згинання кабелів повинні мати по відношенню до їх зовнішнього діаметра кратності не менше зазначених у стандартах або технічних умовах на відповідні марки кабелю;
- кабелі, прокладені по конструкціям (стінам і т.п.), слід жорстко закріплювати в кінцевих точках, з обох боків вигинів, у кінцевих та сполучних муфтах, при цьому треба виключити деформацію оболонки кабелю під дією власної маси;
- кабелі (у тому числі броньовані), розташовані в місцях, де можливі механічні пошкодження (пересування автотранспорту, будівельних механізмів та машин, доступність для сторонніх осіб), повинні бути захищені за висотою на 2 м від рівня підлоги (землі) та на 0,3 м у землі.

У чотирипровідних мережах із глухозаземленою нейтраллю слід застосовувати чотирижильні кабелі. Прокладання нульових робочих жил окремо від фазних забороняється. Дозволяється використовувати як нульовий робочий дріт алюмінієву оболонку кабелю (за винятком вибухонебезпечних установок), якщо струм у нульовому дроті становить не більше 75% струму у фазному.

Металеві оболонки та броня кабелів, а також конструкції, на яких прокладають кабелі, повинні бути заземлені (занулені) та мати надійне з'єднання з металевими сполучними, відгалужувальними та кінцевими муфтами та коробками, а також з металевими корпусами електроприймачів.

Використовувані як заземлювальні (нульові захисні) гнучкі мідні провідники слід приєднувати до свинцевої або алюмінієвої оболонки кабелю та броні за допомогою бандажів з чотирьох витків оцинкованого сталевого дроту діаметром 1-1,5 мм з наступним припаюванням припоєм ПОС-40. Місця

приєднання необхідно попередньо зачистити до блиску і залудити припоєм ПОС-40, а алюмінієву оболонку – припоєм А. Тривалість кожного паяння – не більше 3 хвилин.

Мінімальні перерізи мідних заземлювальних (нульових захисних) провідників, мм², для силових кабелів (з мідними або алюмінієвими жилами) повинні бути не менше:

Переріз жили кабелю	Переріз провідника
до 10	6
16 – 35	10
50 – 120	16
150 і вище	25

Велику увагу на будівельному майданчику слід приділяти способам прокладання та захисту від механічних пошкоджень гнучких шлангових кабелів марок КГ (КРПТ), ГРШС, РШМ та ін. Необхідно, як правило, підвішувати їх, за винятком можливості механічних пошкоджень, а також регулярно контролювати їх стан, не допускаючи застосування кабелів з пошкодженою гумовою ізоляцією. Тривалість терміну служби шлангових кабелів багато у чому залежить від правильної експлуатації та зберігання. Струмові навантаження на кабелі не повинні перевищувати допустимі за ПУЕ. Зберігати кабелі слід у сухих опалювальних приміщеннях на барабанах або бухтах.

При виконанні ремонтних робіт слід чітко виконувати вимоги ПТЕ та ПТБ. Ремонтні роботи на кінцевих закладеннях кабелю можна проводити тільки після відключення кабелю з двох сторін та його заземлення. Кінцеві закладення кабелів на силових складаннях допускається ремонтувати при повністю вимкнених та заземлених складаннях. Особливу небезпеку несуть розкопки кабельних трас або земляні роботи поблизу них, які допускаються лише з дозволу та під наглядом експлуатуючої організації.

Електропроводки. При виконанні будівельно-монтажних робіт застосовують відкриту електропроводку всередині будівель і споруд і зовнішню відкриту електропроводку, що прокладається зовнішніми стінами будівель і споруд, а також між будинками. Усі види електропроводок у межах будівельного майданчика слід виконувати ізольованим дротом, а також неброньованим силовим кабелем з гумовою або пластмасовою ізоляцією, у металевій, гумовій або пластмасовій оболонці.

Перетин струмовідних жил дротів і кабелів в електропроводках повинен бути не менше зазначених у табл. 1.32. Допустимі тривалі струмові

навантаження на дроти та кабелі електропроводок в залежності від способу прокладання повинні відповідати ПУЕ.

Таблиця 1.32

Найменші перерізи струмовідних жил дротів та кабелів в електропроводах

Провідники		Перетин жил, мм ²		
		мідних	алюмінієвих	
кабелі для приєднання переносних та пересувних електроприймачів у промислових установках		0,75	-	
незахищені ізолювані дроти для стаціонарної прокладки всередині приміщень	безпосередньо на основах, на роликах та тросах	1,0	2,5	
	на ізоляторах	1,5	4,0	
незахищені ізолювані дроти у зовнішніх електропроводах	по стінах, конструкціях чи опорах на ізоляторах; введення від повітряної лінії	2,5	4,0	
	під навісами на роликах	1,5	2,5	
незахищені та захищені ізолювані дроти та кабелі в трубах, металевих рукавах та глухих коробах		1,0	2,0	
кабелі та захищені ізолювані дроти для стаціонарної прокладки (без труб, рукавів та глухих коробів)	для жил, що приєднуються до гвинтових затискачів	1,0	2,0	
	для жил, що приєднуються пайкою	однодротових	0,5	-
		багатодротових (гнучких)	0,35	-

Місця з'єднання та відгалуження дротів повинні бути доступні для огляду та ремонту та мати ізоляцію, рівноцінну ізоляції жил на цілих ділянках. У цих місцях дроти та кабелі не повинні зазнавати механічних зусиль натягу.

Нульові провідники повинні мати ізоляцію, рівноцінну ізоляції фазних провідників.

У сирих та особливо сирих приміщеннях та зовнішніх установках ізоляція дротів, ізолюючі опори, опорні та несучі конструкції повинні бути вологостійкими.

У місцях, де можливі механічні пошкодження відкрито прокладених дротів та кабелів, їх слід захищати трубами, коробами, огорожами або застосовувати приховане прокладання. Монтаж та експлуатація електропроводок повинні виключати можливість теплових проявів електричного струму, які можуть призвести до загоряння ізоляції або матеріалів, що знаходяться поруч. Жили дротів та кабелі до виведення електротехнічних пристроїв слід приєднувати за допомогою наконечників або спеціальних затискачів. Однодротові дроти перетином до 10 і багатодротові перетином до 2,5 мм² можна приєднувати без наконечників, при цьому кінці дротів пропадають.

Відкрита електропроводка усередині приміщень. Відповідно до вимог ПУЕ відкриту прокладку незахищених ізолюваних дротів безпосередньо на

основах, на роликах, ізоляторах слід виконувати:

- при напрузі вище 42 В у приміщеннях без підвищеної небезпеки та при напругах до 42 В у будь-яких приміщеннях – на висоті не менше 2 м від рівня підлоги або майданчика обслуговування;
- при напрузі вище 42 В в приміщеннях з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних – на висоті не менше 2,5 м від рівня підлоги або майданчика обслуговування.

Ця вимога не поширюється на спуски до вимикачів, штепсельних розеток, пускових апаратів, щитків, світильників, встановлених на стіні. У цих випадках спуски незахищених дротів у виробничих приміщеннях повинні бути захищені від механічних впливів до висоти не менше ніж 1,5 м від рівня підлоги або майданчика обслуговування. У електроприміщеннях висота розташування відкрито прокладених незахищених ізольованих дротів не нормується.

Висота відкритої прокладки захищених ізольованих дротів та кабелів, а також дротів та кабелів у трубах та гнучких металорукавах від рівня підлоги чи майданчика обслуговування не нормується. При перетині незахищених ізольованих дротів із захищеними або незахищеними ізольованими дротами з відстанню між ними менше 10 мм кожен незахищений дріт повинен бути додатково ізольованим. При перетині незахищених та захищених дротів і кабелів з трубопроводами між ними має бути забезпечена відстань у світлі не менше 50, а при перетині з трубопроводами, що містять горючі або легкозаймисті рідини та газу – не менше 100 мм. При цьому, якщо відстань від дротів та кабелів до трубопроводу менше 250 мм, дроти та кабелі повинні бути додатково захищені від механічних пошкоджень на довжині не менше 250 мм у кожную сторону місця перетину. Відстань від дротів та кабелів до трубопроводів при паралельному прокладанні має бути не менше 100, а до трубопроводів з горючими або легкозаймистими рідинами та газами – не менше 400 мм.

Труби та гнучкі металеві рукави електропроводок слід прокладати таким чином, щоб було виключено попадання та скупчення в них вологи.

Зовнішня електропроводка. Відповідно до вимог ДСТУ Б А.3.2-13:2014 зовнішні електропроводки тимчасового електропостачання під час виконання будівельно-монтажних робіт повинні бути виконані ізольованим дротом або кабелем, надійно закріпленим на висоті не менше 2,5 м над робочими місцями; 3,5 м – над проходами; 6 м – над проїздами.

Незахищені ізольовані дроти зовнішньої електропроводки так само, як і ПЛ, щодо дотику повинні розглядатися як неізольовані. Відстань між дротами при прольоті до 6 м має бути не менше 100 мм, при прольоті понад 6 м – не

менше 150 мм, між дротами в ізоляторах введення – не менше 200 мм. Відстань від дротів зовнішньої електропроводки до стін та опорних конструкцій має бути не менше 50 мм, від дротів введення до поверхні землі – не менше 2750 мм. Укладання дротів у сталевих трубах у землі (поза будівель) не допускається. Спосіб прокладання дротів та кабелів при зовнішній електропроводці рекомендується обирати відповідно до табл. 1.33.

Таблиця 1.33

Способи прокладання дротів та кабелів при зовнішній електропроводці

Характеристика дротів та кабелів	Спосіб прокладання
дроти незахищені одножильні	на ізоляторах та роликах великих розмірів (на роликах – тільки під навісами)
дроти незахищені та захищені, одножильні та багатожильні	у герметичних гнучких металорукавах, сталевих трубах (звичайних та тонкостінних), неметалевих трубах та ізоляційних трубах з металевою оболонкою
кабелі в неметалевій оболонці	
кабелі в неметалевій та металевій оболонці	безпосередньо поверхнею стін, на струнах, тросах та інших несучих конструкціях

Не дозволяється відкрите прокладання в умовах будівельних майданчиків дротів марок ППВ, АПВВ, АПВСЗ тощо. При виконанні тросових електропроводок всі металеві частини, включаючи трос, що несе, повинні бути заземлені (занулені) з обох кінців. Не дозволяється використання несучого троса як заземлюючого (нульового захисного) провідника.

1.10.2. Розподільні пристрої та пускова апаратура

До розподільних пристроїв (РП) напругою до 1000 В, що застосовуються на будівельних майданчиках, відносяться силові щити, силові зборки, розподільні шафи, щити та пульти управління. Найбільшого поширення як РП набули силові складання різних конструкцій переважно із запобіжниками як апарати захисту окремих приєднань та триполюсним рубильником на введенні. Їх застосовують як у якості магістральних РП, так і для підключення окремих електроустановок. В останньому випадку значно зручніше та безпечніше застосування РП з автоматами або блоками «вимикач - запобіжник» на кожне приєднання.

Конструкція РП повинна забезпечувати надійний захист встановленої в них комутаційної та захисної апаратури від негативного впливу навколишнього середовища, особливо в умовах заповнених, сирих, особливо сирих приміщень та на відкритому повітрі, що характерно для будівельно-монтажних робіт. У будь-якому випадку повинні бути вжиті заходи, що виключають шкідливий вплив навколишнього середовища на електрообладнання.

Аналогічні вимоги висуваються і до пускової апаратури. У пристроях, що використовуються у будівництві, не допускається застосування гігроскопічних ізоляційних матеріалів, таких як азбестоцемент, мармур та ін.

При виконанні будівельно-монтажних робіт слід застосовувати розподільні та комутаційні пристрої закритого виконання, що виключають випадкові дотики до струмовідних частин. Від неізольованих струмовідних частин до огорож повинні бути забезпечені відстані не менше: 100 мм при сітчастих та 40 при суцільних огорожах. Розподільні пристрої, розташовані в приміщеннях, доступних для неелектротехнічного персоналу, повинні мати струмовідні частини, закриті суцільними огорожами.

Розподільчі пристрої, пункти підключення, пускову апаратуру та кнопкові пости керування слід розміщувати у місцях, зручних для обслуговування, підходи до них повинні бути постійно вільними та не захищені будівельними матеріалами чи виробами.

При встановленні РП на відкритому повітрі їх розташовують на спланованому майданчику на висоті не менше 0,2 м від рівня планування, а в районах, де спостерігаються снігові замети заввишки 1 м і більше, – на підвищених фундаментах.

Шафи з пускорегулюючою апаратурою, встановлені на будівельних машинах і механізмах, конструктивно виконують таким чином, щоб вібрації та струси, спричинені зовнішніми факторами, а також роботою апаратів у самій шафі, не порушували контактних з'єднань, регулювань апаратів та приладів і не приводили до помилкових спрацьовувань.

Рубильники, автоматичні вимикачі, магнітні пускачі та інші апарати з рухомими струмовідними частинами необхідно встановлювати так, щоб ланцюг не міг замкнутися мимовільно під дією сили тяжіння рухомих частин. При цьому нерухомою частиною апарат приєднують до мережі, а рухомию до електроприймача. При встановленні рубильників, магнітних пускачів, автоматів типу АП-50 відхилення від вертикалі повинне становити не більше 5°. Необхідно виключати застосування на будівельних майданчиках рубильників як пускових апаратів для увімкнення та вимкнення електродвигунів. Однак їх слід широко застосовувати як апарат розриву для зняття напруги в силових зборках, пунктах підключення послідовно з пусковими апаратами окремих електроприймачів як із запобіжниками, так і самостійно.

Як пускові (комутаційні) апарати на будівельних майданчиках застосовують, в основному, магнітні пускачі захищеного виконання або

вбудовані в корпуси різних електроконструкцій.

Магнітні пускачі та контактори слід встановлювати у шафах з дотриманням мінімальних відстаней (для вихлопу дуги) від дугогасних камер до найближчих струмовідних частин інших апаратів та до металоконструкцій. Ці відстані вказуються в паспортах заводів-виробників та каталогах на апарати.

Між нерухомо укріпленими неізолюваними струмовідними частинами різної полярності (різних фаз), що знаходяться під напругою, а також між ними та неізолюваними неструмовідними металевими частинами в складаннях, ящиках, шафах та інших електроустановках повинні бути відстані не менше 20 мм на поверхні ізоляції та 12 – на повітрі.

Взаємне розташування фаз та полюсів у межах одного РП має бути однаковим. Шини трифазних РП в мережі напругою 380/220 В відповідно до вимог ПУЕ фарбують у жовтий (фаза А), зелений (фаза В) і червоний (фаза С) кольори, а шина, яка використовується як нульова захисна, позначається поздовжніми смугами жовто-зеленого кольору.

Заземлені (занулені) неізолювані дроти і шини в щитах, шафах і зборках можна прокладати без ізоляції.

Двері всіх розподільних та пускових пристроїв повинні мати справні замки та бути завжди зачинені. Ключі знаходяться у особи, яка відповідає за експлуатацію даного пристрою.

Всі РП, пускова апаратура повинні бути пофарбовані та мати зовні чіткі написи, що вказують на призначення пристрою, інвентарний номер та прізвище особи, відповідальної за експлуатацію. Якщо на лицьовій стороні шафи винесено органи управління (кнопки, рукоятки вимикачів), то вказується їхнє призначення. Усередині силових складань на зворотному боці дверей розташовується електрична схема складання з вказівкою номерів груп, найменувань споживачів, марок і перерізів кабелів (дротів), що відходять, номінальної сили струму рубильників, запобіжників і плавких вставок. Аналогічні схеми мають бути всередині РП інших типів. У контактних стійок запобіжників приєднань наносяться чіткі номери груп, але в самих запобіжниках – номінальна сила струму плавкої вставки.

Приводи рубильників та інших комутаційних апаратів повинні мати чіткі позначення «Увімкнено», «Вимкнено», а кнопкові пости, ключі, рукоятки управління – написи, що вказують на характер операції: «Увімкнути», «Вимкнути», «Вгору», «Вниз» та ін. У кнопкових станціях кнопка «Пуск» повинна бути втоплена не менше ніж на 3 мм або мати переднє кільце. Кнопки «Стоп» мають бути червоного кольору. Кнопки аварійного вимкнення мають

бути збільшеними у порівнянні з іншими кнопками розміру. На сигнальних лампах та інших сигнальних пристроях робляться написи, що вказують на характер сигналу («Увімкн.», «Вимкн.» тощо).

Оскільки запобіжники широко застосовують у РП на будівельних майданчиках, розглянемо порядок їх заміни.

Запобіжники слід замінювати, як правило, за знятої напруги. При обґрунтованій неможливості зняття напруги у виняткових випадках допускається заміна запобіжників під напругою, але зі знятим навантаженням, за допомогою ізолюючих кліщів, у захисних окулярах та діелектричних рукавичках. Цю роботу повинні виконувати не менше ніж дві особи, одна з яких з групою з електробезпеки не нижче IV зобов'язана здійснювати безперервний нагляд за працюючим, що має групу з електробезпеки не нижче від III. Зняти навантаження – означає вимкнення комутаційного апарату у ланцюзі електроприймача, запобіжник якого підлягає заміні. Це особливо важливо, якщо за пусковий апарат використовують не магнітний пускач, що вмикається кнопкою, а пакетний вимикач (автомат, тумблер і т.п.) з фіксованим положенням. Під навантаженням допускається заміна тільки запобіжників пробок, при цьому слід працювати в діелектричних рукавичках і захисних окулярах. Пробкові (різьбові) запобіжники слід встановлювати таким чином, щоб дроти, що живлять, приєднувалися до контактного гвинта, а ті, що відходять з електроприймача – до гвинтової гільзи.

Для заземлення (занулення) металевих корпусів РП та інших електроконструкцій служать заземлювальні болти та заземлювальні (нульові) шини. Необов'язково болт заземлення повинен бути зовні металевого корпусу електроконструкції, хоча це і наочніше. Більше того, елемент заземлення (занулення) має бути розташований усередині металевій оболонки. З точки зору якості контакту заземлення (занулення), виключення негативного впливу навколишнього середовища та можливих механічних пошкоджень заземлювальних (нульових захисних) провідників ця вимога безумовно обґрунтована, хоча той же стандарт допускає виконання кількох елементів для заземлення (занулення) усередині та зовні металевих корпусів.

Огляд РП напругою до 1000 В, пунктів підключення та інших електроконструкцій допускається проводити одноосібно оперативному або оперативно-ремонтному персоналу з групою з електробезпеки не нижче III, що обслуговує дані пристрої. При огляді слід дотримуватися обережності, не торкатися струмовідних частин. Під час огляду забороняється виконувати будь-які роботи, за винятком дозволених у порядку поточної експлуатації.

У чергового персоналу або особи, відповідальної за електрогосподарство, повинен бути запас запобіжників або каліброваних плавких вставок відповідно до застосовуваних типів запобіжників.

Терміни оглядів та ремонтів обладнання РП та пускових пристроїв встановлює особа, відповідальна за електрогосподарство організації, виходячи з місцевих умов, але не рідше:

- капітальний ремонт - одного разу на 3 роки;
- поточний ремонт – одного разу на рік;
- огляд та чищення від пилу та забруднень - одного разу на 3 міс.

Опір ізоляції РП слід заміряти одночасно з випробуванням електропроводок силових та освітлювальних мереж, приєднаних до них. Опір ізоляції силового складання, розподільної шафи (пункту підключення, щитка освітлення тощо), заміряний мегаомметром на напругу 1000 В, повинен бути не менше 0,5 МОм.

Ремонтні роботи на силових складаннях (щитках, шафах) при неможливості зняття напруги з кабелю живлення потрібно проводити при обов'язковому вимкненні вхідного рубильника або іншого вхідного комутаційного апарату з установкою ізолюючих накладок на контакти рубильника або між ними. Відсутність напруги контролюють двополюсним показником напруги. Будь-які ремонтні роботи у РП під напругою слід повністю виключити.

1.10.3. Електродвигуни

Вибір та встановлення електродвигунів повинні відповідати вимогам ПУЕ та умовам навколишнього середовища. Електричні та механічні параметри електродвигунів повинні визначатися параметрами механізмів в усіх режимах їх роботи. Найбільше застосування для приводу різних будівельних машин та механізмів знаходять трифазні асинхронні електродвигуни.

Електродвигуни слід встановлювати таким чином, щоб вони були доступні для огляду та заміни, а також для ремонту установки. Повинна бути виключена можливість потрапляння на обмотки та струмозмінальні пристрої води, мастила, емульсії тощо. Частини електродвигунів, муфти, шківів, вентиляторів, що обертаються, повинні бути огорожені від випадкових дотиків, а виведення обмоток – закриті кришками, зняти які можливо тільки за допомогою інструменту. Знімати огороження та кришки в процесі експлуатації електродвигунів забороняється.

На електродвигуні та приводному механізмі наносяться стрілки, які

вказують необхідний напрямок обертання. На пусковій апаратурі та органах управління виконуються написи, що визначають назву механізму, а також положення «Пуск», «Стоп», «Вгору», «Вниз» і т.п.

Комутаційні апарати слід розташовувати якомога ближче до електродвигуна в місцях, зручних для обслуговування, якщо за техніко-економічним чи іншим міркуванням не потрібне інше розміщення.

При підключенні електродвигунів, у яких відсутні шпильки на виведеннях статора обмотки, слід ретельно ізолювати контактні з'єднання кінців живильного кабелю і виведень статорної обмотки. Необхідно також контролювати щільність прилягання до корпусу кришки, що закриває виведення обмотки, особливо у електродвигунів, що працюють на відкритому повітрі.

Корпуси електродвигунів повинні бути заземлені (занулені).

Щоб уникнути самозапусків електродвигунів при відновленні напруги, схеми управління електродвигунами повинні передбачати автоматичне вимкнення головного ланцюга електродвигуна в усіх випадках зникнення в ньому напруги. Цій вимозі задовольняє найбільш поширена схема, в якій як комутаційний апарат використовується магнітний пускач, а органом управління служить кнопковий пост. При зникненні напруги в цій схемі котушка пускача втрачає живлення, пускач вимикається і повторне його увімкнення при відновленні напруги не відбудеться доти, доки не буде натиснуто кнопку «Пуск». У зв'язку з цим слід уникати увімкнень електродвигунів пакетним вимикачем, тумблером та іншими апаратами (з магнітним пускачем і без), коли у схемі відсутнє блокування від самозапуску. З цієї ж причини не слід застосовувати для керування електродвигунами на будівельному майданчику тільки автоматичні вимикачі (без магнітних пускачів).

Важливе значення має чітке дотримання передбачених ПТЕ та ПТБ організаційних та технічних заходів під час ремонту електродвигунів. Так, комутаційний апарат у ланцюзі живлення повинен бути вимкнений, на пусковому пристрої вивішено плакат «Не вмикати. Працюють люди». Усі кінці кабелю живлення (дротів) перед початком ремонтних робіт повинні бути від'єднані від електродвигуна, замкнені накоротко і заземлені (занулені) за допомогою переносного заземлення.

При виконанні робіт без застосування переносного заземлення необхідно вжити всіх заходів для запобігання випадковій подачі напруги до місця роботи. До таких заходів відносяться: видалення запобіжників у ланцюзі живлення електродвигуна, механічне замикання приводів вимкнених апаратів,

застосування ізолюючих накладок у рубильниках, автоматах тощо. Ці технічні заходи мають бути зазначені в експлуатаційних інструкціях. Поточний ремонт електродвигунів доцільно поєднувати з ремонтом механізмів. Опір ізоляції обмотки статора асинхронних електродвигунів напругою 380/220 В, вимірний мегомметром на напругу 1000 В, в процесі експлуатації має бути не менше 0,5 МОм при температурі 60 °С та 1 МОм – у холодному стані.

1.10.4. Підключення електроприймачів на будівельному майданчику. Інвентарні електроконструкції

Правильність підключення до електричних мереж будівельних механізмів та машин з електроприводом, електроінструменту та нагрівальних пристроїв при виконанні будівельно-монтажних робіт, дотримання вимог ПУЕ, ПТЕ та ПТБ при виборі та експлуатації пускових апаратів та схем управління – все це відіграє першорядну роль у створенні безпечних умов експлуатації електроустаткування. Належний рівень електробезпеки при підключенні електроприймачів на будівельному майданчику забезпечується:

- виключення можливості появи напруги на корпусах обладнання;
- надійністю захисту від багатофазних та однофазних коротких замикань;
- забезпеченням ефективності системи занулення;
- застосуванням малих (знижених) напруг для живлення електроприймачів та дистанційного управління механізмами, а також розділових трансформаторів, в умовах підвищеної та особливої небезпеки;
- використанням штепсельних з'єднань для підключення пересувних та переносних електроприймачів та ін.

При підключенні електроприймачів слід зазвичай застосовувати індивідуальні апарати управління для кожного окремого електроприймача. Виняток може бути допущений тільки для механізмів, що вмикаються одночасно та здійснюють єдиний технологічний процес.

Найбільшого поширення як апарат управління будівельних машин і механізмів отримав магнітний пускач, що має цілу низку важливих переваг:

- велика кількість виконань залежно від умов навколишнього середовища та технічних параметрів;
- забезпечення нульового захисту при використанні кнопкового посту як органу управління (при відновленні напруги повторний пуск можливий тільки при натисканні кнопки «Пуск»);
- можливість дистанційного управління механізмами;
- можливість створення схем автоматизованого управління та технологічних

блокувань;

- простота та надійність конструкції.

Електромонтажні роботи (приєднання і від'єднання дротів, ремонт, наладка) виконує персонал, що має кваліфікаційну групу з безпеки, після зняття напруги з усіх струмовідних частин і їх заземлення. Зона виконання робіт огорожується суцільною або сітчастою огорожею. На проведення робіт видається наряд-допуск, в якому зазначаються заходи щодо електробезпеки. Перед допуском до роботи з діючими електроустановками робітників інструктують на робочому місці.

Робоча напруга на знову змонтовану електроустановку може бути подана тільки за рішенням робочої комісії.

Вимикачі, контактори, магнітні пускачі, рубильники, пускорегулюючі пристрої, запобіжники повинні мати написи, що вказують, до якого двигуну вони відносяться.

При виконанні робіт по регулюванню вимикачів і роз'єднувачів, з'єднаних дротами, повинні бути вжиті заходи щодо попередження непередбаченого увімкнення. При кнопковому увімкненні і вимкненні обладнання і механізмів кнопки повинні бути заглиблені на 3-5 мм за габарити пускової коробки.

Для попередження нещасних випадків кнопки пуску (апарати управління) слід розташовувати безпосередньо у механізмі і блокувати їх із звуковою і світловою сигналізацією. При перевантаженні електродвигунів встановлюється аварійний захист на їх вимкнення. Плавкі вставки запобіжників повинні бути калібровані із зазначенням на клеймі заводу-виготовлювача номінального струму вставки $I_{ст}$.

Вибір плавких вставок для захисту від багатозафазних замикань електродвигунів:

$$I_{ст} = \frac{I_{пуск}}{2,5}. \quad (1.78)$$

Для двигунів механізмів з важкими умовами пуску (часті пуски):

$$I_{ст} = \frac{I_{пуск}}{2...1,6}. \quad (1.79)$$

Для спостереження за пуском і роботою електродвигунів механізмів на пусковому щитку встановлюється амперметр, який вимірює струм в ланцюзі статора електродвигуна.

Вібрація електродвигуна, виміряна у кожному підшипнику, не повинна

перевищувати значень, наведених у табл. 1.34.

Таблиця 1.34

Синхронна частота обертання, об/хв.	3000	1500	1000	750 і нижче
Допустима амплітуда вібрації підшипника, мм	0,05	0,10	0,13	0,16

Електродвигуни негайно вимикаються, якщо створюється загроза нещасного випадку, при появі диму, вогню, вібрації вище допустимих норм, перегріванні підшипників і електродвигуна.

Всі щитки на виробництві повинні бути забезпечені написами, що вказують номер щитка, призначення або номер кожної лінії, що відходить, положення «Увімкнено» і «Вимкнено». При монтажі та експлуатації необхідно стежити, щоб відстані між укріпленими голими частинами різної полярності, а також між ними і неізольованими металевими частинами були не менше 12 мм по повітрю, а плавкі калібровані вставки відповідали даним типам запобіжників.

Для попередження електротравматизму розподільні пристрої повинні оглядатися і очищуватися не рідше 1 разу на 3 місяці, проводиться поточний ремонт не рідше 1 разу на рік і капітальний ремонт не рідше 1 разу на 3 роки.

Електроінструменти. На виробництві електроінструменти повинні зберігатися у сухому приміщенні.

Контроль зберігання і справності електроінструменту здійснюється спеціально призначеною особою, що має кваліфікаційну групу з безпеки не нижче III.

Справність інструменту полягає: у швидкому увімкненні і вимкненні (але не мимовільно) від електромережі, відсутності доступних для випадкового дотику струмовідних частин і дротів, відсутності обриву заземлюючого дроту електроінструменту. Один раз на місяць необхідно переконатися у відсутності замикань на корпус інструмента, оглянути цілісність ізоляції дротів. Перед видачею електроінструменту робітнику перевіряється затяжка болтів, що кріплять вузли, окремі деталі, справність редуктора обертання шпинделя рукою при вимкненому електродвигуні, стан щіток і колектора, цілісність ізоляції, відсутність оголених дротів, справність заземлення. Видавати робітникам інструмент, який має дефекти, категорично забороняється.

Застосування та експлуатація електроінструменту і ручних електричних машин в будівництві. Згідно ГОСТ 12.2.007.0-75* і ГОСТ 12.2.013.0-91, електроінструмент і ручні електричні машини за способом

захисту людини від ураження електричним струмом поділяються на три класи:

I клас – вироби з робочою ізоляцією всіх деталей, що знаходяться під напругою, і штепсельними вилками з заземлюючим контактом;

II клас – вироби, у яких всі деталі, що знаходяться під напругою мають подвійну або посилену ізоляцію. Ці вироби не мають пристрою для заземлення;

III клас – вироби з номінальною напругою не більше 42 В, у яких ні внутрішні, ні зовнішні електричні кола не перебувають під іншою напругою струму.

Залежно від ступеня захисту від вологи електроінструмент і ручні електричні машини виготовляють в наступних виконаннях: незахищені, брызкозахищені, водонепроникні.

При роботі в приміщеннях без підвищеної небезпеки напруга електроінструменту має бути не більше 220 В. При роботі в приміщеннях з підвищеною небезпекою і поза приміщень напруга електроінструменту має бути не більше 36 В.

При неможливості подати напругу 36 В дозволяється робота електроінструменту напругою до 220 В при наявності захисного вимкнення або надійного заземлення корпусу з використанням захисних засобів (килимка, калош, діелектричних рукавичок). У даних умовах необхідно застосовувати електричні машини II і III класів за ГОСТ 12.2.007.0-75*.

До роботи з електроінструментом і ручними електричними машинами допускаються особи, які мають I групу з електробезпеки, а до роботи з інструментом і машинами класу I в приміщеннях з підвищеною небезпекою ураження струмом, особливо небезпечних приміщеннях і поза приміщеннями - з групою з електробезпеки не нижче II.

Слід застосовувати інструмент і машини тільки відповідно до призначення, зазначених у паспорті заводу-виготовлювача. Машини та інструмент повинні мати інвентарний номер. Ручний електроінструмент та допоміжне обладнання підлягають періодичній перевірці не рідше 1 разу на 6 місяців. До періодичної перевірки входить: зовнішній огляд; вимірювання опору ізоляції; контроль справності кола заземлення; перевірка роботи на холостому ході протягом не менше 5 хв. Перевірка справності кола заземлення інструменту і машин класу I, відповідно до ГОСТ 12.2.013.0-91, повинна бути виконана пристроєм на напрузі 12 В з підключенням до заземлювального контакту штепсельної вилки та до доступної для дотику металевої частини інструменту і машини. Інструмент і машину вважають несправними, якщо пристрій покаже наявність струму.

При організації робочого місця необхідно передбачати підвіску дротів, кабелів так, щоб вони не стикалися з металевими, гарячими, вологими, змащеними поверхнями або предметами. Під час перерви в роботі і припиненні подачі струму електроінструмент повинен вимикатися від мережі. Робітникам, які отримали електроінструменти, категорично забороняється: передавати інструмент іншим особам, розбирати і проводити його ремонт, триматися за дрот і торкатися ріжучих і обертових частин, видаляти стружку, тирсу і пилю під час роботи або до повної зупинки, працювати на висоті 2,5 м з використанням приставних драбин. При роботі на вулиці в період грози, туману, дощу всі роботи повинні бути припинені.

Основне силове електрообладнання (трансформатори, магнітні станції, розподільні щити) перевіряється і випробовується безпосередньо після установки на виробництві. Електронагрівачі бункерів, самоскидів інвентарні щити, опалубки перевіряються систематично не рідше 1 разу за зміну. Ця перевірка полягає у візуальному огляді і контролі опору ізоляції кабелів, дротів, споживаного струму, тобто – у перевірці рівномірності завантаження трансформатора по фазах і відсутності перевантаження за контрольними показами амперметрів. Періодичні випробування ізоляції, які полягають у вимірах опору та електричної міцності ізоляції, є одним з основних заходів попередження травматизму.

Опір ізоляції дротів в установках з напругою до 1000 В на окремих ділянках (між запобіжниками і струмоприймачем) має бути не менше 0,5 МОм (500 000 Ом). У вологих приміщеннях, де ізоляція може поглинати вологу і втрачати свої захисні властивості, опір ізоляції перевіряють 1 раз на рік, а в особливо сирих – не рідше 2 разів на рік.

У тих випадках, коли силові освітлювальні проводки мають знижений опір, необхідно негайно вживати заходів щодо відновлення ізоляції або заміні дротів. За нормами допускається нагрів дротів до 40 °С понад температуру навколишнього середовища 25 °С. При нагріванні дротів до 48 °С час служби ізоляції скоротиться наполовину, а при нагріванні до 64 °С – у 8 разів. Проведені дослідження показують, що тривалість служби ізоляції класу А (бавовна, папір, просочені або занурені в ізоляційний матеріал) в електродвигунах при температурі 105 °С становить 15-20 років. При підвищенні температури до 140 °С термін експлуатації скорочується до декількох місяців. Швидке старіння супроводжується зменшенням еластичності і механічної міцності. Ізоляція тріскається, ламається і навіть можливий її пробій. В результаті перегріву дротів, крім травмування робітників, виникає можливість

пожеж. Якщо вмить не вимкнути таку ділянку мережі, неминуче загорання ізоляції дротів. Тому відстань від горючих конструкцій будівель до реостатів (всіх виконань), а також до електродвигунів та апаратів (за виключенням закритих) має бути не менше 1,5 м.

Отже, важливо правильно вибирати переріз дротів, щоб зростання струму не привело до перевантаження, тобто до тривалого перевищення допустимих значень струму. Це явище часто спостерігається в будівельній практиці, коли підключаються додаткові споживачі, не враховані розрахунком.

При обстеженні електричних мереж, машин, апаратів важливо встановити, чи відбуваються перевантаження в мережі. Для цього робочий струм в мережі вимірюють амперметром, увімкненим на початку ділянки. Однак такий спосіб вимірювань пов'язаний з розривом електромережі, що не завжди можливо. Тому струм зручніше вимірювати електровимірювальними кліщами, коли електроланцюг не рветься і напруга не знімається.

Крім визначення сили струму за допомогою приладів, її можна встановити, підрахувавши загальну потужність всіх споживачів, увімкнених на даній ділянці електричного кола. Величина робочого струму:

для двохпровідної мережі -

$$I_p = \sum P_n \frac{k_c}{U_\phi}, \quad (1.80)$$

для трьохпровідної мережі -

$$I_p = \sum P_n \cdot 1000 \frac{k_c}{\sqrt{3}U_\phi}, \quad (1.81)$$

для чотирьохпровідної мережі -

$$I_p = \sum P_n \frac{k_c}{1,73U_\Delta}, \quad (1.82)$$

для силової мережі трьохфазного змінного струму -

$$I_p = \sum P_n \cdot 1000 \frac{k_c}{1,73U_\Delta} \cos \varphi, \quad (1.83)$$

де P_n – номінальна потужність споживача;

U_Δ – лінійна напруга в мережі;

k_c – коефіцієнт споживання, який залежить від кількості електроприймачів, ступеня їх завантаження, одночасності роботи;

η – коефіцієнт корисної дії;

$\cos \varphi$ – номінальні струми електричних машин і апаратів (вказані в паспортних табличках або заводських каталогах).

Перевантаження електромереж, машин і апаратів встановлюють порівнянням робочого струму, заміряного одним із способів або розрахованого

за формулами, з допустимими тривалими струмовими навантаженнями, які визначаються за таблицями залежно від їх марок і способу прокладки. Перевантаження електромереж, машин і апаратів також можна визначити, вимірявши їх температуру і порівнявши її з максимально допустимою. Для цієї мети використовують термометри, термопари і різні термоіндикатори. Як термоіндикатори широко використовуються термофарби і термоолівці, що фіксують перевищення температури на поверхні двигуна шляхом зміни забарвлення.

Якщо встановлено, що робочий струм перевищує допустимі тривалі струмові навантаження, то негайно знаходять причини перевантажень і вживають заходів щодо їх усунення.

До факторів, що підвищують безпеку робіт (при напрузі менше 1000 В), відноситься забарвлення металевих частин, обладнання, приладів, які можуть опинитися під напругою. Там, де забарвлення не пошкоджене, опір знаходиться в межах 10-108 Ом.

1.10.5. Безпека при роботі з електрозварювальним обладнанням

Під час виконання зварювальних робіт існує небезпека ураження електричним струмом внаслідок несправності зварювального обладнання або мережі заземлення, неправильного підключення зварювального обладнання до мережі, несправності електропроводки та неправильного ведення зварювальних робіт. Ураження електричним струмом може статися при дотику до струмовідних частин зварювальної апаратури.

У зв'язку з цим особливу увагу слід звертати на обладнання зварювальних постів, які можуть бути стаціонарними та пересувними. Стаціонарний пост для зварювання виробів невеликих розмірів розміщують у зварювальній кабіні, відкритій зверху. Пересувний пост необхідний при зварюванні металоконструкцій великих розмірів.

Зварювальний пост (рис. 1.59) є спеціально обладнаним місцем для зварювання. Змінний струм подається на пост від трансформаторів, постійний від випрямлячів.

При електрозварюванні від мережі змінного струму напругою 220 або 380 В через рубильник і запобіжники струм подається до джерела живлення – трансформатору, де напруга перетворюється до 60-75 В. По зварювальних дротах через затискач та електродотримач струм підводиться до виробу.

Постійний струм від мережі напругою 220 або 380 В надходить до

перетворювача, що складається з асинхронного електродвигуна і зварювального генератора, з'єднаних між собою загальним валом. Такі перетворювачі виробляють постійний зварювальний струм напругою 25-75 В.

Струм від силової мережі підводиться до зварювальних апаратів дротами з резини, які нерозповсюджують горіння (ПРН) та гнучких дротах (ПРГН); від зварювальних апаратів до робочих місць струм надходить гнучкими дротами (ПРГ), силовими дротами з алюмінієвою жилою, які нерозповсюджують горіння (АПР) та ПРГД із гумовою ізоляцією. Довжина дротів від зварювальних апаратів до робочого місця має бути не більше 30-40 м, тому що при більшій довжині напруга падає, що призводить до зменшення напруги дуги. Зварювальні дроти вибирають залежно від призначення та сили струму (табл. 1.35).

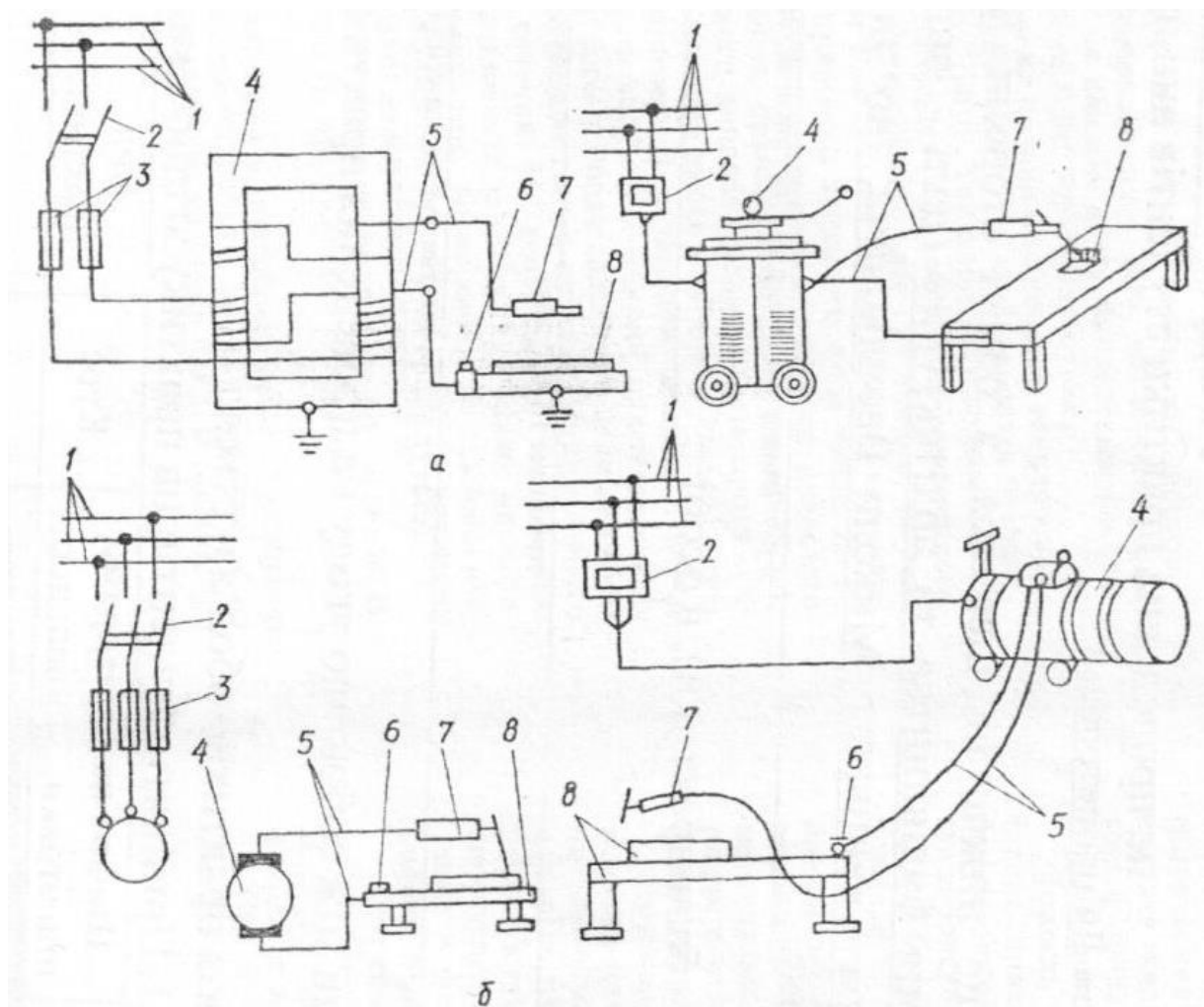


Рис. 1.59. Зварювальний пост для ручного зварювання: а – змінним струмом; б – постійним струмом; 1 – мережа змінного струму; 2 – рубильник; 3 – запобіжник; 4 – зварювальний трансформатор; 5 – зварювальні дроти; 6 – затискач; 7 – електроутримувачі; 8 – виріб.

Таблиця 1.35

Сила струму, А	Площа перерізу дроту, мм ²		Сила струму, А	Площа перерізу дроту, мм ²	
	одинарного	подвійного		одинарного	подвійного
100	16	-	600	95	2x35
200	25	2x10	800	-	2x50
300	50	2x16	1000	-	2x70
400	70	2x25			

Джерела живлення зварювальних постів розміщують залежно від характеру виконуваних робіт централізовано (групою) або індивідуально.

При великих обсягах електрозварювальних робіт використовують багатопостові зварювальні випрямлячі, перетворювачі або трансформатори. Зварювальний струм при цьому регулюють на кожному посту баластним реостатом (при постійному струмі) та дроселями (при змінному струмі).

Напруга холостого ходу джерела живлення в процесі електрозварювання має бути в 2-3 рази вище напруги дуги, не перевищувати безпечних для людини значень і дорівнює 50-70 В. Струм короткого замикання не повинен перевищувати встановлених меж, щоб уникнути надмірного перегріву обмоток. Тому всі електрозварювальні установки, призначені для роботи на відкритому повітрі, а також у приміщеннях з підвищеною небезпекою, що мають напругу холостого ходу вище 42 В, обладнують пристроями автоматичного вимкнення в режимі холостого ходу (реле максимальної напруги, що спрацьовує на відключення).

Первинний ланцюг живлення зварювального апарату повинен бути протяжністю не більше 10 м, а дроти, що живлять, мати ізоляцію, захищену від механічних пошкоджень, наприклад, в гумовому шлангу. Дріт вторинного ланцюга, що живить зварювальну дугу, необхідно надійно ізолювати та захищати. За зворотний дріт зварювального ланцюга допускається використовувати крім гнучких дротів також сталеві шини будь-якого профілю достатнього поперечного перерізу. Не допускається з цією метою використовувати мережі захисного заземлення або занулення, а також металеві конструкції будівель, комунікації, незварювальне та технологічне обладнання. Виведення вторинної обмотки трансформатора, до якого підключається зворотний дріт, слід заземлювати або занулювати.

Напруга холостого входу джерел живлення дуги досягає 90 В, а при плазмово-дуговому різанні – 200 В, що є небезпечним для життя людини.

Небезпека ураження електрозварювальника та підсобних робітників особливо велика при зварюванні резервуарів, під час роботи всередині ємностей та на металевих частинах зварюваних конструкцій (лежачи або

напівлежачи), при зварюванні поза приміщеннями у сиру погоду, у сирих приміщеннях, котлованах, колодязях.

Щоб уникнути ураження електричним струмом, необхідно виконувати такі умови. Корпуси джерел живлення дуги, зварювального допоміжного обладнання та конструкції, що зварюються, повинні бути надійно заземлені. Заземлення здійснюють сталевим дротом, один кінець якого закріплюють до корпусу джерела живлення дуги до спеціального болта з написом «земля», а другий кінець приєднують або до загальної шини, що заземлює, або до металевого штиря, вбитого в землю.

Заземлення пересувних джерел живлення виконують до увімкнення в силову мережу, а зняття заземлення – лише після вимкнення від силової мережі.

При зовнішніх роботах електрозварювальне обладнання має бути під навісом для захисту від атмосферних опадів. При невиконанні цієї умови зварювальні роботи проводити забороняється.

Приєднувати та від'єднувати від мережі електрозварювальне обладнання, а також спостерігати за його станом у процесі експлуатації повинні електрики. Електрозварювальникам забороняється виконувати ці роботи.

Усі дроти електрозварювального обладнання повинні мати справну ізоляцію і відповідати значенням струмів, що застосовуються.

При зварюванні внутрішніх швів резервуарів, котлів, труб та інших закритих сталевих конструкцій необхідно користуватися гумовим килимком, гумовим шоломом та калошами. Для освітлення слід користуватися переносною лампою напругою 12 В. Все електрозварювальне обладнання має бути оснащене пристроями автоматичного вимкнення напруги холостого ходу або його обмеження до безпечного значення. При роботі всередині резервуарів або при зварюванні складних металевих конструкцій та ємностей з-під горючих та легкозаймистих рідин до зварювальника прикріплюють чергового спостерігача, який зобов'язаний забезпечити безпеку робіт та при необхідності надати першу допомогу.

Заходи безпеки під час виконання електрозварювальних робіт

Умови підвищеної та особливої небезпеки під час зварювальних робіт на будівельному майданчику вимагають суворого дотримання правил безпечної експлуатації електрозварювальних установок та вказівок, викладених в інструкціях заводів-виробників.

У будівельній організації повинен бути призначений наказом інженерно-технічний працівник, відповідальний за безпечну експлуатацію

електрозварювальних пристроїв (енергетик або механік, що має групу з електробезпеки не нижче IV).

До електрозварювальних робіт допускаються особи не молодше 18 років, які мають професійні навички, що пройшли курсове навчання безпечним методам та прийомам робіт за типовими програмами, що склали іспити та мають кваліфікаційне посвідчення з талоном з пожежної безпеки згідно з вимогами «Правил пожежної безпеки». Електрозварювальники повинні пройти перевірку знань ПТЕ та ПТБ із присвоєнням групи з електробезпеки не нижче II. При потупленні на роботу електрозварювальники проходять попередній медичний огляд, а надалі – періодичні медогляди 1 раз на 2 роки. Жінки до зварювання всередині замкнених і важкодоступних просторів, до ручної дуги та зварюванні при верхолазних роботах, згідно з вимогами НПАОП 28.52-1.31-13. Правила охорони праці під час зварювання металів, не допускаються.

Перевірка знань електрозварювальниками безпечних методів праці має проводитись:

- періодична – не рідше 1 разу на рік;
- позачергова – при перерві у роботі за своєю спеціальністю понад 6 місяців;
- перед допуском до роботи після тимчасового усунення зварювальника за порушення вимог безпеки та технології.

Додатково знання зварювальника перевіряють в обсязі програми, затвердженої головним інженером будівельної організації, при переході на нові для нього способи зварювання (види, робіт), при зварюванні виробів з нових матеріалів або за істотної зміни технології.

Електрозварювальники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту відповідно до «Типових галузевих норм безкоштовної видачі спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту робітникам та службовцям, зайнятим на будівельних, будівельно-монтажних та ремонтно-будівельних роботах».

При отриманні спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту зварювальники повинні бути проінструктовані керівником робіт (майстром, виконробом, механіком) про порядок користування цими засобами та ознайомлені з вимогами щодо догляду за ними.

До виробництва електрозварювальних робіт не можна допускати зварювальників у невідремонтованому та забрудненому спецодязі та з несправними засобами індивідуального захисту.

Електрозварювальні роботи на будівельних об'єктах слід виконувати відповідно до вимог ПУЕ, ПТЕ та ПТБ, ДБН А.3.2-2-2009, ДСТУ Б А.3.2-

13:2014, «Правилами пожежної безпеки».

Місця проведення електрозварювальних робіт у будівельному виробництві можуть бути постійними або тимчасовими, що організуються безпосередньо в будівлях і спорудах при монтажі будівельних та інших конструкцій.

Як постійні місця для проведення електрозварювальних робіт використовують спеціально відведені для цієї мети вентилявані приміщення або kabіни зі світлонепроникними стінками з вогнетривких матеріалів площею не менше 10 м², при цьому площа, вільна від обладнання та матеріалів, повинна бути не менше 3 м² на один зварювальний пост. У приміщеннях передбачають достатньої ширини проходи (щонайменше 0,8 м).

Електрозварювальні роботи у вибухонебезпечних та вибухопожежонебезпечних приміщеннях необхідно виконувати відповідно до вимог «Типової інструкції з організації безпечного ведення вогневих робіт на вибухонебезпечних та вибухопожежонебезпечних об'єктах».

Джерела зварювального струму в приміщенні слід встановлювати на відстані не менше ніж 0,5 м від стін. При одночасному використанні кількох зварювальних трансформаторів їх треба розміщувати не ближче ніж 0,1 м один від одного. У тих випадках, коли зварювання проводиться не систематично, робочі місця огороджують світлонепроникними щитами або фіранками з вогнетривкого матеріалу заввишки не менше 1,8 м.

Процеси електрозварювання повинні виключати можливість ураження електричним струмом та отримання механічних травм працюючими. Слід враховувати також дані санітарно-гігієнічної оцінки цих процесів – виділення зварювальних аерозолів, інтенсивність світлового, інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювань.

На будівельному майданчику електрозварювальні роботи дозволяється виконувати лише після відповідної інженерної підготовки об'єкта (пристрій захисного огороження території та небезпечних зон, тимчасового електропостачання, тимчасових або постійних доріг, проїздів, проходів, обладнання інвентарними санітарно-побутовими будинками тощо). Забороняється виконувати електрозварювальні роботи у зоні складування будівельних конструкцій та матеріалів. Виробництво зварювальних робіт у зоні рейкових колій баштових кранів (ремонт інвентарної огорожі колії, відновлення порушеного заземлення) допускається тільки при непрацюючому крані. При цьому в підключальному пункті крана необхідно видалити запобіжники, закрити дверцята та рукоятку рубильника на замок і вивісити плакат «Не

вмикати. Працюють люди». Зварювальні роботи, пов'язані з ремонтом баштового крана, дозволяється проводити тільки електрозварювальникам організації – власника крана.

Електрозварювальні пристрої повинні відповідати вимогам ПУЕ, ГОСТ 12.2.003-74* та ГОСТ 12.2.007.8-75*.

Як джерела зварювального струму повинні застосовуватися тільки спеціально для цього призначені та відповідні вимогам діючих стандартів зварювальні трансформатори, статичні перетворювачі, а також двигун-генераторні з електродвигунами або двигунами внутрішнього згоряння. Забороняється живлення зварювальної дуги безпосередньо від силової, освітлювальної або контактної електричної мережі. Ступінь захисту джерел струму для дугового зварювання та допоміжного обладнання, призначених для роботи в закритих приміщеннях, має бути IP11 (ГОСТ 14254-80). Напруга стаціонарно встановлених світильників місцевого освітлення при виконанні зварювальних робіт не повинна перевищувати 42 В. Забороняється застосовувати автотрансформатори для живлення світильників.

Зварювальні установки, допоміжні прилади та апарати, що встановлюються на відкритому повітрі, повинні бути захищені від попадання опадів навесом із вогнетривких матеріалів та мати ступінь захисту IP21 (ГОСТ 14254-80). За відсутності таких навесів електрозварювальні роботи під час дощу та снігопаду слід припинити. Продовження електрозварювальних робіт після дощу та снігопаду може бути дозволено особою, яка відповідає за безпечне ведення робіт.

Переносні та пересувні електрозварювальні установки слід приєднувати до мережі живлення з використанням пункту живлення, що містить комутаційний та захисний апарати. При цьому обов'язково наявність блокування, що виключає можливість відчинення дверцят пункту живлення при увімкненому положенні комутаційного апарату. Зазвичай для цього використовують ящики з рубильниками і запобіжниками (наприклад, типу ЯРП) або з автоматичними вимикачами. Зварювальні перетворювачі та випрямлячі слід також приєднувати до мережі живлення за допомогою пунктів живлення незважаючи на те, що ці установки зазвичай оснащуються пакетними вимикачами, що виконують функції пускових пристроїв.

На будівельних майданчиках слід застосовувати зварювальні трансформатори, перетворювачі та випрямлячі з живленням від мережі напругою 380 В. При цьому навантаження зварювальних установок необхідно рівномірно розподіляти за трьома фазами мережі. При використанні

зварювального трансформатора на напругу 220 В і обриві нульового дроту мережі корпус трансформатора може опинитися під напругою. Тому у разі застосування зварювальних трансформаторів з напругою первинної мережі 220 В необхідно виконувати повторне заземлення нульового дроту.

Для підключення зварювальних установок слід застосовувати шлангові кабелі з алюмінієвими або мідними жилами з ізоляцією та в оболонці (шлангу) з гуми або пластмаси, які не розповсюджують горіння. Їх переріз має бути не менше рекомендованих заводом-виробником.

Зварювальну установку необхідно розташовувати на такій відстані від пункту живлення, щоб довжина кабелю, що з'єднує їх, не перевищувала 10 м. При цьому живильний кабель повинен бути захищений від механічних пошкоджень. Пересувні та переносні зварювальні установки перед переміщенням слід обов'язково вимикати від мережі живлення.

Для забезпечення безпеки при зміні електрода електрозварювальні установки для ручного дугового зварювання на змінному струмі повинні мати обмежувачі, що знижують напругу холостого ходу на вихідних затискачах зварювального пристрою до значення, що не перевищує 12 В, не пізніше ніж через 1 с після розмикання зварювального ланцюга.

Це пов'язано з тим, що напруга холостого ходу зварювальних установок (до 80 В – на змінному струмі) є великою небезпекою з точки зору ураження електричним струмом. Глибоко помилковою є думка про повну безпеку напруги холостого ходу зварювальних агрегатів, що існує серед багатьох зварників, особливо, коли йдеться про роботи в умовах будівельного майданчика. До 5,3% електротравм в усіх електроустановках складають випадки ураження при ручному електрозварюванні, з них близько половини – на вторинній напрузі зварювальних установок.

Промисловість випускає обмежувачі напруги холостого ходу кількох типів.

Перед початком експлуатації нового пристрою слід перевірити стан кріпильних з'єднань всіх елементів конструкції. Потім закріпити його на трансформаторі або вертикальній стінці на відстані не менше ніж 120 мм від її верхнього краю. Перед пуском нового пристрою або пристрою, який тривалий час не був в експлуатації, слід:

- очистити його від пилу, продути сухим стисненим повітрям;
- перевірити мегаомметром на напругу 500 В постійного струму опір ізоляції первинного ланцюга між будь-яким контактом мережевого роз'єму і корпусом, а також вторинного ланцюга між роз'ємом «Електрод» і корпусом.

Опір має бути не нижче 2,5 МОм;

- закріпити силовий кабель перерізом до 120 мм² у магістральних вставках, що входять до комплекту пристрою;
- занулити (заземлити) пристрій та вторинну обмотку зварювального трансформатора. Без виконання зазначених заходів робота пристрою неможлива;
- за допомогою штепсельного з'єднання, що входить в комплект, подати на пристрій живлення з первинної обмотки зварювального трансформатора кабелем перетином не менше 2x1,5 мм²;
- підключити пристрій до мережі спільно зі зварювальним трансформатором через рубильник чи пускач;
- перевірити чутливість схеми та роботу аварійного захисту натисканням кнопки «Контроль». При цьому пристрій повинен вимкнутися аварійним захистом;
- привести натисканням кнопки «Готов» схему до робочого стану. При цьому перевіряється максимально допустима за умовами безпеки чутливість схеми. Якщо чутливість пристрою знаходиться в межах, що нормуються, то при натисканні кнопки «Готов» контактор пристрою не повинен спрацьовувати. Щоб уникнути неправильної інформації, кнопку «Готов» слід натискати через 5-6 с після натискання кнопки «Контроль».

Трансформатор із пристроєм слід встановити так, щоб зварювальник під час роботи мав можливість спостерігати за сигналізацією.

При експлуатації пристрою необхідно дотримуватися ряду заходів безпеки. Забороняється:

- експлуатація пристрою за відсутності світлової сигналізації, зі знятою лицьовою панеллю, за наявності механічних пошкоджень корпусу без опломбування корпусу пристрою;
- переміщати пристрій чи знімати лицьову панель, не вимкнувши його від мережі;
- користуватися несправним пристроєм;
- підключати пристрій неелектротехнічним персоналом.

Неприпустиме підключення пристрою до мережі та до зварювального трансформатора дротами з порушеною ізоляцією та без наконечників. Застосування дротів зі зниженим опором ізоляції може призвести до помилкового спрацьовування пристрою та подачі у зварювальний ланцюг небезпечної для життя повної напруги холостого ходу зварювального трансформатора.

Для забезпечення безперебійної та тривалої роботи пристрою необхідно щодня та періодично (не рідше одного разу на 6 міс) проводити технічне обслуговування з метою своєчасного усунення можливих несправностей. Технічне обслуговування здійснюється згідно з рекомендаціями заводу-виробника, викладеними у паспорті пристрою.

Слід пам'ятати, що пристрій не звільняє зварювальника від повного дотримання ним усіх заходів безпеки під час виконання робіт. Він підвищує електробезпеку при ручному дуговому зварюванні, але не є засобом захисту від ураження струмом.

При підключенні зварювальних установок до мережі напругою до 1000 В із глухозаземленою нейтраллю одним із важливих та обов'язкових заходів безпеки є занулення металевих корпусів самих зварювальних пристроїв, допоміжного обладнання та пунктів живлення. Як нульовий захисний провідник використовують окремі жили кабелів живлення (при однофазному живленні – третя, при трифазному – четверта). При цьому корпус пункту живлення занулюється за допомогою спеціальної жили кабелю живлення, що має з боку живлення зв'язок з нульовим дротом мережі. Корпус зварювального пристрою занулюється за допомогою спеціальної жили кабелю між пунктом живлення та зварювальним пристроєм, що приєднується з одного боку до заземлюючого болта пункту живлення, а з іншого – до заземлюючого болта зварювального пристрою. Перетин нульового захисного провідника (жили кабелю) має бути не менше 50% перерізу фазних жил, а для пересувних установок – 100%. Крім того, для захисту зварювальника від ураження напругою мережі живлення при порушенні ізоляції первинної обмотки у зварювальних трансформаторів, статичних перетворювачів і тих двигун-генераторних перетворювачів, у яких обмотки збудження приєднуються до мережі без розділових трансформаторів, обов'язково слід занулювати той затискач вторинної обмотки, до якого підключають зворотний дріт. Зазвичай це виконують перемичкою від болта зварювального пристрою. При цьому провідність перемички повинна, як мінімум, дорівнювати провідності занулюючої жили кабелю живлення (при однорідних металах – однаковий переріз).

Для приєднання нульового захисного провідника на корпусі зварювального пристрою в доступному місці повинен бути передбачений спеціальний болт діаметром не менше 8 мм з контактним майданчиком, який маркується знаком заземлення, що нестирається при експлуатації (ГОСТ 2.751-73*). Болт повинен бути виконаний з металу, стійкого до корозії, або покритий

металом, що оберігає його від корозії, і не повинен мати поверхневого фарбування. Не дозволяється використовувати для занулення болти, гвинти, шпильки, що виконують роль кріпильних деталей.

Занулення зварювальних пристроїв слід виконувати до підключення до мережі. Схеми підключення зварювальних пристроїв наведено на рис. 1.60. Перед приєднанням до мережі живлення слід здійснити зовнішній огляд зварювального пристрою і переконатися в його справності. Особливу увагу необхідно звернути на стан контактів і нульових захисних провідників, справність ізоляції кабелю живлення і зварювальних дротів.

Пересувні однопостові зварювальні установки з двигунами внутрішнього згоряння не потрібно заземлювати.

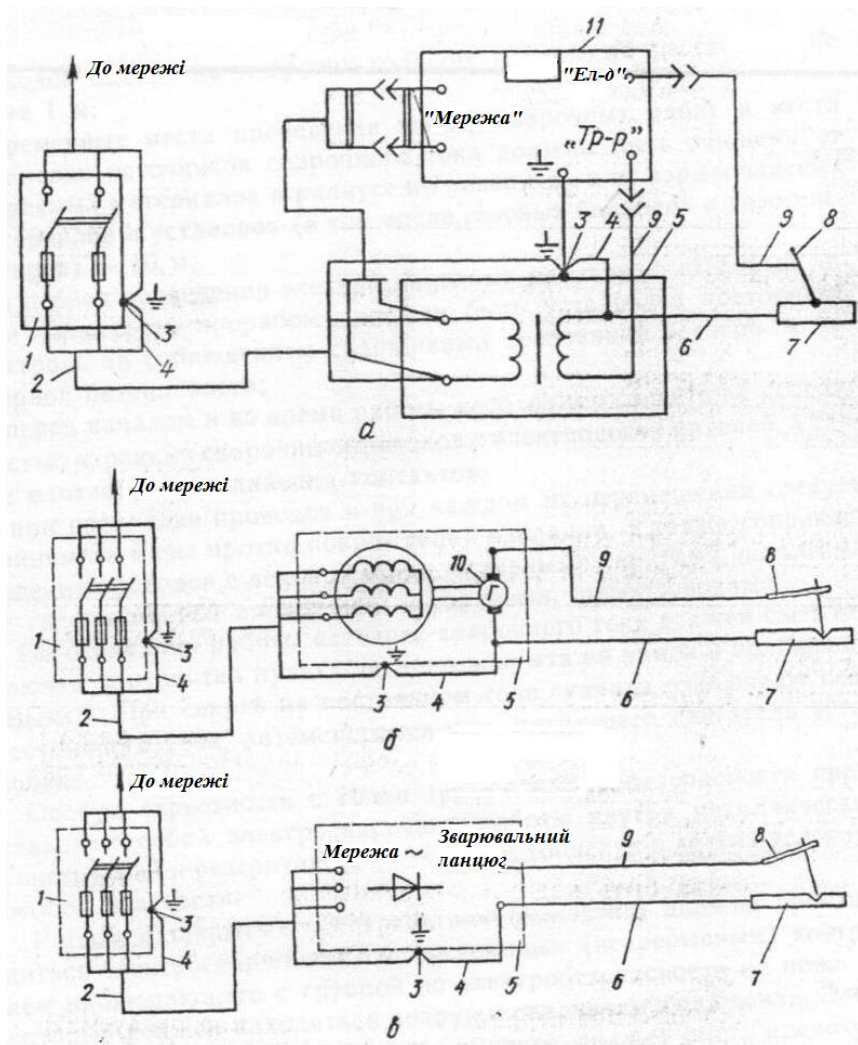


Рис. 1.60. Схема підключення зварювальних пристроїв до мережі живлення напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю: а – трансформатор на напругу 380 В; б – перетворювач на напругу 380 В; в – випрямляч напруга 380 В; 1 – пункт харчування; 2 – живильний кабель; 3 – заземлюючий болт; 4 – нульова захисна жила; 5 – зварювальний пристрій; 6 – зворотний дріт; 7 – деталь, що зварюється; 8 – електродотримач; 9 – зварювальний дріт; 10 – генератор постійного струму; 11 – пристрій зниження напруги холостого ходу зварювального трансформатора

Ручне дугове електрозварювання металевими електродами повинно проводитися із застосуванням двох гнучких шлангових дротів відповідного перерізу, один з яких приєднують до електродотримача, а інший (зворотний) – до деталі, що зварюється. Зворотний дріт повинен мати ізоляцію, рівноцінну ізоляції дроту, до якого приєднаний електродотримач. Забороняється за умовами електро- та пожежної безпеки застосовувати як зворотний дріт металеві конструкції будівель та споруд, провідники мережі заземлення (занулення), труби санітарно-технічних мереж (водопровід, газопровід тощо), оскільки в місцях поганих контактів можуть статися місцеві нагрівання з можливістю спалахів. Крім того, проходження зварювальних струмів викликає в конструкціях падіння напруги, що призводить до появи на металевих частинах будівель і споруд, що будуються, напруг дотику, що становлять серйозну небезпеку в умовах будівництва.

Зварювальні дроти слід з'єднувати за допомогою опресування, зварювання, паяння, спеціальних з'єднувачів, що відповідають вимогам ГОСТ 22917-78*. Опір ізоляції струмовідних частин з'єднувачів має бути не менше ніж 2 МОм. Місця з'єднання мають бути ретельно ізольовані. Забороняється зрощувати зварювальні дроти скручуванням.

Дріт приєднують до зварювального пристрою, електродотримача та виробу, що зварюється, за допомогою кабельних наконечників. Приєднувати та від'єднувати електрозварювальні пристрої з боку мережі живлення, а також спостерігати за їх справним станом у процесі експлуатації повинні особи електротехнічного персоналу з групою з електробезпеки не нижче III.

У затискачів первинної обмотки зварювальних трансформаторів має бути чіткий напис «Мережа», а у затискачів вторинної обмотки – «Зварювальний ланцюг».

На видному місці корпусів зварювальних трансформаторів та випрямлячів має бути напис «Без заземлення (занулення) не вмикати!».

Всі відкриті частини зварювальних установок, що знаходяться під напругою, слід захищати. Конструкція огорожувальних пристроїв затискачів первинної обмотки повинна передбачати їхнє зняття лише за допомогою інструмента.

При проведенні електрозварювальних робіт необхідно виконувати такі вимоги:

- щоб уникнути підвищеного виділення зварювального аерозолю та газів, особливо при зварюванні деталей з антикорозійним покриттям, забороняється перевищувати встановлене значення зварювального струму;

- не допускається поєднувати виконання електрозварювальних робіт та газополум'яної обробки металів у приміщеннях та закритих об'ємах (ємностях, колодязях тощо). При виконанні зазначених робіт на суміжних ділянках в одному рівні (на одному монтажному горизонті) відстань між електрозварювальним пристроєм та ацетиленовим генератором має бути не менше 3 м;
- зварювальні дроти слід розташовувати від комунікацій (гумових рукавів) кисню на відстані не менше 0,5 м, а від трубопроводів ацетилену та інших горючих газів – на відстані не менше 1 м;
- тимчасові місця проведення електрозварювальних робіт та місця встановлення джерел зварювального струму повинні бути очищені від горючих матеріалів у радіусі не менше 5 м, а від вибухонебезпечних матеріалів та установок (у тому числі газових балонів та газогенераторів) – 10 м;
- у період проведення електрозварювальних робіт відповідальною особою (майстром, виконробом) повинен бути встановлений постійний контроль за дотриманням зварювальниками вимог електро- та пожежної безпеки;
- перед початком та під час роботи необхідно стежити за справністю ізоляції зварювальних дротів та електродотримачів, а також щільністю з'єднання контактів;
- при прокладанні дротів та при кожному їх переміщенні слід вживати заходів проти пошкодження ізоляції, а також дотику дротів з водою, мастилом, сталевими канатами, шлангами від газополум'яної апаратури та гарячими трубопроводами.

Після закінчення роботи джерело зварювального струму має бути вимкнене, а рукоятка пункту живлення закрита на замок у положенні «Вимкн.». При зварюванні на постійному струмі спочатку вимикають ланцюг постійного струму, потім змінного двигуна установки.

Особливу серйозність з погляду електробезпеки викликають електрозварювальні роботи всередині металевих конструкцій і резервуарів, у колодязях, тунелях та інших умовах особливої небезпеки.

Робота в закритих просторах (ємностях) повинна проводитись електрозварником під постійним (безперервним) контролем спостерігача з групою з електробезпеки не нижче II, який повинен знаходитися зовні об'єкта, що зварюється. Електрозварювальник, що працює всередині ємності, повинен мати запобіжний пояс з канатом, кінець якого довжиною не менше 2 м повинен знаходитись у спостерігача. Знижуючий трансформатор для ручних

світильників напругою не вище 12 В має бути встановлений поза об'єктом, що зварюється, а його вторинна обмотка (якщо це не розділовий трансформатор) повинна бути занулена. Забороняється застосування для цього автотрансформаторів. При виконанні цих робіт зварювальники, крім спецодягу, повинні бути забезпечені діелектричними рукавичками та калошами (діелектричними гумовими килимками). Для захисту від ураження струмом при виконанні вищезгаданих робіт електрозварювальникам необхідно користуватися захисними касками-щитками із неструмовідних матеріалів (наприклад, щиток з каскою за ТУ 5.978-13373-82). Зварювання в замкнутих та важкодоступних просторах має проводитися за нарядом-допуском.

Велике значення з точки зору захисту зварювальника від ураження електричним струмом має конструкція електродотримача, який має бути заводського виготовлення та відповідно до вимог ГОСТ 14651-78* забезпечувати:

- надійний затиск електродів, швидко та легко їх зміну (4 с);
- можливість затиску не менше ніж у двох положеннях: перпендикулярно та під кутом не менше 115° до своєї осі;
- надійну ізоляцію струмовідних частин від випадкового зіткнення із зварюваним виробом або руками зварника. Опір ізоляції має бути не менше 5 МОм;
- рукоятка повинна бути виконана з неструмовідного матеріалу та мати довжину не менше 120 мм. Її поперечний переріз має вписуватися в коло діаметром трохи більше 40 мм.

Терміни поточних та капітальних ремонтів зварювальних пристроїв визначає особа, яка відповідає за їх безпечну експлуатацію, виходячи з місцевих умов, режиму експлуатації пристроїв, а також вказівок заводу-виробника. Огляд та чищення зварювальних пристроїв та пускової апаратури слід проводити не рідше 1 разу на місяць. Опір ізоляції електричних ланцюгів зварювальних пристроїв вимірюють при приймально-здавальних випробуваннях, після капітальних та поточних ремонтів та при міжремонтних (профілактичних) випробуваннях. У зварювальних трансформаторів вимірюється опір ізоляції між первинною та вторинною обмотками та між кожною з обмоток та корпусом. Міжремонтні (профілактичні) випробування рекомендується проводити не рідше 1 разу на 3 місяці.

1.10.6. Електроосвітлення на будівельному майданчику

Влаштування електроосвітлення будівельного майданчика, робочих

місць, проходів та проїздів, побутових приміщень має бути виконане в період інженерної підготовки виробництва (внутрішньомайданчикові підготовчі роботи) відповідно до проєкту виконання робіт.

Електроосвітлення будівельних об'єктів має відповідати вимогам ДСТУ Б А.3.2-13:2014, ДСТУ Б А.3.2-15:2011, ПУЕ, ПТЕ та ПТБ.

Електроустаткування та матеріали, що застосовуються в освітлювальних установках, повинні відповідати вимогам стандартів або технічних умов на це обладнання та матеріали. Виконання, клас ізоляції електрообладнання та способи його встановлення визначаються номінальною напругою мережі та умовами навколишнього середовища.

Для електричного освітлення будівельних майданчиків та ділянок виконання робіт слід застосовувати типові стаціонарні та пересувні інвентарні освітлювальні установки, ручні світильники. Пересувні установки необхідно розміщувати на будівельному майданчику у місцях виконання робіт, у зоні транспортних шляхів та ін.

Для живлення світильників загального та місцевого освітлення, призначених для освітлення будівельних майданчиків та ділянок виконання робіт, слід застосовувати напруги:

- для світильників загального освітлення, розташованих на висоті не менше 2,5 м від рівня підлоги, землі, настилу – не більше 220 В. За погодженням з органами Держенергонагляду допускається застосування спеціальних освітлювальних пристроїв напругою понад 220 В;
- для світильників загального та місцевого освітлення, встановлених на висоті менше 2,5 м від рівня землі, підлоги, настилу, - не вище 42 В;
- для ручних світильників – не вище 12 В (у сухих приміщеннях з неструмовідними підлогами – не вище 42 В).

Ручні світильники призначені для підвішування, настільні, підлогові прирівнюються при виборі напруги до світильників місцевого стаціонарного освітлення, а встановлені на переставних стійках на висоті не менше 2,5 м - до світильників загального освітлення.

Як джерело живлення напругою до 42 В слід застосовувати знижуючі трансформатори з роздільними обмотками, машинні перетворювачі, генератори, акумуляторні батареї. Забороняється застосовувати для зазначених цілей автотрансформатори.

Захист освітлювальних мереж від струмів короткого замикання виконують відповідно до вимог ПУЕ. Апарати захисту в мережі живлення повинні одночасно вимикати усі дроти ланцюга, крім нульових. У нульовому

робочому дроті не дозволяється встановлювати запобіжники, вимикачі та інші пристрої, що роз'єднують. У ланцюзі нульових робочих провідників, якщо вони одночасно служать для цілей занулення, допускається застосовувати вимикачі, які одночасно вимикають нульові робочі та фазні дроти.

До освітлювальних установок, що застосовуються у будівництві, ставиться ціла низка вимог, покликаних забезпечити електробезпеку обслуговуючого та технологічного персоналу. Необхідно, як правило, використовувати світильники заводського виробництва. Їхнє кваліфіковане використання не тільки покращує умови електробезпеки, але й збільшує освітленість робочих місць, скорочує витрату електроенергії, усуває сліпучу дію ламп. Для освітлення будівельних майданчиків та ділянок виконання робіт не допускається застосування відкритих газорозрядних ламп та ламп розжарювання з прозорою колбою.

Світильники слід розташовувати за можливістю в місцях, зручних та безпечних для обслуговування. Металеві частини освітлювальних установок, що розташовані на відкритому повітрі, повинні мати покриття, що оберігає їх від шкідливого впливу навколишнього середовища. Внутрішня порожнина світильника має бути захищена від прямого потрапляння вологи. В установках, схильних до вібрації та струсу, світильники повинні мати конструкцію, що не допускає самовідгвинчування або випадання ламп. Світильники на кранах та інших механізмах та агрегатах, схильних до вібрації, слід встановлювати з відповідними амортизаційними пристроями (прокладками, пружинами тощо).

Патрони, незалежно від напруги світильника, повинні мати конструкцію, яка не допускає дотику до струмовідних частин. Гвинтові струмовідні гільзи патронів для ламп розжарювання, дугових ртутних ламп (ДРЛ), дугових ртутних з випромінюючими добавками (ДРВ) та натрієвих у мережах з глухозаземленою нейтраллю повинні бути приєднані до нульового, а не до фазного дроту. Ця вимога не поширюється на ручні світильники, що приєднуються до мережі живлення за допомогою штепсельних роз'ємів. Якщо патрон має неструмову гільзу; нульовий дріт приєднують до будь-якого контакту патрона. В умовах будівельних майданчиків переважно застосовувати для електроламп патрони з порцеляни або вогнестійкої пластмаси, а в сирих та особливо сирих приміщеннях – тільки фарфорові з роздільним введенням дротів. Дроти слід вводити в освітлювальну арматуру таким чином, щоб у місці введення вони не зазнавали механічних пошкоджень, а контакти набоїв були розвантажені від механічних зусиль. Введення дротів і кабелів у світильники та електровироби при зовнішній їх установці ущільнюють, щоб уникнути

проникнення пилю та вологи. Для покращення умов безпеки слід передбачати додаткову ізоляцію дротів у місцях введення у світильники.

Забороняється підвішувати освітлювальну арматуру безпосередньо на дротах живлення. При тросовому підвісі світильники зовнішнього освітлення повинні бути розташовані на висоті не менше ніж 6,5 м над проїжджою частиною.

Світильники, що встановлюються на відкритому повітрі, необхідно за можливості жорстко закріплювати з тим, щоб розгойдування під дією вітру не призводило до механічних пошкоджень ізоляції, появи оголених дротів та замикання їх на металеві частини.

Кінці дротів, що приєднуються до світильників, повинні мати запас по довжині, достатній для повторного приєднання у разі їхнього обриву. З'єднання дротів усередині кронштейнів або труб, за допомогою яких встановлюють світильники, забороняється.

Для зарядки освітлювальної арматури загального освітлення необхідно застосовувати дроти з мідними жилами перетином не менше $0,5 \text{ мм}^2$ – усередині будівель і 1 мм^2 – на відкритому повітрі. Для зарядки світильників з лампами потужністю 100 Вт і вище, що не мають затискачів введення, застосовують мідні гнучкі дроти з теплостійкою ізоляцією.

Для зарядки стаціонарних освітлювальних арматур місцевого освітлення слід застосовувати гнучкі дроти з мідними жилами перетином не менше 1 мм^2 – для рухомих конструкцій та $0,5 \text{ мм}^2$ – для нерухомих.

Ізоляція дротів, які використовуються для заряджання світильників, повинна відповідати номінальній напрузі мережі.

До зарядки освітлювальних арматур місцевого освітлення висуваються такі додаткові вимоги:

- за наявності в кронштейнах шарнірних з'єднань дроту всередині шарнірних частин не повинні зазнавати натягу або перетирання;
- отвори для дротів у кронштейнах повинні мати діаметр не менше 8 мм із допуском місцевих звужень до 6 мм, у місцях введення дротів необхідно застосовувати ізолюючі втулки;
- у рухомих конструкціях освітлювальних арматур має бути виключена можливість мимовільного переміщення чи розгойдування арматури.

В електроосвітлювальних установках напругою вище 42 В за умов підвищеної та особливої небезпеки ураження електричним струмом металеві частини електрообладнання, які можуть опинитися під напругою внаслідок порушення ізоляції, слід занулювати (заземлювати) відповідно до вимог ПУЕ.

Металеві корпуси світильників загального освітлення напругою понад 42 В необхідно занулювати (заземлювати) наступним чином:

- при глухозаземленій нейтралі та введенні у світильник кабелю, захищеного дроту, незахищених дротів у трубі або металорукаві – відгалуженням від нульового робочого дроту всередині світильника;
- при глухозаземленій нейтралі та введенні у світильник відкритих незахищених дротів, а також при ізольованій нейтралі за будь-яких способів введення дротів у світильник – за допомогою гнучкого ізольованого дроту між заземлюючим гвинтом світильника та нульовим робочим або захисним дротом; таке приєднання слід виконувати на найближчій до світильника нерухомій опорі або в найближчій коробці відгалуження.

Занулення кількох світильників однієї групи може бути виконано нульовим дротом, прокладеним уздовж ряду світильників, який вводять без розриву в кожен світильник або від нульового дроту роблять відгалуження в кожний світильник окремим дротом, що приєднується до нульового дроту болтовим затискачем. Забороняється послідовне занулення групи світильників. Не потрібно занулювати (заземлювати) металеві відбивачі світильників, укріплені на корпусах з ізолюючих матеріалів.

Корпуси світильників з лампами ДРЛ, ДРВ, натрієвими та люмінесцентними з винесеними пускорегулюючими апаратами (ПРА) допускається занулювати (заземляти) за допомогою перемички між занулюючим гвинтом зануленого (заземленого) ПРА та гвинтом заземлення світильника. При відкритій прокладці дротів у мережі з глухозаземленою нейтраллю і при будь-якому способі прокладання в мережі з ізольованою нейтраллю занулення (заземлення) світильників з винесеними ПРА необхідно виконувати окремим провідником, починаючи з найближчої нерухомої опори або коробки. Металеві корпуси освітлювальної арматури повинні бути забезпечені спеціальними гвинтами діаметром не менше 4 мм для приєднання до мережі занулення (заземлення).

Занулення (заземлення) переносних електроприймачів при нарузі вище 42 В слід виконувати за допомогою спеціальної нульової захисної жили кабелю живлення, вільної від робочого струму з використанням штепсельних з'єднань. Ці з'єднання для переносних електроприймачів, що підлягають зануленню (заземленню), повинні бути забезпечені захисними контактами для приєднання нульових захисних провідників. При цьому конструкція штепсельного з'єднання повинна виключати можливість використання струмовідних контактів як захисні.

Однополюсні вимикачі у двопровідних освітлювальних лініях слід встановлювати в ланцюги фазного дроту, вимикачі та перемикачі переносних електроприймачів – на самих електроприймачах або в електропроводці, прокладеній нерухомо. Вимикачі та інші установчі апарати, що розміщуються поза будівлями, а також у приміщеннях зі шкідливим впливом середовища на контакти або ізоляцію (сирі, запилені тощо), повинні бути захищені від шкідливого впливу середовища або мати відповідне цим умовам виконання. У цих випадках рекомендується також вимикачі та апарати виносити у суміжні приміщення, де умови навколишнього середовища не надають шкідливого впливу. Вимикачі світильників, призначених для освітлення входів у будівлю, повинні бути брызкозахищеного виконання і встановлюватися зовні біля входу в будівлю таким чином, щоб введення дротів у вимикач здійснювалося знизу. Встановлення вимикачів відкритого виконання поза електротехнічними конструкціями без захисних кожухів забороняється.

Особливі вимоги пред'являються до конструкції та приєднання до мережі ручних світильників. Як ручні дозволяється застосовувати тільки спеціальні світильники заводського виготовлення, що виключають можливість дотику до струмовідних частин. Ручний світильник повинен мати захисну сітку для захисту лампи від механічних пошкоджень, пристрій для підвіски та відбивач світлового потоку. Підключення ручних світильників напругою до 42 В до знижуючого трансформатора слід виконувати шланговим дротом (кабелем) наглухо або за допомогою штепсельної вилки. В останньому випадку на корпусі трансформатора має бути передбачена відповідна штепсельна розетка. Для приєднання ручних світильників необхідно застосовувати шлангові дроти (кабелі) з мідними жилами перетином не менше 0,75 мм². Забороняється використання стаціонарних світильників як ручні.

Обслуговування та ремонт установок електричного освітлення, у тому числі заміну ламп, що перегоріли, повинен проводити електротехнічний персонал з групою з електробезпеки не нижче III. Чистити арматуру та замінювати лампи слід при знятій напрузі, як правило, в денний час. Ремонт мереж та установок освітлення також повинні проводитися лише за знятої напруги.

При висоті підвісу світильників до 5 м допускається обслуговування з приставних драбин не менше ніж двома особами. При більшій висоті підвісу обслуговування освітлювальних пристроїв слід проводити за допомогою спеціальних пересувних пристроїв.

У процесі експлуатації установок електричного освітлення слід особливу

увагу приділяти контролю над станом ізоляції освітлювальних мереж та дротів у місцях введення у світильники, перевіряти надійність їх кріплення, стан контактних затискачів та занулення (заземлення). Не рідше 1 разу на рік слід перевіряти стан ізоляції всіх освітлювальних мереж стаціонарного загального та місцевого освітлення будівельних майданчиків. Цей опір, вимірний мегаомметром на напругу 1000 В при вивернутих лампах і увімкнених вимикачах, повинен бути не менше 0,5 МОм.

Опір ізоляції ручних світильників та знижуючих трансформаторів слід перевіряти не рідше одного разу на 6 місяців, воно має бути не менше 0,5 МОм.

Корпуси світильників при заземленій нейтралі джерела живлення слід заземлювати наступним чином:

- при відкритій прокладці за постійною схемою дротів – гнучкими перемичками між заземлюючим контактом світильника та нульовим дротом (перемички з нульовим дротом з'єднуються на найближчій до світильника нерухомій опорі);
- при прокладанні ізольованих захисних дротів у сталевих трубах, введених в корпус світильника з нульовим дротом (безпосередньо у світильнику).

Для приєднання освітлювальної арматури до заземлювальної мережі її металевий корпус повинен бути забезпечений затискними пристроями з гвинтом діаметром не менше 8 мм.

При установці прожектора на металевій опорі її необхідно заземлювати, а при установці прожектора на дерев'яній опорі на порівняно доступній із землі висоті слід заземлювати корпус прожектора. Безпека експлуатації прожекторів та освітлювальної арматури надійніша за додаткової ізоляції місць введення дротів. Це виключає можливість перетирання ізоляції дротів живлення під час вітру і з'єднання оголеного дроту з арматурою чи корпусом прожектора.

При користуванні штепсельними розетками та вилками повинні дотримуватися правил технічної експлуатації (ПТЕ) та безпеки (ПТБ) під час експлуатації електроустановок споживачів. Наприклад, штепсельні розетки на 12-36 В повинні відрізнятися від розеток на 127-220 В, а вилки на 12-36 В не повинні підходити до розеток на 127-220 В. Розетка повинна приєднуватися до мережі, а вилка – до світильника.

Застосовувати перехідні вилки та штепсельні розетки, що мають більше двох напрямків, забороняється. Конструкція штепсельних розеток і вилок повинна бути такою, щоб не можна було вставити в розетку лише один полюс двополюсноївилки, а також один або два полюси триполюсноївилки.

При влаштуванні освітлення фазовий дріт слід приєднувати до

контактного гвинта, нульовий – до нарізної частини патрона (це не відноситься до переносних світильників напругою 12 і 36 В), а дріт від мережі – до контактної частини запобіжника (до нарізної не допускається).

При улаштуванні котлованів слід користуватися переносними світильниками з лампами на 12 В.

Забороняється проводити заміну лампи при увімкненій мережі без діелектричних рукавичок та встановлювати лампи потужністю, що не відповідає типу прожекторів та освітлювальної арматури.

У період кладки або монтажу будівель не можна користуватися незаземленими переносними стійками з лампами напругою 220 В. Третя жила має бути заземлюючою.

1.10.7. Електропостачання будівельних майданчиків

Будівельні майданчики забезпечуються електричним струмом переважно від трансформаторної підстанції з силовим трансформатором 320-560 кВА. Від низьковольтного щита за допомогою повітряного або кабельного виведення струм підводиться до головної пересувної електрощитової, від якої через електростояки, що встановлюються в сходових клітинах за тимчасовою схемою електропостачання – усім споживачам (рис. 1.61). Споживачі підключаються за допомогою щитків живлення через рубильники розриву, запобіжники та роз'єми.

Будівельні майданчики освітлюються інвентарними телескопічними прожекторними вежами, які дозволяють встановлювати прожектори на необхідну висоту та легко транспортуються (рис. 1.62). Освітленість визначається розрахунком і наводиться у проекті виконання робіт (табл. 1.36).

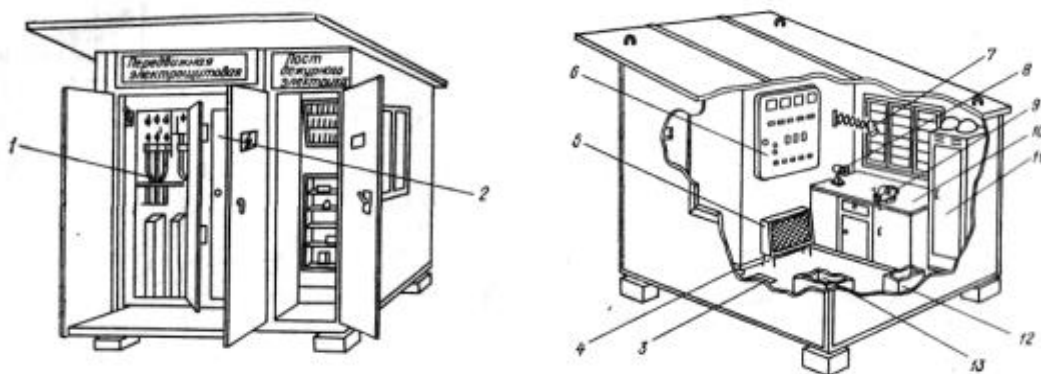


Рис. 1.61. Пересувна електрощитова з постом чергового електрика:

1 – конденсаторна панель введення; 2 – панельний щит типу 1-ЩО-59-3; 3 – столик, що складається; 4 – стілець, що складається; 5 – коаксіальний теплогенератор; 6 – приладовий щит; 7 – світильник місцевого освітлення; 8 – електроточило; 9 – слюсарні лежача; 10 – слюсарний верстат; 11 – шафа для матеріалів та індивідуальних засобів захисту; 12 – шафа для приладів; 13 – шафа для спецодягу

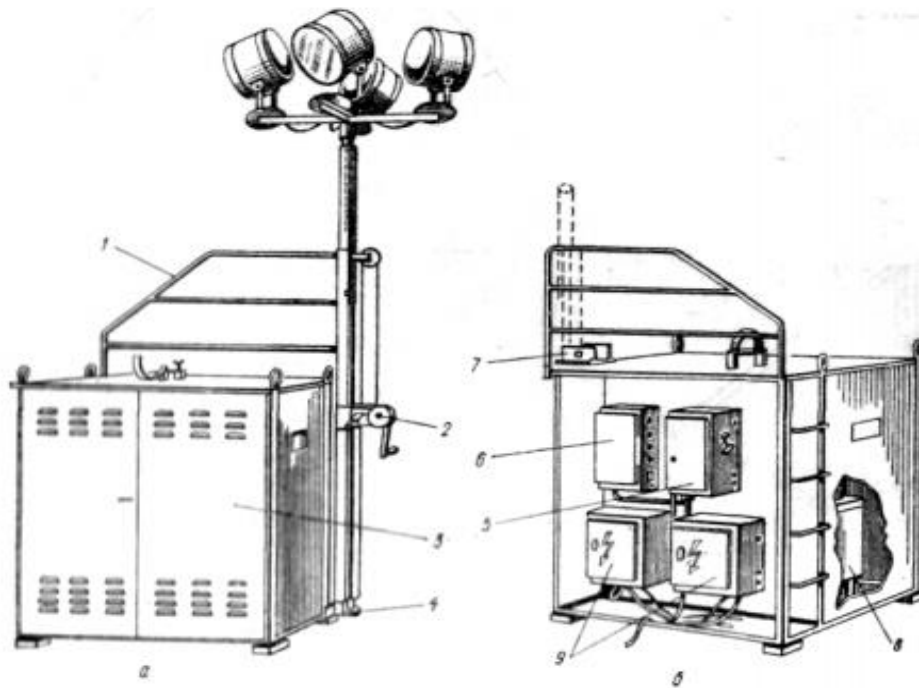


Рис. 1.62. Телескопічна прожекторна вежа:
 а - загальний вигляд; б - розташування зварювального трансформатора та приладів;
 1 – огорожа; 2 – лебідка; 3 – контейнер; 4 – хомут для закріплення щогли; 5 – рубильник
 введення; 6 – щит електростояка; 7 – вісь обертання щогли; 8 – зварювальний
 трансформатор; 9 – вимикаючі пристрої холостого ходу зварювального трансформатора

Таблиця 1.36

**Норми освітленості для будівельних майданчиків, ділянок робіт та робочих місць
 (за ДСТУ Б А.3.2-15:2011)**

Ділянки будівельних майданчиків і робіт		Найменша освітленість, Лк	Площина, у якій нормується освітлення	Рівень поверхні, на якій нормується освітлення
<i>1</i>		<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
автомобільні дороги на будівельному майданчику		2	горизонтальна	на рівні проїжджої частини
залізничні колії на будівельних майданчиках		0,5	горизонтальна	на поверхні головки рейок
дорожні роботи	улаштування основ під дорожнє покриття	10	горизонтальна	на рівні землі
	улаштування дорожніх покриттів; укладання залізничних і підкранових колій	30	горизонтальна	на рівні землі
навантаження, установка, підйом, розвантаження устаткування будівельних конструкцій, деталей і матеріалів вантажопідйомними кранами		10	горизонтальна	на майданчиках прийому й подачі устаткування, конструкцій, деталей і матеріалів
		10	вертикальна	на гаках крана в усіх його положеннях з боку машиніста

1		2	3	4
складання й монтаж будівельних і вантажо-підйомних механізмів	складання із пригоном частин (валів, вкладишів, підшипників), різні види регулювання, зміна деталей тощо	50	горизонтальна	усією висотою складання
	монтаж передатних рухливих частин (ланцюгів, тросів, блоків)	30	горизонтальна	усією висотою складання
		30	вертикальна	усіма рівнями, де виконується монтаж
роботи усередині технологічного устаткування, ємностей, резервуарів, бункерів, апаратів колонного типу тощо		30*	вертикальна	усіма рівнями виконання роботи
земельні роботи, виконані сухим способом землерийними й іншими механізмами, крім улаштування траншей і планування		10	вертикальна	усією висотою вибою й усією висотою розвантаження (з боку машиніста)
		5	горизонтальна	
улаштування траншей для фундаментів, комунікацій тощо		10	горизонтальна	на рівні дна траншеї
		10	вертикальна	усією висотою траншеї
розробка ґрунту бульдозерами, скрепами, котками тощо		10	горизонтальна	на рівнях оброблюваних майданчиків
земельні роботи, виконані наливним способом	улаштування естакад, укладання й монтаж пульпопровода	10	горизонтальна	на рівні землі й верху естакади
	наземний пульпопровід (при його експлуатації в період будівництва)	0,5	горизонтальна	на рівні верху естакади. Для нічного огляду, ремонту пульпопровода слід використовувати переносні або пересувні освітлювальні засоби
	плавучий пульпопровід (при його експлуатації)	3	горизонтальна	на шляху проходження обслуговуючого персоналу
	фреза земснаряда (при її огляді)	30	вертикальна	на рівні фрези земснаряда
	місток земснаряда	2	горизонтальна	на рівні містка
	карта наміву (зона наміву)	2	горизонтальна	на рівні верху карти наміву

1		2	3	4
	зливний колодязь	10	вертикальна	на верхньому краї колодязя й будь-якої площини з двох протилежних сторін
бурові роботи, забивання паль		10	вертикальна	усією висотою виїмки або палі
монтаж конструкцій сталевих, залізобетонних й дерев'яних (каркаси будинків, мости, естакади, ферми, балки тощо)		30	горизонтальна	усією висотою складання
		30	вертикальна	усією висотою складання
місця розвантаження, навантаження й складування заготовленої арматури при проведенні бетонних і залізобетонних робіт		2	горизонтальна й вертикальна	на рівні землі. Освітлення нормується без урахування дії освітлювальних приладів, установлених на кранах і машинах
		2	вертикальна	усією висотою арматури, що складується
стаціонарні зварювальні апарати, механічні ножиці, згинальні верстати для заготівлі арматури		50	горизонтальна	на рівні робочих поверхонь
складання арматури (стикування, зварювання, в'язання каркасів тощо)		30	горизонтальна	на рівні землі або робочої поверхні
		30	вертикальна	усією висотою виконання робіт
установка опалубки, риштувань і огорож		30	горизонтальна	на всіх рівнях опалубки, риштувань і огорож
		30	вертикальна	на всіх рівнях опалубки, риштувань і огорож
бетонування	колон, балок, плит покриттів, мостових конструкцій тощо	30	горизонтальна	на поверхні бетону
	великих масивів (бетонування укосів земляних гребель тощо)	10	горизонтальна	на поверхні бетону
підходи до робочих місць (сходи, риштування тощо)		5	горизонтальна	на опалубка, майданчиках і підходах
пилорами, маятникові пилки, деревообробні верстати		50	горизонтальна	на рівні робочої поверхні

1		2	3	4
роботи із улаштування підлог	улаштування піщаних, щебневих, гравійних, глинобетонних, бетонних і асфальтобетонних підстильних шарів	30	горизонтальна	на рівні підлоги в зоні робіт
	улаштування земляних, щебневих, гравійних, глинобитних і брукових покриттів із брущатки	50	горизонтальна	на рівні підлоги в зоні робіт
	улаштування асфальтобетонних, цегляних, дощатих, бетонних, мозаїчних, цементно-піщаних, металоцементних, кислорітних покриттів і покриттів із плиток, настил паркету й лінолеуму	50	горизонтальна	на рівні підлоги в зоні робіт
покрівельні роботи		30	горизонтальна	у площині покрівлі
		30	похила	у площині покрівлі
роботи з гідроізоляції й теплоізоляції	на будівельних майданчиках та підприємствах різних галузей промисловості	30	горизонтальна	на рівні робочої поверхні
	окремих деталей, конструкцій (трубопроводи тощо)	30	вертикальна	на рівні робочої поверхні
		50	горизонтальна	на рівні робочої поверхні
штукатурні роботи	у приміщеннях	50	горизонтальна	на всіх рівнях робочої поверхні
		50	вертикальна	на всіх рівнях робочої поверхні
	просто неба	30	вертикальна	на всіх рівнях робочої поверхні
		30	горизонтальна	на всіх рівнях робочої поверхні
скляні роботи		75	вертикальна	на всіх рівнях робочої поверхні

1		2	3	4
складання (виготовлення) санітарно-технічного устаткування й кабін для систем водопроводу, каналізації, опалення, газопроводу й гарячого водопостачання		50	горизонтальна	на робочій поверхні
		50	вертикальна	на робочій поверхні
підготовка до монтажу (розмітка, пробивання проходів) і монтаж електропроводки		30	вертикальна	на всіх рівнях виконання робіт
оброблення низьковольтних і високовольтних кабелів, монтаж виводів і муфт, монтаж високовольтного устаткування й схем вторинної комунікації		100	горизонтальна	на всіх рівнях виконання робіт
		100	вертикальна	при монтажі електроустаткування на відкритих просторах освітлення може бути знижене до 50 лк
установка електричних приладів, освітлювальної арматури тощо	у будинках	50	вертикальна	по всій висоті встановлюваного устаткування
	просто неба	30	вертикальна	усією висотою встановлюваного устаткування
роботи зі спорудження тунелів**	призабійна ділянка (бури вибухові роботи й навантаження породи)	30	вертикальна	на рівні підшви вибою, на поверхні розроблювальної породи. При довжині тунелю понад 150 м освітлення підвищується до 50 лк
		10	горизонтальна	на рівні голови рейок
	зарядка шпурів, монтаж підривної мережі, огляд вибою після вибуху	100	горизонтальна	на рівні прокладки мережі
	спорудження постійної обробки тунелю	30	вертикальна	на поверхні бічних стін тунелю й зводу
	ділянка готового тунелю	2	горизонтальна	на рівні головки рейок
робоча площадка кар'єру	кар'єр	2	горизонтальна	на рівні робочого майданчика
	бурові роботи	10	вертикальна	усією висотою майданчика

1		2	3	4
	вибій	10	вертикальна	на рівні підшви вибою
		5	горизонтальна	на рівні підшви вибою
приміщення для зберігання сипучих матеріалів (цементу, гупсу) і громіздких предметів		5	горизонтальна	на рівні підлоги

1.11. Пожежна безпека від електрообладнання та заходи щодо її попередження

1.11.1. Пожежна безпека від електричних мереж та заходи щодо її попередження

Електричні мережі небезпечні у пожежному відношенні, через те що вони складаються з багатьох розгалужених дротів і кабелів, маючи значну протяжність. Дроти електричних мереж часто стикаються з горючими матеріалами і частинами будівель та споруд. Крім того, несправності у розгалужених електричних мережах великої напруженості часто залишаються непоміченими очами навіть найдосвідченішого експлуатаційного персоналу.

Горючими матеріалами на дротах та кабелях є їх ізоляція, що складається звичайно з речовин органічного походження: паперу, шару гуми, бавовняного обплетення, просиченого ізолюючими смолами, лаками, парафіном та іншими горючими речовинами.

Найчастіше пожежна безпека в електричних мережах викликана короткими замиканнями. Під коротким замиканням розуміють таке явище, при якому які-небудь точки різних фаз електричної мережі з'єднують між собою через досить малий опір, яке не відповідає нормальним умовам праці. Воно відбувається або при безпосередньому з'єднанні дротів фаз, внаслідок порушення їх ізоляції, або через металеві предмети (труби, дахи, балки тощо). В установках із заземленою нейтраллю коротке замикання може виникнути внаслідок з'єднання фаз із землею. При цьому опір у місці замикання наближається до нуля, а струм – до безмежності.

Головними причинами, що викликають короткі замикання в електричних мережах, виявляються:

1. Неправильний монтаж електричних мереж, тобто використання дротів з ізоляцією, що не відповідає характеру приміщення або його виробничим та іншим особливостям.

У пожежонебезпечних приміщеннях усіх класів, як правило, повинні використовуватись захисні види електропроводок. Однак допускається відкрите прокладання ізольованих дротів на ізоляторах.

У пожежонебезпечних приміщеннях використання дротів та кабелів з алюмінієвими жилами допускається у силових та освітлювальних мережах при умові виконання їх з'єднань та кінцівок за допомогою зварювання, паяння та обпресування. Ізоляція дротів для усіх перерахованих вище видів електропроводок має бути на напругу не нижче 500 В.

2. Відсутність систематичного контролю за станом електричних мереж. Відомо, що ізоляція дротів та кабелів із плином часу старіє та руйнується, оголюється їх металева частина.

У процесі експлуатації електричних мереж порушуються кріплення дротів у освітлювальних арматурах та електронагрівальних приладах, що також призводить до короткого замикання.

Для попередження пожежної небезпеки електричних мереж від коротких замикань рекомендують такі заходи:

- перевірка відповідності монтажу електричних мереж вимогам ПУЕ;
- систематичний контроль стану всіх елементів електричних мереж: дротів, кабелів, запобігачів і т.д. та відповідність їх вимогам ПУЕ та ПТЕ;
- регулярний нагляд за станом ізоляції електричних мереж, що міститься у своєчасному виявленні та усуненні місць з пошкодженою ізоляцією на дротах та кабелях;
- улаштування в електричних мережах вірно вибраного захисту, запобігачі повинні бути вибрані згідно з перерізом захищаємих ними дротів та кабелів.

Досить розповсюдженою причиною виникнення пожежної небезпеки від електричних мереж є струмове перевантаження дротів та кабелів. Взагалі кажучи, коротке замикання можна віднести до важкого випадку перевантаження дротів. Саме перевантаженням називають таке явище, при якому у дротах виникає сила струму, яка перевищує нормально допустиму величину, встановлену для дротів даного перерізу проектним розрахунком.

Основними причинами, які викликають перевантаження дротів мережі, є:

- неправильний вибір перерізів дротів та кабелів, в результаті чого у наявності невідповідність їх перерізів величині струму навантаження;
- вмикання в існуючу мережу додаткових споживачів струму без відповідного збільшення перерізів живлячих дротів та кабелів;
- витік струму через пошкоджену ізоляцію.

Для попередження пожежної небезпеки від перевантаження дротів і кабелів необхідно вживати такі заходи:

- регулярно проводити вимірювання струму навантаження (за допомогою струмовимірювальних кліщів Ц-30, Ц-90), тим самим своєчасно знаходити перевантаження дротів та кабелів;
- вимкнути «зайвих» споживачів з електричної мережі або замінити перевантажені дроти дротами великого перерізу;
- переходити на підвищену робочу напругу при тому ж перерізі дротів електричної мережі, якщо їх ізоляція задовільняє встановленим нормам;
- встановлювати в електричній мережі вірно вибрані запобігачі, які при виникненні перевантаження дротів, небезпечного в пожежному відношенні, вимикають споживачів, а значить, і перевантажену ділянку;
- систематично контролювати рівень ізоляції у працюючих електричних мережах.

Інколи займання ізоляції дротів та кабелів відбувається внаслідок виникнення великих перехідних опорів на окремих ділянках мережі. Під перехідним опором розуміють опір, який виник у місцях переходу струму між двома контактними поверхнями.

Для попередження пожежної небезпеки внаслідок великих перехідних опорів необхідно застосовувати такі заходи:

- регулярно проводити вимірювання перехідних опорів контактних з'єднань за допомогою універсальної вимірювальної штанги, особливо необхідно звертати увагу на паяння наконечників (однопроволочні дроти перерізом до 10 мм², а багатопроволочні дроти перерізом до 2,5 мм² з'єднують з апаратурою без наконечників);
- слід пам'ятати, що алюмінієві дроти з'єднуються між собою за допомогою зварювання або паяння, тому що перехідний опір окисленої поверхні великий.

1.11.2. Пожежна небезпека від силових трансформаторів та заходи щодо її попередження

За способом охолодження трансформатори поділяються на сухі та масляні. В сухих трансформаторах охолодження проводиться повітрям, а горючим матеріалом є лише тверда ізоляція: паперово-бакелітові циліндри, паперова та бавовняна ізоляція обмоток, просочених лаками.

Більша частина силових трансформаторів є масляними, де охолоджуючим та ізолюючим середовищем є поряд з перерахованою ізоляцією і

трансформаторне мастило. Охолодження може бути примусовим та природнім.

Завдяки добрим електрозахисним властивостям та доступності трансформаторного мастила його широко використовують не тільки у трансформаторах, але також у вимикачах, реакторах, реостатах, конденсаторах, кабелях.

При використанні в якості охолоджуючого та ізолюючого середовища трансформаторного мастила збільшується пожежна небезпека, тому що мастило добре горить (температура спалаху парів мастила 130 °C), а пари його з повітрям запалюються під впливом іскор та електричної дуги.

З точки зору пожежної небезпеки:

- трансформаторне мастило схильне до старіння;
- продукти старіння знижують ізолюючі властивості мастила;
- трансформаторне мастило інтенсивно поглинає гази, при контакті з повітрям мастило окислюється, знижуючи свою електричну міцність;
- при високій температурі трансформаторне мастило розпадається на газоподібні складові (крекінг-процес), які з повітрям утворюють вибухонебезпечні суміші;
- трансформаторне мастило досить гігроскопічне, що також знижує його електричну міцність, останнє призводить до пробою, тому в експлуатації слід стежити за герметизацією баків трансформаторів та постачати ним адсорбери.

Зараз починають широко використовувати у спеціальних трансформаторах нове рідке ізолююче та охолоджуюче середовище, позбуте багатьох вищевказаних недоліків. У ролі такого середовища використовують СОВТОЛ, який порівняно з трансформаторним мастилом досить слабо окислюється (хімічно стійкий), майже негігроскопічний, досить вогнестійкий та має велику електричну міцність. Однак СОВТОЛ певним чином токсичний, тому при експлуатації трансформаторів, заповнених ним, необхідно бути обережним.

Перегрів і займання ізоляції трансформаторів виникають при таких аварійних явищах:

1. *Поміжвиткове коротке замикання.* При цьому замикається декілька витків один з одним, утворюючи коло з досить малим, електричним опором, що призводить до перегріву. Якщо поміжвиткове замикання триває довго, то в результаті високої температури відбувається розкладання мастила. Останнє може призвести до запалювання.

Причинами поміжвиткових коротких замикань є:

- погана якість виконання міжвиткової ізоляції заводом-виготовником;
- наявність задирок на обмоточних дротах;
- тривалі перевантаження силових трансформаторів.

2. *Великий перехідний опір.* Це явище часто зустрічається у місцях сполучень дротів, відводів і т.д. У цьому випадку навколо місць з великим перехідним опором в результаті підвищення температури починається термічне розкладання мастила на газоподібні продукти (крекінг-процес), які, піднімаючись, потрапляють у газове реле і впливають на вимикаючі кола приводу, тобто підлеглий трансформатор вимикається. У силових трансформаторах без газового реле розкладання мастила часто приводить до важких наслідків.

3. *«Пожежа сталі» магнітопроводу.* Це явище зводиться до нагріву сталі вихровими струмами, внаслідок порушення ізоляції між листами магнітопроводу, між магнітопроводом та стягуючою шпилькою.

4. *Внутрішні перекриття зі створенням електричної дуги в мастилі.* Перекриття можуть бути між обмотками вищої та нижньої напруги, між обмотками і корпусом трансформатора. Вони виникають при зниженні електричної міцності металу, при атомосферних і комутаційних перенапруженнях. На внутрішні перекриття, як правило, реагує газовий захист, який своєчасно вимикає силовий трансформатор з мережі.

З інших причин, що викликають небезпечні нагриви у трансформаторах, слід відмітити зниження рівня мастила в баках. Тому при експлуатації силових трансформаторів необхідно звертати увагу на температуру охолоджуючого середовища та рівень його в баках.

Заходи попередження пожежної небезпеки від силових трансформаторів поділяють на дві групи.

До першої групи відносять: раціональне розміщення трансформаторів, відповідне обладнання трансформаторних приміщень згідно ПУЕ, вибір засобів для гасіння пожеж і т.п.

До другої групи відносять обладнання силових трансформаторів відповідним захистом та запобіжними пристроями:

- газовий захист;
- прилади теплового контролю;
- вихлопна труба;
- пробивний запобігач.

Газовий захист. Одним з важливих засобів протипожежного захисту у силових трансформаторах та інших мастилонаповнених апаратах є газовий

захист, реагуючий на усі внутрішні пошкодження, що супроводжуються виділенням газів, та на зниження рівня мастила.

При внутрішніх, навіть самих незначних, пошкодженнях у трансформаторі відбувається виділення газоподібних продуктів, розкладання мастила або органічної ізоляції, чим забезпечується дія газового захисту майже з самого початку виникнення пошкодження. У деяких випадках небезпечних внутрішніх пошкоджень трансформаторів диференційний захист не приходить у дію, а діє тільки захист газовий, виявляючись, через це більш ефективним.

На сьогодні широке розповсюдження мають газові реле типу ПГ-22, ПГЗ-22, РГ та ін. Корпус газового реле встановлюється у трубопроводі, що з'єднує бак трансформатора з розширювачем. У газовому реле є два поплавки з ртутними замкачами. При падінні мастила до рівня першого поплавка контакти 3-4 замикаються (рис. 1.63) і сповіщають світловою та звуковою сигналізацією про потенційну небезпеку. При подальшому розвитку аварії рівень мастила

падає до першого поплавка, замикаються контакти 1-2 і подається сигнал на спрацювання проміжкового реле РП, яке подає команду на вимикання пошкодженого силового трансформатора. Газовий захист обладнують на силових трансформаторах потужністю більше 560 кВА.

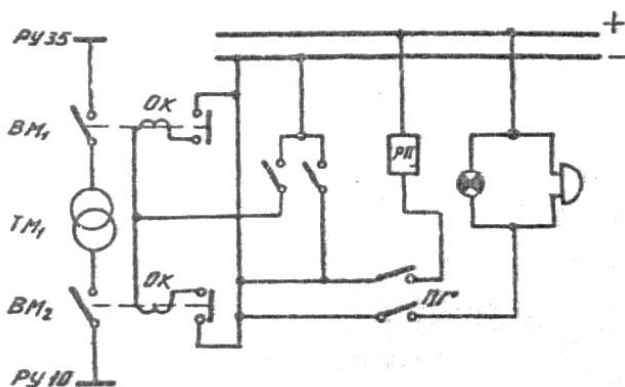


Рис. 1.63. Газовий захист

Вихлопна запобіжна труба. Вона встановлюється на силових трансформаторах потужністю більше 1000 кВА і запобігає руйнуванню баку у випадку різкого росту тиску в баці трансформатора, в результаті виділення газів при термічному розкладанні мастила.

Запобіжна труба представляє сталевий циліндр довжиною 950-1300 мм і діаметром 15-250 мм. Вона сполучається з баком трансформатора і розташована на його кришці трохи під укладом до горизонту. Кінець труби закритий скляною платівкою. Бак трансформатора розраховується на тиск $0,5 \text{ кг/см}^2$. При підвищенні тиску платівка руйнується і гази викидаються зсередини.

Прилади теплового контролю. Вони служать для визначення температури верхніх шарів мастила. Ізоляція класу А допускає граничну температуру $105 \text{ }^\circ\text{C}$, однак

при цьому трансформатор працює обмежений час (3-5 років замість 20-25 років).

Тому гранично допустима робоча температура найбільш нагрітої частини не повинна перевищувати 90-95 °С. Середня ж температура обмоток має бути не вище 80 °С; для мастила ж – 60 °С. Збільшення температури мастила вище 95 °С вважають аварійним станом, тому встановлення приладів, що контролюють температуру мастила трансформатора, є обов'язковим.

Усі трансформатори потужністю до 1000 кВА обладнують ртутними термометрами, а трансформатори з більш високою потужністю обладнуються термометричними сигналізаторами або дистанційними термометрами опору.

Пробивний запобігач. Пробій ізоляції, пов'язаний з переходом вищої напруги у бік низшої, є небезпечним. Для зменшення цієї небезпеки у нейтраль 0,4 кВ відносно землі вмикають пробивний запобігач (рис. 1.64).

Він складається з двох металічних дисків, ізольованих один від одного тонкою слюдяною платівкою з отворами. Один з дисків має безпосереднє з'єднання з нейтраллю або фазною обмоткою трансформатора (мережі); другий диск з'єднується безпосередньо із заземлюючим пристроєм установки.

У нормальних умовах мережа працює з ізольованою нейтраллю. У випадку переходу

вищої напруги у мережу низшої напруги при виникненні на диску пробивного запобігача достатнього потенціалу (300-500 В) відбудеться пробій повітряного зазору між дисками через отвори у слюдяній платівці. Мережа опиниться заземленою, і установка автоматично вимкнеться з боку вищої напруги.

Крім того, силові трансформатори обладнують захистом від перевантаження як з боку до 1000 В (плавкі вставки), так і з боку вище 1000 В (запобігачі типу ПК або максимально-струмовий захист).

1.11.3. Пожежна небезпека від генераторів, електродвигунів та заходи щодо її попередження

При експлуатації генераторів та електродвигунів можливе виникнення небезпечних нагрівів ізоляції обмоток, внаслідок чого вона обвуглюється, а інколи і запалюється.

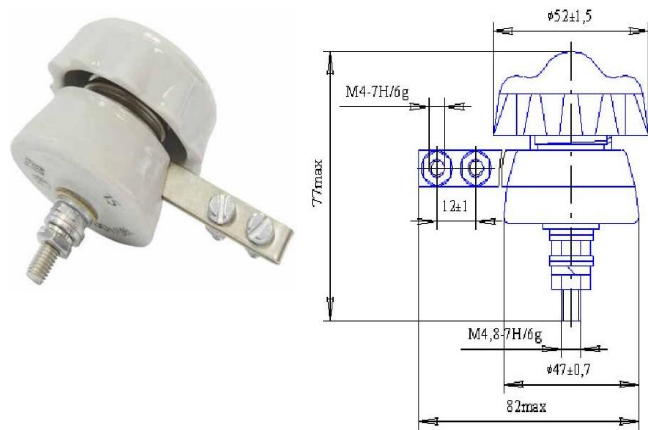


Рис. 1.64. Пробивний запобігач

Причинами займання ізоляції обмоток та оточуючих матеріалів можуть служити також сильні іскріння у колекторі, електричні дуги, що виникають в результаті аварійних явищ в електричних машинах, що обертаються.

Коротке замикання. Воно може відбутись як у зовнішньому колі, так і в обмотках генераторів та електродвигунів, внаслідок комутаційних, атмосферних перенапружень або теплового старіння ізоляції. Це призводить до перегріву обмоток і запалювання ізоляції.

Пробій ізоляції. Він представляє собою електричне руйнування ізоляції із створенням наскрізь проводячих каналів. Пробій найбільш поширений у високовольтних електричних машинах. Як правило, він супроводжується коротким замиканням між витками обмотки або замиканням обмотки на корпус, а інколи призводить до міжфазного замикання. У місці пробією може виникнути потужна електрична дуга, яка часто призводить до запалювання ізоляції.

Перевантаження електричних машин. Тривалі пеперевантаження електричних машин викликають сильний нагрів обмотки, що призводить до запалювання ізоляції.

Великі перехідні опори, що виникають у місцях погано виконаних з'єднань секцій обмоток, а також в інших місцях, призводять до місцевих нагрівів і, як наслідок, до пожеж в електричних машинах.

Сильні іскріння, що виникають на колекторі електричної машини постійного струму, представляють реальну пожежну небезпеку при знаходженні поблизу легко запалюємих матеріалів. Замикання у якорі, і як наслідок порушення струморозподілу, забруднення колектору, неправильний вибір щіток також створюють пожежну небезпеку від електричних машин.

Заїдання валу в електричних двигунах виникає внаслідок псування підшипників. Це аварійне явище найчастіше спостерігають у двигунах. Внаслідок поганого піклування за підшипниками шейка валу та втулка розігріваються, це викликає великі сили тріння, та ротор гальмується. Якщо в момент зупинки ротора не зупинити постачання струму на електродвигун (режим короткого замикання), то більша частина електричної енергії перетворюється на тепло. Це створює реальну пожежну небезпеку від електродвигунів.

Пожежну небезпеку можуть створювати також пускові та регулюючі електричні апарати, тому їх тип повинен відповідати характеру приміщення згідно ПУЕ, а нагляд в експлуатації здійснювати згідно ПТЕ.

До заходів, що попереджають небезпечні нагриви, які виникають при

коротких замиканнях, перевантаженнях та інших зовнішніх явищах електричних машин, відносять такі:

1. Обладнання генераторів та електродвигунів відповідним релейним захистом. Релейний захист, реагуючи на підвищення струму в обмотках генератору або у відходячій від нього лінії, вимикає генератор від зовнішнього середовища, у якому відбулося коротке замикання. При короткому замиканні всередині генератору релейний захист вимикає пошкоджений генератор від зовнішньої мережі, на яку він працював. При наявності перевантаження релейний захист повинен спрацьовувати на сигнал (звуковий або світловий). Останнє дозволяє обслуговуючому персоналу вимкнути частину споживачів.

У генераторів потужністю більше 1250 кВА пристрої релейного захисту повинні попереджати аварійні явища від таких видів пошкоджень та ненормальних режимів роботи:

- замикання на землю (або на корпус);
- міжфазні короткі замикання;
- поміжвиткові короткі замикання;
- перевантаження або короткі замикання у зовнішній мережі;
- замикання на землю у колі збудження генератора.

Зі зменшенням потужності генераторів система релейного захисту спрощується. Електричні машини малої потужності напругою до 1000 В захищають від коротких замикань, перевантажень та інших аварійних явищ плавкими вставками, автоматами.

2. Застосування температурних аналізаторів. За їх допомогою подається інформація: на головний щит про підвищення температури всередині генераторів та електродвигунів великої потужності. В якості температурних сигналізаторів можуть з успіхом використовуватись термопари, що закладаються у пази електричних машин.

Температурні сигналізатори незамінні для попередження такого аварійного стану, як «пожежа заліза» (нагрів сердечнику статора вихровими струмами); бо релейний захист на це не реагує. Воно спостерігається при відсутності ізоляції між листами та стягуючими їх болтами.

3. Здійснення замкнутої системи охолоджень як генераторів, так і електродвигунів. Це сприяє швидкій ліквідації пожеж у випадках загоряння ізоляції обмоток, тому що приплив свіжого повітря неможливий. У генераторах великої потужності (більше 50 000 кВА) застосовують водневе охолодження. Водень не підтримує горіння, тому він легко усуває виникнення пожежі. Але при охолодженні воднем виникають деякі труднощі у відношенні

забезпечення їх вибухобезпечності, тому корпуси таких електричних машин роблять газонепроникними, а всередині корпуси підтримують надмірний тиск. Останнє усуває проникнення повітря всередину корпусу генератора і виключає вибухи при випадкових іскріннях та небезпечних перегрівках обмоток.

Поряд з вживанням вищевказаних протипожежних заходів стаціонарно встановлені електричні машини, як з частинами, що іскрять, так і не іскрять згідно умов праці, повинні мати такі виконання.

У приміщеннях класу П-І – брызкозахищене, закрите, закрите, яке провітрюється.

У приміщеннях класу Пз-П – закрите, закрите, яке провітрюється, а також ті, що провітрюється із замкнутим циклом охолодження.

У приміщеннях класу П-ПА – захищене. У зовнішніх установках класу П-Ш – закрите або закрите, яке провітрюється.

Електрифікований переносний інструмент у приміщеннях усіх класів і у зовнішніх установках має бути у закритому або захищеному виконанні.

1.11.4. Пожежна безпека від масляних вимикачів та заходи щодо її попередження

При розмиканні контактів, якими тече великий струм, у повітрі може виникнути електрична дуга, яка довго горітиме. Остання супроводжується такими умовами:

- високою температурою (до 10 000 °С) і, як наслідок, розплавлення контактів;
- порушення ізоляції основ контактів.

Для ліквідації електричної дуги необхідне її швидке охолодження (високий тиск) та поділ на частини. У мережах високої напруги та великої потужності набули широкого застосування масляні вимикачі (ВМ), спроможні створювати умови охолодження, високого тиску та поділу дуги на частини.

Розрізняють масляні вимикачі багатооб'ємні (МВ-16) та малооб'ємні (ВМГ-133, ВМП, МКП тощо).

У малооб'ємних вимикачах пожежну безпеку майже повністю виключено, тому що мастило використовується тільки для гасіння дуги у невеликій кількості, а конструкцію циліндрів підсилено.

Вимикачі, в основному багатооб'ємні, при відомих умовах створюють пожежну безпеку і навіть безпеку вибуху. Ці умови такі:

- недостатній шар мастила над контактами. Газові бульбашки, що виникають при гасінні дуги, проривають цей шар і утворюють з повітрям вибухонебезпечну суміш. При понадмірно великому шарі мастила над контактами газ з

більшою силою витісняють мастило нагору, що призводить до руйнування вимикача;

- несправність вимикаючого пристрою у масляному вимикачеві призводить до тривалої дуги, яка викликає активне утворення газів і підвищення тиску всередині баку вимикача;
- утворення потужних електричних дуг при досить великих струмах короткого замикання або при атмосферних перенапруженнях, що також призводить до підвищення тиску всередині баку вимикача і, як наслідок, до вибуху і займанню мастила;
- утворення внутрішніх перекриттів внаслідок атмосферних і внутрішніх перенапружень. Це є можливим завдяки низькій електричній міцності ізоляційного мастила.

Протипожежні заходи у масляних вимикачах зводяться до створення запобіжних клапанів і регулярного нагляду за станом масляних вимикачів та конструктивному їх виконанню. З цією метою необхідно проводити своєчасний регламент та попереджувальний ремонт масляних вимикачів.

1.11.5. Пожежна небезпека акумуляторних установок та заходи щодо її попередження

Пожежна та вибухова небезпека від акумуляторних установок виникає внаслідок виділення водню в процесі заряду та разряду їх. Водень створює загрозу вибуху в суміші з повітрям у дуже широкому діапазоні (4,15-75%).

Особливий вид пожежної небезпеки створює сірчана кислота, яка при контакті з органічними речовинами обуглює їх з виділенням великої кількості тепла. Тому сірчану кислоту зберігають тільки у скляному посуді.

Приміщення акумуляторних установок відносять до вибухонебезпечних, тому слід виконувати основні заходи, що попереджають пожежну небезпеку.

Приміщення акумуляторних установок повинні бути розташовані якнайближче до зарядних пристроїв та розподільного щита постійного струму і мати вентиляцію, що забезпечує віддалення випаровувань, газу і пилу.

Вхід до приміщення акумуляторних установок повинен здійснюватись через тамбур. Здійснення входу з побутових приміщень не допускається. Двері тамбура повинні відчинятися зсередини і мають бути обладнані самозамикаючими замками. На дверях повинні бути написи: «Акумуляторна», «Вогнебезпечно», «З вогнем не заходити», «Палити заборонено».

В акумуляторних приміщеннях в окремих кімнатах зберігають кислоти та приналежності для приготування електроліту.

Стіни, стеля, двері та віконні рами, вентиляційні короби, металічні конструкції повинні фарбуватися фарбою.

Приміщення акумуляторних установок обладнуються припливно-витяжною вентиляцією. При улаштуванні витяжної вентиляції вал вентилятора має бути пропущений через стіну вентиляційного коробу з ущільненим сальником. Крім того, треба вжити заходів проти утворення іскор при обертанні лопаток вентилятора.

Опалення приміщень акумуляторних установок повинно бути калориферним, при цьому постачання теплого повітря здійснюється через припливний вентиляційний канал. При улаштуванні парового або водяного опалення його треба виконувати в межах акумуляторного приміщення гладкими трубами, з'єднаних зварюванням, фланцеві стики та улаштування вентилів забороняється.

Світильники повинні мати вибухонепроникне або іскробезпечне виконання (тип НОГ-200, НОБ-300).

Ошинування акумуляторних батарей має проводитись мідними або сталевими шинами. З'єднання та відгалуження мідних шин повинні виконуватися зварюванням або паянням, сталевих – тільки зварюванням. Голі круглі шини повинні прокладатися на штирьових ізоляторах. Відстань між опорними точками шин будь-якого профілю повинна бути не більше 2 м. Ізолятори, їх арматура, деталі для кріплення шин та підтримуючі конструкції повинні бути електрично та механічно стійкими до тривалого впливу парів електроліту.

Шини постійного струму повинні бути обладнані пристроєм для постійного контролю ізоляції. Останнім часом в акумуляторних приміщеннях стали використовувати безполум'яні печі для спалювання водню типу КП-6А, які підвішують під стелею, що суттєво знижує пожежну та вибухову небезпеку акумуляторних установок.

1.11.6. Пожежна безпека при електризації та заходи щодо її попередження

Електризація ремінних передач електродвигунів. Ремінні передачі є найбільш поширеним і найбільш небезпечним джерелом статичної електрики. При русі ременів відбувається їх електризація. Статичні заряди виникають на ремені. В результаті ковзання ременя по шкиву на них виникають статичні заряди протилежних знаків. Забруднення ременя може сприяти електризації, тому що воно підсилює прилипання його до шкиву.

Подібне явище спостерігають у ременів, що натирають каніфою для підсилення тріння, що створює небезпеку пожежі та вибуху на об'єктах.

Захисні заходи від статичних зарядів можна поділити на три види:

- запобігання виникненню електростатичних зарядів;
- зниження їх до безпечних величин, при яких виникнення небезпечного іскріння неможливе;
- розсіювання зарядів, що виникли.

Перераховані заходи можуть застосовуватися в залежності від характеру електризації та умов експлуатації електродвигунів.

Захист від небезпеки електризації ремінних передач. Зменшити заряди на ременях можна такими заходами:

1. Зняттям зарядів за допомогою заземлених металевих щіток, встановлюємих у місцях збігання ременя зі шківу або застосуванням гребінок (рис. 1.65).

Металеві щітки забезпечують зняття зарядів на ременях усією протяжністю, але дуже ненадійні. Замість щіток для зняття зарядів з ременів використовують гребінки. Вони встановлюються з внутрішнього боку ременя, що рухається і торкаються його поверхні. Таким чином, гребінка є розрядним пристроєм.



Рис. 1.65. Заземлені металеві щітки

2. Збільшенням ємності системи ремінної передачі. Для збільшення ємності системи «ремінь-шків» над ременем паралельно з обох боків укріплюють дріт на відстані 15-20 см від його поверхні, який заземлюють. Природно, що збільшення ємності (розглядають системи при тому ж заряді) зменшує потенціал до безпечної величини, тобто до величини, коли іскріння буде відсутнім. Однак, порушення цієї системи (обрив дроту або з'єднання його з ременем) призводить до іскріння, тому кріплення дроту виконують дуже ретельно.

3. Змащенням ременів проводячими складами. Для попередження виникнення зарядів на ремені на його внутрішню поверхню накладають проводяче мастило. Найбільш поширеними видами мастил є такі:

- для гумових ременів – 18% сажи і 82% лаку з розчинником зі спирту і чотирьоххлористого вуглецю; попередньо перед запуском двигуна мастило

має бути просушеним;

- для шкіряних ременів – 100 см³ рідкого риб'ячого клею, 80 см³ гліцерину, 20 см³ 2%-ного двоокису амонію і 82 гр сажи; просушування мастила перед запуском двигуна не є обов'язковим;
- для шкіряних та гумових ременів – змащення ременів водним розчином хлористого кальцію у концентрації з 1,5 гр кальцію на 1 см³ води.

Ремінні передачі правильно виготовляти з проводячої гуми, щоб уникнути явища електризації. Це особливо відноситься до вибухонебезпечних приміщень.

Дуже часто для збільшення електропровідності ремінних передач їх поверхню покривають металом.

Електрометалізація є ефективним заходом для попередження електризації. Для попередження статичної електризації ременів успішно використовують загальне зволоження повітря до 80-85%. Це відноситься до пожежо- та вибухонебезпечних приміщень, де підвищена вологість допускається.

Захист від небезпеки електризації рідин. Нафтопродукти витрачаються у дуже великих кількостях всюди, тому явища електризації світлих нафтопродуктів потребують уваги тим більше, що вони представляють собою велику небезпеку.

Результати досліджень з електризації нафтопродуктів показують, що основними факторами, що впливають на інтенсивність електризації, є ізолюючі властивості нафтопродуктів (електричний опір), які залежать від їх чистоти.

Як відомо, не всі рідини однаково електризуються. Електризація відбувається тим інтенсивніше, чим вищий електричний опір рідин або чим менша їх електрична провідність. З цією метою на практиці проводять примішування до нафтопродуктів проводячих речовин.

Швидкість руху нафтопродукту суттєво впливає на інтенсивність електризації і знаходиться з нею у прямій залежності. Подача нафтопродуктів перервною струєю або з розбризкуванням сприяє більшій електризації.

Певного впливу на інтенсивність електризації набуває метал трубопроводів. У трубах із заліза спостерігають найбільшу електризацію, а у трубах зі свинця найменшу. Суттєвого впливу на ступінь електризації набувають поверхні труб, резервуарів і ін. Чим більша шорсткість поверхні резервуару, тим сильніша електризація нафтопродуктів, тому що виникають інтенсивні завихрення.

На процес електризації нафтопродуктів має вплив вологість оточуючого

повітря. При сухому повітрі електростатичні заряди, що утворюються нафтопродуктом, довше зберігаються на поверхні резервуару і сприяють виникненню на них більш високих потенціалів.

Отриманий потенціал буде мати місце у тому випадку, коли прийомний резервуар ізольовано від землі або наповнюючого резервуару. При металевому з'єднанні резервуарів або прийомного резервуару із землею заряд буде стікати на землю через опір заземлення.

Для обмеження небезпечних потенціалів, що виникають на резервуарах при зливі та наливів нафтопродуктів, опір може бути досить великим. У цьому випадку схема з'єднання заземлення резервуару має бути надійною, а в процесі експлуатації необхідно уважно стежити за її станом.

Таким чином, заземлення резервуарів є надійним засобом боротьби.

Основними заходами безпеки при роботі з нафтопродуктами є такі:

- захист від виникнення небезпечних потенціалів на резервуарах;
- захист від зливи;
- заходи з загальної пожежної безпеки.

Захист від виникнення небезпечних потенціалів на резервуарах.

Найпростішим та найнадійнішим засобом для захисту від небезпеки статичної електрики, пов'язаної з електризацією нафтопродуктів, є улаштування заземлення для безперервного відводу електростатичних зарядів у землю в процесі їх виникнення.

Наливні апарати та агрегати, трубопроводи, металеві естакади, резервуари для зберігання нафтопродуктів, металеві наконечники гумових шлангів для наливу та зливу нафтопродуктів мають бути надійно заземленими. Системи обладнання та трубопроводів повинні представляти на всьому протязі нерозривне електричне коло.

ПУЕ рекомендують виконувати опір заземлюючого пристрою, призначеного тільки для захисту від статичної електрики, не більше 100 Ом. Опір заземлюючого пристрою, призначеного як для захисту від статичної електрики, так і вторинних проявів блискавок, має бути не більше 5 Ом для об'єктів першої категорії і не більше 10 Ом для об'єктів другої категорії.

До заходів загальної пожежної безпеки відносять обладнання пристроїв з наливу та зливу нафтопродуктів сигналізацією та засобами пожежогасіння.

Розділ 2. ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧЕТНОСТІ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ ДО ВИНИКНЕННЯ ТРАВМАТИЗМУ, АВАРІЙНОСТІ ТА ПОЖЕЖ НА ВИРОБНИЦТВІ

2.1. Проведення судової інженерно-технічної експертизи

Згідно законодавства в Україні діє законодавча база при проведенні експертно-технічної діяльності.

Законодавча база експертно-технічної діяльності

В Україні діють нормативно-правові та правові акти з охорони праці. Класифікуючи нормативні правові акти за їх юридичною силою, що визначається компетенцією та становищем органу, що видав їх у загальній системі правотворчих органів держави, а також самих актів, їх розрізняють на:

- Конституцію;
- Закони;
- Підзаконні акти.

Основним нормативним актом у державі є **Конституція України** від 28.06.1996 року – основний закон держави. Цей документ має найвищу юридичну силу, тому що він визначає основні засади побудови держави, територіальну структуру та адміністративний поділ, склад та повноваження органів влади держави, а також закріплює права та свободи громадян та людини.

Закони та інші нормативно-правові акти приймаються на основі Конституції та мають їй відповідати (ст. 8 Конституції України). Норми Конституції є нормами прямої дії. Це означає, що якщо будь-який документ відповідає положенням Конституції, то для його вирішення необхідно застосовувати норми основного закону – Конституції.

Наступні за юридичною силою – міжнародні договори, ратифіковані Верховною Радою України. Відповідно до ст. 9 Конституції, чинні міжнародні договори є частиною національного законодавства та мають відповідати Конституції України. Відповідно до ст. 19 Закону України «Про міжнародні договори України» від 29.06.2004 року № 1906-IV, у разі протиріч (колізій) між положеннями міжнародного права та національним законодавством, застосовуються положення міжнародного договору України. У разі протиріч (колізій) між положеннями міжнародного права та національним

законодавством, застосовуються положення міжнародного договору України.

Регламентуючи найважливіші питання життя держави, закон є вершиною всієї системи нормативно-правових актів і має найбільшу юридичну силу.

До законів слід віднести: Закони Верховної Ради України; Декрети Кабінету Міністрів України

На підставі ст. 85 п. 3 Конституції України, ухвалення законів у нашій державі покладено на Верховну Раду України. Інші органи державної влади місцевого самоврядування не можуть видавати закони чи інші документи, рівні законам з юридичної чинності.

Кодекс України – кодифікований нормативно-правовий акт, що має статус Закону.

В Україні є також такий вид нормативних документів – Укази Президента України з економічних питань, які не врегульовані законами, але прирівнюються за юридичною силою до закону.

Закони України:

- Закон України «Про охорону праці» (від 14.10.1992 року № 2695-XII);
- Закон України «Про Національну поліцію» (від 02.07.2015 року № 580-VIII);
- Закон України «Про прокуратуру» (від 14.10.2014 року № 1697-VII);
- Закон України про місцеві державні адміністрації (від 09.04.1999 року № 586-XIV);
- Закон України «Про службу в органах місцевого самоврядування» (від 07.06.2001 року № 2493-III);
- Закон України «Про місцеве самоврядування в Україні» (від 21.05.1997 року № 280/97-ВР);
- Закон України «Про органи самоорганізації населення» (від 11.07.2001 року № 2625-III);
- Закон України «Про Службу безпеки України» (від 25.03.1992 року № 2229-XII);
- Закон України «Про адвокатуру та адвокатську діяльність» (від 05.07.2012 року № 5076-VI);
- Закон України «Про оперативно-розшукову діяльність» (від 18.02.1992 року № 2135-XII);
- Закон України «Про житлово-комунальні послуги» (від 09.11.2017 року № 2189-VIII);
- Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування» (від 23.09.1999 року № 1105-XIV);
- Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» (від 18.01.2001 року №

2245-III);

- Гірничий Закон України (від 06.10.1999 року № 1127-XIV);
- Закон України «Про поводження з вибуховими матеріалами промислового призначення» (від 23.12.2004 року № 2288-IV);
- Закон України «Про трубопровідний транспорт» (від 15.05.1996 року № 192/96-ВР);
- Закон України «Про перевезення небезпечних вантажів» (від 06.04.2000 року № 1644-III);
- Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» (від 24.02.1994 року № 4004-XII).

Кодекси України:

- Бюджетний кодекс України (від 08.07.2010 року № 2456-VI);
- Водний кодекс України (від 06.06.1995 року № 213/95-ВР);
- Повітряний кодекс України (від 19.05.2011 року № 3393-VI);
- Цивільний кодекс України (від 16.01.2003 року № 435-IV);
- Цивільний процесуальний кодекс України (від 18.03.2004 року № 1618-IV);
- Житловий кодекс Української РСР (від 30.06.1983 року № 5464-X);
- Земельний кодекс України (від 25.10.2001 року № 2768-III);
- Кодекс адміністративного судочинства України (від 06.07.2005 року № 2747-IV);
- Кодекс України про адміністративні правопорушення (від 07.12.1984 року № 8073-X);
- Кодекс законів про працю України (від 10.12.71 № 322-VIII);
- Кодекс України про надра (від 27.07.1994 року № 132/94-ВР);
- Кодекс торговельного мореплавства України (від 23.05.1995 року № 176/95-ВР);
- Лісовий кодекс України (від 21.01.1994 року № 3852-XII);
- Податковий кодекс України (від 02.12.2010 року № 2755-VI);
- Сімейний кодекс України (від 10.01.2002 року № 2947-III);
- Кримінальний кодекс України (від 05.04.2001 року № 2341-III);
- Митний кодекс України (від 13.03.2012 року № 4495-VI);
- Кримінально-виконавчий кодекс України (від 11.07.2003 року № 1129-IV);
- Кримінальний процесуальний кодекс України (від 13.04.2012 року № 4651-VI);
- Господарський кодекс України (від 16.01.2003 року № 436-IV);
- Господарський процесуальний кодекс України (від 06.11.1991 року № 1798-XII);

- Кодекс цивільного захисту України (від 02.10.2012 року № 5403-VI).

Підзаконні правові (нормативні) акти за кількістю займають найбільше місце у законодавстві України. Вони видаються органами виконавчої влади та місцевого самоврядування у розвиток законів України. Їхня мета – визначити порядок та спосіб виконання законів України. Підзаконні акти не можуть суперечити законам України. *Різниця між правовим актом (ПА) та нормативним правовим актом (НПА) полягає у наступному:*

1. *Характер застосування.* Якщо НПА є загальним, то ПА – індивідуальним.

2. *Область застосування.* ПА адресовані обмеженому колу осіб, тоді як НПА – необмеженому колу суб'єктів.

3. *Час застосування.* НПА використовуються доти, доки його дія не скасована або призупинена. ПА орієнтований для одноразового застосування – у конкретній ситуації.

4. *Встановлення норми права.* НПА завжди породжує нову правову норму чи змінює, доповнює чи скасовує стару, тоді як ПА інструмент реалізації такої норми.

Залежно від змісту НПА (галузеві) поділяються на:

- цивільно-правові;
- кримінально-правові;
- адміністративно-правові.

Види підзаконних актів:

- укази та розпорядження Президента. Розпорядження приймаються з поточних, процедурних питань;
- постанови та розпорядження уряду – акти виконавчого органу держави, наділеної широкою компетенцією з управління суспільними процесами;
- накази, інструкції, положення міністерств та відомств – акти, які регулюють, зазвичай, суспільні відносини, що перебувають у межах компетенції даної виконавчої структури;
- рішення та постанови місцевих органів державної влади;
- нормативні акти муніципальних органів;
- локальні нормативні акти – нормативні розпорядження, прийняті лише на рівні конкретного підприємства, установи та організації (наприклад, правила внутрішнього трудового розпорядку).

Для підвищення відповідальності працівників за забезпечення безпеки на виробництві в Кримінальний кодекс (КК) України був внесений розділ X

«Кримінальні правопорушення проти безпеки виробництва», ст. 271-275, які регламентують відповідальність працівників за порушення заходів безпеки, які призвели до травмування, аварійності або створили потенційні загрози їх виникнення.

При цьому в Постанові Пленуму Верховного суду України від 12.06.2009 року № 7 «Про практику застосування судами України законодавства у справах про злочини проти безпеки виробництва» зазначено:

п. 1. У справах про злочини проти безпеки виробництва судам необхідно підвищити вимогливість до якості досудового слідства з тим, щоб були вжиті всі передбачені законом заходи до всебічного, повного й об'єктивного розслідування всіх обставин справи, встановлення причинного зв'язку між допущеними порушеннями вимог законодавства про охорону праці та наслідками, що настали або могли настати. У кожній справі належить з'ясувати обставини, пов'язані із заподіянням завданої злочином шкоди, і у встановленому законом порядку вирішувати питання щодо її відшкодування.

п. 20. Відповідальність за злочини, передбачені статтями 271-275 КК, настає незалежно від форми власності підприємства, на якому працює винна особа.

п. 21. Поняття «шкода здоров'ю потерпілому» (частина перша статті 271, частина перша статті 272, частина перша статті 273, частина перша статті 274, частина перша статті 275 КК) охоплює випадки, пов'язані із заподіянням особі середньої тяжкості чи легких тілесних ушкоджень, що спричинили короткочасний розлад здоров'я або незначну втрату працездатності.

Як поняття «загроза загибелі людей чи настання інших тяжких наслідків» (частина перша статті 272, частина перша статті 273, частина перша статті 274, частина перша статті 275 КК) необхідно розуміти такі зміни у стані виробничих об'єктів, підприємств, унаслідок яких виникає реальна небезпека життю людей або реальна небезпека заподіяння (настання) шкоди вказаним у цих статтях благам. Тяжкість ймовірних наслідків визначається залежно від цінності благ, які поставлено під загрозу, кількості осіб, які можуть постраждати від небезпечних дій, розміру можливої матеріальної шкоди тощо.

«Загибель людей» – це випадки смерті однієї або кількох осіб.

Як «інші тяжкі наслідки» (частина друга статті 271, частина друга статті 272, частина друга статті 273, частина друга статті 274, частина друга статті 275 КК) слід розуміти випадки заподіяння тяжких тілесних ушкоджень хоча б одній людині, середньої тяжкості тілесних ушкоджень двом і більше особам, шкоди у великих розмірах підприємству, установі, організації чи громадянам, а так само

тривалий простій підприємств, цехів або їх виробничих ділянок.

Згідно «Інструкції про призначення та проведення судових експертиз та експертних досліджень» (затверджено Наказом Міністерства юстиції України 08.10.1998 року № 53/5, у редакції наказу Міністерства юстиції України від 05.08.2021 року № 2770/5):

Призначення судових експертиз та експертних досліджень (далі – експертизи та дослідження) судовим експертам державних спеціалізованих науково-дослідних установ судових експертиз Міністерства юстиції України (далі – експертні установи) та атестованим судовим експертам, які не є працівниками державних спеціалізованих установ (далі – експерти), їх обов'язки, права та відповідальність, організація проведення експертиз та оформлення їх результатів здійснюються у порядку, визначеному Кримінальним процесуальним, Цивільним процесуальним, Господарським процесуальним кодексами України, кодексом України про адміністративні правопорушення, кодексом адміністративного судочинства України, Митним кодексом України, Законами України «Про судову експертизу», «Про виконавче провадження», іншими нормативно-правовими актами з питань судово-експертної діяльності.

Терміни, що вживаються у значеннях, які наведено у Кримінальному процесуальному, Цивільному процесуальному, Господарському процесуальному кодексах України, кодексі України про адміністративні правопорушення, кодексі адміністративного судочинства України та Митному кодексі України.

Під час проведення експертиз (експертних досліджень) з метою виконання певного експертного завдання експертами застосовуються відповідні методи дослідження, методики проведення судових експертиз, а також нормативно-правові акти та нормативні документи (міжнародні, національні та галузеві стандарти, технічні умови, правила, норми, положення, інструкції, рекомендації, переліки, настановчі документи Держспоживстандарту України), а також чинні республіканські стандарти колишньої УРСР та державні класифікатори, галузеві стандарти та технічні умови колишнього СРСР, науково-технічна, довідкова література, програмні продукти тощо.

Визначення способу проведення експертизи (вибір певних методик, (методів дослідження)) належить до компетенції експерта.

Експертизи та дослідження, призначені експертній установі, щодо якої прийнято рішення про реорганізацію, можуть бути проведені (завершені) в експертній установі, що є правонаступником реорганізованої установи.

Підставою для проведення експертизи відповідно до чинного законодавства є процесуальний документ про призначення експертизи, складений уповноваженою на те особою (органом), або договір з експертом чи експертною установою, укладений за письмовим зверненням особи у випадках, передбачених законом, в якому обов'язково зазначаються її реквізити, номер справи або кримінального провадження або посилання на статтю закону, якою передбачено надання висновку експерта, перелік питань, що підлягають вирішенню, а також об'єкти, що підлягають дослідженню.

В інших випадках проводиться експертне дослідження, підставою для якого є договір з експертом чи експертною установою, укладений за письмовою заявою (листом) замовника (юридичної або фізичної особи), з обов'язковим зазначенням його реквізитів, з переліком питань, які підлягають розв'язанню, а також об'єктів, що надаються.

Результати проведення експертиз та експертних досліджень викладаються у письмовому документі – висновку експерта.

При проведенні експертиз в експертній установі організаційне, матеріально-технічне забезпечення їх виконання, контроль за своєчасним проведенням і за дотриманням законів та інших нормативно-правових актів з питань експертизи покладається на керівника експертної установи.

Строк проведення експертизи встановлюється керівником експертної установи (або заступником керівника чи керівником структурного підрозділу) і не повинен перевищувати 90 календарних днів.

У разі значного завантаження експерта (за наявності у нього на виконанні одночасно понад десяти експертиз, у тому числі комісійних та комплексних) більш розумний строк встановлюється за письмовою домовленістю з органом (особою), який (яка) призначив(ла) експертизу (залучив(ла) експерта), після попереднього вивчення експертом наданих матеріалів.

Час попереднього вивчення матеріалів не повинен перевищувати п'ятнадцяти робочих днів.

У разі відмови органу (особи), який (яка) призначив(ла) експертизу (залучив(ла) експерта), у погодженні запропонованого розумного строку проведення експертизи матеріали справи повертаються з пропозицією призначити експертизу іншим суб'єктам судово-експертної діяльності, визначеним у статті 7 Закону України «Про судову експертизу».

У разі невиконання клопотань експерта щодо надання додаткових матеріалів, несплати вартості експертизи протягом 45 календарних днів з дня направлення клопотання в порядку, передбаченому чинним законодавством,

незабезпечення прибуття експерта, безперешкодного доступу до об'єкта дослідження, а також належних умов для його роботи (учинення перешкод з боку сторін, що беруть участь у справі, в обстеженні об'єкта) матеріали справи повертаються органу (особі), який (яка) призначив(ла) експертизу (залучив(ла) експерта), із зазначенням мотивованих причин неможливості її проведення.

Строк проведення експертизи починається з робочого дня, наступного за днем надходження матеріалів до експертної установи, і закінчується у день складання висновку експерта (повідомлення про неможливість надання висновку). Якщо закінчення встановленого строку проведення експертизи припадає на неробочий день, днем закінчення строку вважається наступний за ним робочий день.

У строк проведення експертизи не включається строк виконання клопотань експерта, усунення недоліків, допущених органом (особою), який (яка) призначив(ла) експертизу (залучив(ла) експерта).

2.2. Проведення судової інженерно-технічної експертизи з електробезпеки та охорони праці

2.2.1. Відмінність судової експертизи від інших експертиз

Експертизи в залежності від їх предмета і призначення проводяться в різних державних спеціалізованих установах (науково-дослідних інститутах судових експертиз Міністерства юстиції України і Міністерства охорони здоров'я України, експертних службах Міністерства внутрішніх справ України, Міністерства оборони України та Служби безпеки України) і недержавних організаціях на підприємницьких засадах з отриманням спеціального дозволу (ліцензії), а також громадянами за разовими договорами. При цьому у всіх випадках, коли мова йде про експертизу, мають на увазі дослідження, проведені особою, яка володіє спеціальними знаннями. Експертиза призначається, коли для вирішення певних питань при проведенні справи необхідні наукові, технічні та деякі інші спеціальні знання.

Як експерт може бути задіяна будь-яка особа, яка має необхідні знання для дачі висновку щодо досліджуваних питань. Завдання, які даються експерту, і його висновок по них не можуть виходити за межі спеціальних знань експерта.

Експерт дає письмовий висновок від свого імені і несе за нього особисту відповідальність.

Висновок експерта для особи, яка провадить дізнання, слідчого,

прокурора і суду не є обов'язковим, але незгода з ним повинна бути мотивована у відповідних документах: постанові, рішенні, вирoku.

Не можуть бути експертами особи, які перебувають у службовій або іншій залежності від обвинуваченого, потерпілого або які раніше були ревізорами у справі.

Судова експертиза – це дослідження експертом на основі спеціальних знань матеріальних об'єктів, явищ і процесів, які містять інформацію про обставини справи, що перебуває у провадженні органів дізнання, досудового слідства або суду. Судові експертизи та експертні дослідження проводяться фахівцями, які мають відповідну вищу освіту, освітньо-кваліфікаційний рівень не нижче спеціаліста (бакалавра), пройшли необхідну підготовку, атестовані та отримали кваліфікацію судового експерта з певної спеціальності в державних спеціалізованих установах і внесені до Державного реєстру атестованих судових експертів. Атестація судових експертів з числа працівників підприємницьких структур та громадян проводиться Міністерством юстиції України або Міністерством охорони здоров'я України відповідно до їх функцій.

Реєстрація атестованих судових експертів державних і підприємницьких структур та громадян проводиться Міністерством юстиції України.

Судова експертиза відрізняється від інших експертиз тим, що порядок її призначення та проведення, а також використання отриманих при цьому результатів передбачені процесуальним законодавством. Законом спеціально визначені підстави та умови призначення судової експертизи, принципи оцінки та використання висновку експерта як доказу у справі, права і обов'язки учасників кримінального, цивільного, адміністративного або господарського процесу при проведенні судових експертиз. Судово-експертна діяльність здійснюється на принципах законності, незалежності, об'єктивності і повноти дослідження.

Виключно державними спеціалізованими установами здійснюється судово-експертна діяльність, пов'язана з проведенням криміналістичних, судово-медичних і судово-психіатричних експертиз. Для проведення деяких видів експертиз, які не здійснюються державними спеціалізованими установами, за рішенням особи або органу, який призначив судову експертизу, можуть залучатися, крім судових експертів, також інші фахівці з відповідних галузей знань.

Органи дізнання, досудового слідства і суди зобов'язані доручати проведення судових експертиз переважно фахівцям, внесеним у вищевказаний Реєстр.

У разі необхідності в справі може бути призначено кілька судових експертів однієї спеціальності, які дають загальний висновок з комісійної судової експертизи.

2.2.2. Види експертиз

Кримінально-процесуальний закон допускає поділ експертиз, які проводяться в стадії судового розгляду за різними підставами. *За послідовністю проведення експертизи поділяються на первинну експертизу та повторну, за обсягом дослідження – основну і додаткову, за складом виконавців – комплексну і комісійну.*

Закон не регламентує черговість проведення додаткової експертизи та повторної, їх проведення залежить від конкретних обставин судового розгляду і необхідності суду. Але головним, що об'єднує ці експертизи, є те, що вони можуть проводитися тільки після проведення в суді основної експертизи, незалежно від того, чи була проведена експертиза на попередньому слідстві.

Додаткову і повторну експертизу, проведену після основної, необхідно розмежувати з самостійною первинною судовою експертизою, проведеною після відомчої експертизи. Для цього необхідно з'ясувати стан відомчої експертизи в системі доказів і процесуальних дій.

Відомча експертиза зазвичай проводиться до порушення кримінальної справи і не в зв'язку з нею. Матеріали відомчої експертизи нерідко є підставою для порушення кримінальної справи. Надалі це включається в систему доказів і використовується у суді, як і інші документи. Слід враховувати, що судова експертиза з цих же питань зазвичай призначається лише у випадках виникнення будь-яких сумнівів, тобто за тих самих підстав, за якими проводиться додаткова або повторна судова експертиза. У такій ситуації судова експертиза буде первинною, оскільки проводиться у справі вперше.

Комплексна і комісійна експертизи відрізняються між собою характером питань, і хоча і та, й інша допускають проведення досліджень групою експертів, відмінністю є саме специфіка питань. Ці експертизи можна охарактеризувати як технічні форми проведення основної, додаткової та повторної експертиз.

Додаткова експертиза

При недостатній ясності або неповноті висновку суд має право мотивованою ухвалою призначити додаткову експертизу для роз'яснення або доповнення експертного висновку (ч. 5 ст. 75 КПК). Недостатня ясність може

вилитися у невизначеності або неконкретності висновків, у нечіткості або двозначності формулювань.

Неповнота цього є у залишенні експертом без розв'язання деяких з поставлених запитань, звууженні їх обсягу, що не досліджені всіх поставлених йому об'єктів.

Частіше додаткова експертиза призначається у випадках коли:

- не досліджені всі надані експерту об'єкти або ті, що відносяться до предмета експертизи;
- відсутні повні вичерпні висновки на поставлені запитання;
- відсутні висновки на окремі запитання;
- є недостатнє дослідження всіх обставин або питань;
- присутні неконкретні, невизначені висновки;
- у справі з'явилися нові, додаткові факти або обставини, які вимагають експертного дослідження;
- виникла необхідність в експертній перевірці нової версії, не врахованої при первинній експертизі.

У зазначених випадках додаткова експертиза призначається, якщо усунення недоліків виведення вимагає проведення додаткових досліджень. В іншому випадку недоліки можуть бути усунені шляхом допиту експерта.

Додаткова експертиза призначається не заради спростування висновків, отриманих основною експертизою, а для їх роз'яснення, уточнення, конкретизації. Проведення додаткової експертизи допускає, що експерт не виходить за рамки первинного завдання, тобто відповідає на минулі питання на основі тих же об'єктів дослідження. Додаткову експертизу слід відрізняти від нової експертизи у даній справі, коли ставляться нові питання, представляються нові об'єкти, зразки іншого джерела.

Додаткова експертиза доручається, як правило, тому ж експерту, або іншому (ст. 75 КПК).

Підставою проведення додаткової експертизи є визначення суду про призначення додаткової експертизи.

Повторна експертиза

Повторна експертиза обумовлена недоліками первинної експертизи і призначається для її перевірки.

Закон встановлює підстави для призначення повторної експертизи:

- необгрунтованість виведення первинної експертизи;
- сумніви в правильності первинного виведення (ст. 75 КПК).

Виділяючи необгрунтованість висновків і сумніви в їх правильності як

загальні підстави для призначення повторної експертизи, закон має на увазі дві сторони достовірності висновків: відповідність висновків експерта дійсності і підтвердження експертних висновків раніше проведеного дослідження по справі (як експертним, так і судово-слідчим шляхом).

Обставинами, якими викликана необхідність повторної експертизи, можуть виявитися допущені при проведенні експертизи порушення процесуальних форм, передбачених законом. Сюди відносяться правила призначення експертизи, які стосуються вибору експерта, напрямок на експертизу матеріалів, компетентність експерта, оформлення результатів експертизи. Процесуальні порушення тягнуть за собою призначення повторної експертизи, якщо вони були істотні і вплинули на обґрунтованість експертизи або викликали сумніви в її правильності.

Специфічними підставами призначення повторної експертизи також є розбіжності між двома або більше експертами, які проводили експертизу комісійну, або подані ними окремі висновки.

Якщо після повідомлення про неможливість дати висновок, беручи до уваги недостатність доказового матеріалу, ці матеріали будуть доповнені і усі разом знову передані на експертизу, остання буде не повторною, а первинною, яка триває.

На практиці часто зустрічаються ситуації, коли після проведення основної експертизи змінюються об'єкти експертного дослідження, початкові дані і питання до експерта. Вважається за необхідне проводити нову, основну експертизу при виникненні нових суб'єктів, нових питань або нових початкових даних, оскільки в цьому випадку необхідно нове експертне дослідження. Призначення ж додаткової експертизи в цьому випадку можливо, якщо питання не нові, а додаткові, початкові дані лише доповнюють або уточнюють початкові дані для основної експертизи.

Не є повторною (а також і додатковою) експертиза, яка проводиться експертом у суді в зв'язку з висновком, даним в стадії попереднього розслідування. Повторна експертиза може бути призначена лише після того, як експерт на основі матеріалів судового слідства, в дослідженні яких він брав участь, представить висновок, визнаний судом необґрунтованим, або є сумніви у його правильності.

Повторну експертизу слід відрізнити від первинної, призначеної у разі задоволення відведення, заявленого експерта після подання ним висновків. За цих обставин первинна експертиза, проведена ним, юридично визнається як та, що не відбулась.

Юридичною підставою проведення повторної експертизи є визначення суду про призначення повторної експертизи (ст. 310, 312 КПК).

Відповідно до ст. 75. КПК проведення даної експертизи доручається іншому експерту або іншим експертам.

Комплексна експертиза

В експертних установах проводяться також комплексні експертизи – як у поєднаннях різних видів експертиз, так і у поєднанні з видами експертиз, які не увійшли до цього переліку. В останньому випадку до проведення експертизи залучаються фахівці інших центральних органів виконавчої влади та державних органів.

Комплексну експертизу проводять кілька експертів різних спеціальностей. Це необхідно у випадках, коли встановлення тієї чи іншої обставини неможливо шляхом проведення окремих експертиз або це виходить за межі компетенції одного експерта чи комісії експертів. Процесуальний порядок призначення комплексної експертизи не відрізняється від порядку призначення первинної судової експертизи, а її організація визначається «Інструкцією про призначення та проведення судових експертиз та експертних досліджень та Науково-методичних рекомендацій з питань підготовки та призначення судових експертиз та експертних досліджень».

Проведення комплексних експертиз здійснюється у випадках, коли з метою всебічного дослідження обставин кримінальної справи потрібні експерти, які володіють різними спеціальними знаннями, для формулювання загального висновку на основі спільного узагальнення і оцінки результатів проведених ними досліджень.

Найбільш часто комплексна експертиза проводиться, якщо відповідь на питання можна отримати при спільному експертному дослідженні фахівців суміжних областей науки, техніки, мистецтва або ремесла.

Комплексна експертиза використовується у випадках, коли встановлення однієї або іншої обставини неможливо шляхом проведення окремих експертиз або це виходить за межі компетенції одного експерта чи комісії експертів.

Наявність в постанові вказівок на такий зв'язок і формулювання висновку про факти, які суд може використовувати при її проведенні, відрізняє комплексну експертизу від комплексу окремих експертиз.

Комплексна експертиза може бути безпосередньо призначена судом, якщо він досконало орієнтується у тому, які саме спеціальні пізнання необхідні для проведення дослідження. Набагато частіше необхідність комплексної експертизи визначає керівник експертної установи, який краще розбирається у

характері знань, які потрібні для вирішення відповідей на питання.

Проведення комплексної експертизи процесуально оформляється ухвалою про призначення комплексної експертизи, в якій призначаються експерти, для її проведення.

Складність у проведенні такого роду експертиз полягає в процесуальному оформленні висновків експертів, де загальний висновок підписують кілька експертів, причому кожен з них несе особисту відповідальність тільки за особисто ним проведене дослідження. У практиці судів висновок, який з'явився результатом комплексної експертизи, підписується частинами: кожен експерт підписує ту його частину, яка стосується досліджень, проведених ним особисто, і всі разом підписують спільний висновок.

У разі розбіжності складаються окремі висновки, як це передбачено для оформлення результатів комісійної експертизи.

У законодавстві не знайшло достатнього відображення виконання комісійної експертизи, в той час, як за окремими категоріями кримінальних справ проведення комісійної експертизи більш значуще, ніж одноосібної (так, судово-психіатричні експертизи і повторні судово-медичні експертизи проводяться, як правило, як комісійні).

Комісійна експертиза – це експертне дослідження, яке проводиться двома або кількома експертами однієї спеціальності. Комісійні експертизи призначаються за найскладнішими справами як первинні експертизи, так і повторні. Представляється правомірним виходити з того, що порядок призначення і процесуальне оформлення призначення комісійної експертизи не відрізняється від порядку призначення комплексної експертизи. При призначенні комісійної експертизи суд керується правилами відповідної статті Кримінально-процесуального кодексу, яка регламентує проведення основної (первинної) і додаткової експертиз.

2.2.3. Висновок експерта

Після проведення необхідних досліджень експерт складає висновок згідно зі ст. 200 КК України, в якому повинно бути зазначено: коли, де, ким (прізвище, освіта, спеціальність, вчений ступінь і звання, посада експерта), на якій підставі була проведена експертиза, хто був присутній при проведенні експертизи, які питання були поставлені експертові, які матеріали експерт використав та які провів дослідження, мотивовані відповіді на поставлені запитання. Коли при проведенні експертизи експерт встановив факти, що мають значення для справи і з приводу яких йому не було поставлено запитань,

він має право на них вказати в своєму висновку.

Висновок підписується експертом.

Висновок експерта (повідомлення про неможливість проведення експертизи) розглядається керівником експертної установи і направляється особі або органу, які призначили експертизу.

Якщо керівник експертної установи не згоден з позицією експерта, він має право доручити проведення експертизи комісії експертів, до якої включається експерт, з позицією якого він не згоден.

Експерти комісії у разі згоди між собою підписують спільний висновок експертизи, а у разі виникнення розбіжностей між членами комісії складають кілька висновків відповідно до позицій експертів.

Висновок експертизи або повідомлення про неможливість її проведення, які даються поза експертною установою (у судовому засіданні, на місці події), розглядаються керівником установи після надходження матеріалів експертизи до установи. Про зауваження, які виникли у керівника установи, він може повідомити особу або орган, які призначили експертизу.

При складанні висновку судового експерта слід враховувати, що експертиза є не тільки дослідною, але й доказовою базою при встановленні обставин і причин нещасних випадків (при проведенні експертиз з безпеки та охорони праці) при встановленні причинного зв'язку винних у допущених порушеннях.

2.2.4. Надання висновку, який має статус джерела доказу

Судова експертиза – це спосіб дослідження фактичної інформації, доказів з метою отримання нових доказів. Під дослідженнями доказів розуміють з'ясування змісту доказів як факту, а також засіб доведення. Експертиза зазвичай полягає у дослідженні спеціальних об'єктів з використанням інших матеріалів справи, які мають характер доказів. Для експертизи характерно, що в результаті дослідження одних доказів формуються інші докази.

Виходячи із зазначеного вище, судова експертиза в галузі охорони праці та безпеки в інших сферах життєдіяльності людини – це одна з форм використання науково-технічних досягнень в кримінальному, цивільному, господарському та адміністративному процесі. Її сутність складається у дослідженні за завданням слідчого (суду) підготовленим особою - судовим експертом – наданих в його розпорядження матеріальних об'єктів (речових доказів), а також різних документів (в тому числі протоколів слідчих дій) з

метою встановлення фактичних даних у справі, пов'язаній з порушеннями вимог правил безпеки на промисловому підприємстві, що мають значення для правильного її розгляду. У результаті проведеного дослідження експерт складає висновок, який є одним з передбачених законом джерелом доказів, а фактичні дані, які містяться в ньому – доказами (див. ст. 101 і 102 КПК України).

Таким чином, судова експертиза є самостійною процесуальною формою отримання нових і уточнення (перевірки) наявних доказів.

Судової експертизи не існує поза процесуальною формою, тобто не можна отримати висновок судового експерта як доказ, якщо при її проведенні були якісь принципові недоліки – порушення будь-якої процесуальної норми при призначенні, проведенні експертизи, оцінці висновку експерта. Це виключає доказову значимість останнього незалежно від його змісту.

Основні вимоги, яким повинен задовольняти висновок експерта, можна сформулювати у вигляді наступних принципів:

- принцип кваліфікованості. Експерт може формулювати тільки такі висновки, для побудови яких необхідні відповідні спеціальні знання, певна кваліфікація (освіта, експертна спеціальність). Питання, які не потребують спеціальних знань, не повинні ставитися перед експертом і зважуватися ним, а якщо всеж таки вони були поставлені, і експерт вирішив їх, то висновки по них не мають доказового значення;
- принцип визначеності. Неприпустимі невизначені висновки, що дозволяють різне їх тлумачення;
- принцип доступності. Висновок експерта оцінюється усіма учасниками кримінального, господарського, цивільного, адміністративного процесу, тобто діяльність судового експерта є складовою частиною слідчо-судового пізнання, тому всі його етапи повинні бути зрозумілими для інших процесуальних осіб. Експерт, перебуваючи в межах своїх спеціальних знань, застосовує специфічні мовні засоби (професійні терміни, словосполучення і висловлювання), які не завжди в достатній мірі розтлумачуються у тексті висновку. Така практика призводить до ускладнень при судовому розгляді справ, про що свідчать непоодинокі виклики експертів до суду для надання роз'яснень щодо окремих результатів проведених досліджень, якщо вони не є формальними.

На кожне питання, що задається, дається відповідь по суті або вказується, з яких причин неможливо його вирішити.

Судова експертиза є найважливішою процесуальною формою застосування спеціальних знань у судочинстві, у результаті чого слідство і суд

отримують нову інформацію, що має доказове значення і яка не може бути надана іншими процесуальними засобами.

Правовий зміст судової експертизи визначається процесуальною формою: вона реалізується лише через процесуальні правовідносини.

Судовий експерт – це підготовлена особа, яка володіє необхідними для вирішення експертних завдань спеціальними знаннями і практичними навичками у відповідній галузі народного господарства і деяких прикладних наук, призначена як експерт у порядку, встановленому законом, і яка прийняла експертизу до свого провадження.

До компетенції судового експерта не входить оцінка дій (бездіяльності) осіб, причетних до надзвичайної ситуації, з точки зору права, він повинен аналізувати лише ті дії, які вимагають застосування спеціальних знань і знаходяться у взаємозв'язку з подією з технічної точки зору.

Статус судового експерта як службовця державної судово-експертної установи визначається Законом України «Про судову експертизу», а також відповідними нормами Цивільного процесуального кодексу (ЦПК), Кримінальний процесуальний кодекс (КПК), Кодекс адміністративного судочинства (КАС) України та нормативними актами відомства, у веденні якого знаходиться судово-експертна установа.

Правове становище судового експерта визначається наступним:

- вся його діяльність регламентується законодавством;
- судовий експерт є самостійним учасником судочинства, виступаючи незалежно від інших його суб'єктів;
- головна функція судового експерта – надання висновку на підставі проведеного із застосуванням спеціальних знань дослідження об'єктів експертизи та матеріалів справи;
- метою експертного дослідження є встановлення доказових фактів на підставі вивчення об'єкта із застосуванням спеціальних знань;
- судовий експерт звільнений від обов'язків збору необхідної інформації і вихідних даних і повинен оперувати тільки наданими йому матеріалами, однак має право запитувати додаткову інформацію у особи, яка призначила експертизу, яка зобов'язана задовольнити клопотання експерта;
- судовий експерт досліджує матеріали справи тільки за поставленими перед ним питаннями у межах своєї компетенції;
- доказове значення фактів, викладених у висновку судового експерта, оцінюється як по суті (належність, достовірність, достатність, доказове значення), так і за процесуальною формою (допустимість).

Відступ судового експерта хоча б від однієї з цих вимог позбавляє його висновок доказового значення.

Діяльність судового експерта характеризують самостійність, індивідуальність, особиста відповідальність за результати виконаної роботи.

Самостійність судового експерта визначається тим, що він у межах своєї компетенції є вільним у виборі експертної технології, методик проведення досліджень. Однак ця самостійність відносна, оскільки обрані ним методи і засоби дослідження не повинні порушувати правил поведінки з речовими доказами, прав і свобод учасників судочинства, зобов'язані відповідати нормам загальнолюдської моралі. Самостійність судового експерта також означає відсутність його підпорядкованості при проведенні дослідження, незалежність при вирішенні питань своєї компетенції як фахівця від впливу безпосереднього керівника, слідчого, судді, зацікавлених у справі осіб.

Висновок експертизи складається з трьох частин: вступної, дослідницької і висновків дослідження.

У вступній частині висновку експертизи вказуються:

- назва експертизи, її номер, чи є вона додатковою, повторною, комісійною або комплексною;
- особа або орган, яка призначила експертизу;
- дані про експерта (експертів): посада, прізвище, ім'я та по батькові, освіта, експертна спеціальність і стаж експертної роботи; науковий ступінь і вчене звання;
- дата надходження матеріалів до експертної установи і дата підписання висновку експертизи;
- де і ким винесено постанову або рішення про призначення експертизи;
- питання, які належить вирішити експертові;
- найменування матеріалів, які прийшли на експертизу, спосіб доставки і вид упаковки досліджуваних об'єктів;
- клопотання експерта про надання додаткових матеріалів, наслідки їх розгляду;
- обставини справи, які мають значення для дачі висновку, з обов'язковим зазначенням джерела їх отримання;
- відомості про осіб, які були присутні під час проведення досліджень (прізвище, ініціали, процесуальне положення);
- попередження експерта про кримінальну відповідальність за ст. 374 КК України за надання завідомо недостовірного висновку;
- довідково-нормативні документи та методична література, які

використовувались експертом при знаходженні відповідей на поставлені запитання (із зазначенням бібліографічних даних).

Питання вказуються у формулюванні постанови (рішення) про призначення експертизи. Якщо задаються кілька питань, експерт має право згрупувати їх і викласти у послідовності, яка забезпечує найбільш доцільний порядок дослідження. Якщо редакція питання в постанові (рішенні) не відповідає Науково-методичним рекомендаціям з питань підготовки та призначення судових експертиз та експертних досліджень у науково-дослідних судово-експертних установах Міністерства юстиції України, але зміст завдання експертові зрозуміло, то після подання питання в редакції постанови (рішення) про призначення експертизи він може дати відповідні роз'яснення і викласти питання у редакції, яка відповідає згаданим Рекомендаціям.

Питання, які поставлені експертом з власної ініціативи, вказуються після питань, зазначених у постанові (рішенні) про призначення експертизи.

При проведенні повторної експертизи у вступній частині висновку експертизи наводяться відомості про первинні (попередні) експертизи: прізвища, ініціали експертів, назва експертної установи або місце роботи експертів, номер і дата висновку експертизи, висновки досліджень попередніх експертиз на питання, які були поставлені перед експертом на повторне рішення, а також мотиви призначення повторної експертизи, які зазначені у постанові (рішенні) про її призначення.

У дослідницькій частині висновку експертизи описується процес дослідження та його результати, а також дається обґрунтування висновку експерта. Основному питанню, яке вирішується експертом, має відповідати певний розділ дослідної частини.

Якщо кілька питань тісно пов'язані між собою, хід їх вирішення може описуватися в одному розділі.

Дослідницька частина повинна включати:

- довідково-нормативні документи та методичну літературу, що використовувались експертом при знаходженні відповідей на поставлені запитання (із зазначенням бібліографічних даних).
- посилання на ілюстрації, додатки та необхідні роз'яснення до них;
- експертну оцінку результатів дослідження.

Опис результатів із застосуванням інструментальних методів дослідження та проведення експертних експериментів може обмежуватися викладенням кінцевих результатів. У зазначених випадках графіки, діаграми, таблиці, матеріали експертних експериментів повинні зберігатися у наглядних

експертних закладах і на вимогу осіб, які мають право ознайомитися з матеріалами експертизи, надаватись їм для вивчення. У дослідницькій частині висновку повторної експертизи вказуються причини розбіжностей з результатами попередніх експертиз, якщо такі розбіжності мали місце.

У заключній частині висновки дослідження викладаються у вигляді відповідей на поставлені питання в тій послідовності, в якій вони викладені у вступній частині.

На кожне з запитань має бути дана відповідь по суті або вказано, з яких причин неможливо його вирішити.

Висновок експертизи підписується експертами, які проводили дослідження, і засвідчується печаткою експертної установи.

Якщо до висновку експертизи додаються фототаблиці, креслення, схеми, діаграми тощо, вони також підписуються експертами та засвідчуються печаткою експертної установи. Висновок комплексної експертизи складається за правилами, викладеними у пунктах інструкції, з урахуванням таких особливостей:

- у вступній частині додатково зазначаються прізвище голови експертної комісії і дані про попередні експертизи, якщо їх результати мали значення для вирішення питань, поставлених перед комплексною експертизою;
- узагальнення та оцінка результатів досліджень фіксуються в синтезуючому розділі дослідницької частини висновку експертизи. Загальний висновок експертизи підписується експертами, які брали участь у спільній оцінці результатів усіх досліджень, і дійшли згоди.

У разі, якщо згоди між ними не було досягнуто, складається декілька висновків експертизи (за кількістю точок зору) або один, при якому вступна і дослідницька частини підписуються всіма експертами, а заключна – окремими, під відповідними висновками дослідження.

Висновок експертизи та додатки до нього складаються у двох примірниках, один з яких направляється особі або органу, які призначили експертизу, а другий залишається в експертній установі.

На повторні експертизи складаються контрольні картки, які надсилаються установі (службі), в якій виконувалися попередні експертизи, і до Міністерства Юстиції України. Один примірник карти залишається в експертній установі. Якщо висновки повторних і попередніх експертиз не збігаються, то до установи (служби), в яких виконувалася попередня експертиза, надсилається також примірник висновків повторної експертизи з усіма доповненнями.

При виконанні комплексної експертизи кількість примірників висновку

експертизи відповідає числу установ, які були зайняті в її проведенні (для зберігання в архіві кожної установи). Додатки до висновку комплексної експертизи у вигляді фототаблиць, діаграм, схем, креслень тощо підписуються експертами та засвідчуються печаткою тієї установи, в якій вони виконані.

Висновки експертизи з доповненнями надсилаються особі або органу, які призначили експертизу, керівнику експертної установи (керівнику провідної експертної установи).

Висновок експертизи, яка виконується під час судового розгляду, складається за правилами цього розділу Інструкції, з урахуванням таких винятків:

- у вступній частині висновку не вказується запис щодо попередження експерта про відповідальність за надання завідомо неправдивого висновку (такий запис робиться у протоколі судового засідання);
- якщо з питань, які вирішувалися під час судового розгляду, проводилася експертиза на попередніх стадіях процесу і експерт згоден з її результатами, він має право послатися на них.

Копія висновку експертизи, проведеної під час судового розгляду, разом з копією постанови суду про її призначення подається експертом до експертної установи.

Таким чином, висновок експерта за його структурою і текстом повинен мати таку просту і доступну форму, щоб він був сприйнятий як правильний, об'єктивний, обгрунтований, такий, що не викликає сумнівів, замовником судової експертизи і зрозумілий іншим процесуальним особам.

2.2.5. Порядок призначення судової експертизи з охорони праці та безпеки життєдіяльності

Згідно ст. 196 КПК експертиза призначається у випадках, передбачених ст. 75, а також у разі обов'язкового призначення експертизи ст. 76 КПК.

При необхідності проведення експертизи слідчий складає мотивовану постанову, в якій, крім даних, зазначених у ст. 130 Кодексу, вказує підстави для проведення експертизи, прізвище експерта або назву установи, експертам якої доручається провести експертизу, питання, на які експерт повинен дати висновок, об'єкти, які повинні бути досліджені, а також перелічує матеріали, що пред'являються експертові для ознайомлення.

Коли експертиза проводиться в експертній установі, експерт зазначає у вступній частині висновку, що він попереджений про кримінальну відповідальність за дачу завідомо неправдивого висновку, і підтверджує це

своїм підписом.

Експертиза у суді призначається з виконанням правил, передбачених ст. 310 КПК.

Експерт у судовому засіданні бере участь у дослідженні доказів і може з дозволу суду ставити запитання підсудному, потерпілому і свідкам щодо обставин, які мають значення для його висновку.

Після з'ясування обставин, які мають значення для висновку експерта, голова пропонує прокурору, підсудному, його захиснику та іншим учасникам судового розгляду подати у письмовому вигляді питання, які вони бажають поставити експертові.

Суд обмірковує ці питання, враховуючи при цьому думку учасників судового розгляду, усуває ті з них, які не стосуються справи або не належать до компетенції експерта, а також формулює ті питання, які він ставив перед експертом за власної ініціативи.

Після цього суд виносить рішення, а суддя – постанову, в яких приймаються поставлені на вирішення експертизи питання. Ці питання передаються експерту, який складає висновок.

Висновок експерта повинен відповідати вимогам, зазначеним в ст. 200 КПК. Він оголошується у судовому засіданні і приєднується до справи.

Проведення експертизи в експертній установі регламентується ст. 198.

Отримавши постанову про призначення експертизи, керівник експертної установи доручає проведення експертизи одному або кільком експертам. Експерти дають висновок від свого імені і несуть за нього особисту відповідальність.

Експертиза проводиться після подання особою чи органом, які призначили експертизу, матеріалів, оформлених відповідно до вимог процесуального законодавства та *«Інструкції про призначення та проведення судових експертиз та експертних досліджень та Науково-методичних рекомендацій з питань підготовки та призначення судових експертиз та експертних досліджень»*, затверджених наказом Міністерства Юстиції України № 53/5 від 08.10.1998 р.

В експертну установу слід надсилати: постанову (рішення) про призначення експертизи, а також об'єкти дослідження (у разі потреби – зі зразками для порівняльного дослідження, протоколами вилучених речових доказів, їх огляду).

Згідно з інструкцією, підставою для проведення судової експертизи найчастіше передбачено законом процесуальний документ (постанова,

рішення) про призначення експертизи, складений уповноваженою на те особою (органом) – прокурором, слідчим або суддею. Експертні дослідження виконуються також за письмовою заявою замовника (юридичної або фізичної особи) з переліком питань, які підлягають вирішенню, і об'єктів, які надаються.

Постанова (рішення) про призначення судової експертизи з охорони праці складається з 3-х частин – вступної, описової (установчої) і резолютивної, із зазначенням:

- місця і дати винесення процесуального документа;
- місця і дати винесення процесуального документа;
- назви справи і її номера;
- підстави призначення експертизи і обставин справи, які мають значення щодо її проведення;
- виду експертизи – первинна (зазвичай не вказується), повторна або додаткова;
- форми проведення експертизи – одноосібна (зазвичай не вказується), комісійна або комплексна;
- найменування установи, експертам якої доручається проведення експертизи, або із зазначенням прізвища, ім'я та по батькові конкретного експерта;
- питань, на які експерт повинен дати відповіді в своєму письмовому висновку;
- переліку об'єктів, які підлягають дослідженню, матеріалів, речових доказів для ознайомлення та інших вихідних даних, які мають значення для експертного проведення;
- особистого підпису слідчого, прокурора або судді.

Визначаючи об'єкти і завдання дослідження і формулюючи питання перед експертизою, керуються:

- з'ясуванням сутності обставин, які підлягають встановленню у справі;
- ознайомленням з науковими можливостями і методами дослідження обставин надзвичайної ситуації, які підлягають встановленню;
- визначенням інших, додаткових до експертних методик, засобів отримання доказової інформації;
- чітким визначенням компетенції експертів і встановленням зв'язку їх висновків з іншими засобами з'ясування обставин справи;
- необхідністю правильної в спеціально-науковому, логічному і граматичному сенсі формулюванням питань на рішення експертизи.

Особа, яка призначає експертизу, у процесі підготовки постанови, зокрема при формулюванні завдань, може консультиватися з фахівцями, в тому числі із судовим експертом, якого передбачається залучити для проведення

відповідної експертизи.

Якщо під час її виконання виникає необхідність у додатковій інформації про обставини та умови виникнення надзвичайної ситуації, судовий експерт має право направити клопотання щодо надання йому додаткових матеріалів. У разі неотримання цих матеріалів або якщо проблеми, поставлені перед експертом, виходять за межі його компетенції, він має право не складати експертний висновок, при цьому повинен у письмовій формі, вмотивовано повідомити про неможливість це зробити.

Важливу роль в процесі призначення судової експертизи грає підготовка матеріалів, які повинні надаватися для дослідження судовому експерту. З урахуванням складності даної категорії справ було б доцільним залучення до процесу підготовки матеріалів фахівця, який володіє відповідними спеціальними знаннями, в тому числі і судового експерта, причому останнє не тільки можливо, але й бажано вже при проведенні первинних слідчих дій, зокрема при огляді місця події, опитуванні свідків надзвичайної ситуації і потерпілих, аналізі та вилученні необхідних документів.

2.2.6. Права та обов'язки експерта

Обов'язки, права і відповідальність експерта регламентовані Законом України «Про судову експертизу», КПК, ЦПК, а також «Інструкцією про призначення та проведення судових експертиз та експертних досліджень та Науково-методичних рекомендацій з питань підготовки та призначення судових експертиз та експертних досліджень».

Відповідно до вищезазначених нормативних документів на експерта покладаються такі обов'язки:

- прийняти до виконання доручену йому експертизу;
- повідомити в письмовій формі особі або органу, які призначили експертизу, про неможливість її проведення, якщо поставлені запитання виходять за межі компетенції експерта (спеціаліста) або якщо надані йому матеріали недостатні для відповіді на поставлені запитання, а витребувані додаткові матеріали не були отримані;
- з'явитися за викликом особи або органу, які призначили експертизу, для допиту з приводу проведеної експертизи або повідомлення про неможливість її проведення;
- заявити самовідвід за наявності передбачених законом обставин;
- з дозволу особи або органу, які призначили експертизу, проводити дослідження в присутності підозрюваного, обвинуваченого, підсудного чи

сторін у цивільних і арбітражних справах.

Експерт має право:

- знайомитися з матеріалами справи, які стосуються експертизи;
- заявляти клопотання про надання додаткових та нових матеріалів, необхідних для відповіді на поставлені запитання;
- з дозволу особи або органу, які призначили експертизу, бути присутнім під час проведення слідчих і судових дій, заявляти клопотання, яке стосується проведення експертизи, і ставити відповідні запитання особам, яких допитують;
- вказувати у висновку експертизи на факти, які мають значення для справи, за якими йому не були задані питання;
- в разі незгоди з іншими членами експертної комісії складати окремий висновок експертизи;
- подати в письмовому вигляді відповіді на питання, які ставляться перед ним під час допиту;
- оскаржувати у встановленому порядку дії та рішення особи або органів, які призначили експертизу, що порушують права експерта або порядок проведення експертизи.

Експерту забороняється:

- проводити експертизу без письмової вказівки керівника експертної установи (його структурного підрозділу), за винятком експертиз, доручених йому безпосередньо після слідчого огляду, в якому він брав участь як фахівець, а також експертиз, які проводяться під час судового розгляду;
- самостійно збирати матеріали, які підлягають дослідженню, а також вибирати вихідні дані для проведення експертизи, якщо вони відображені в наданих йому матеріалах неоднозначно;
- розголошувати без дозволу прокурора, слідчого, особи, які здійснюють дізнання, дані попереднього слідства або дізнання;
- вступати в контакти, не передбачені порядком проведення експертизи, з будь-якими особами, якщо такі особи прямо чи опосередковано стосуються експертизи;
- зберігати кримінальні, цивільні та арбітражні справи, а також речові докази і документи, які є об'єктами експертизи, поза службовим приміщенням.

Експерт складає висновок експертизи від свого імені і несе особисту відповідальність за його правдивість. За надання заздалегідь неправдивого висновку, за відмову без поважних причин від виконання покладених на нього обов'язків, а також за розголошення без дозволу прокурора, слідчого або особи,

яка здійснює дізнання, даних попереднього слідства або дізнання експерт несе кримінальну відповідальність за статтями КК України.

За злісне ухилення від явки до органів дізнання і попереднього слідства або суду експерт несе відповідальність за статтями Кодексу України «Про адміністративні правопорушення».

За допущені порушення при проведенні експертизи, які не привели до кримінальної або адміністративної відповідальності, штатний співробітник експертної установи може бути притягнутий до дисциплінарної відповідальності, а поза штатний – звільнений з посади поза штатного експерта. Відповідно до ст. 11. Закону України «Про судову експертизу» та ст. 75 КПК не можуть залучатися до виконання обов'язків судового експерта особи, які визнані недієздатними, а також ті, які мають судимість.

Не можуть бути експертами особи, які перебувають у службовій або іншій залежності від обвинуваченого, потерпілого або які раніше були ревізорами в цій справі.

Профілактична діяльність судового експерта здійснюється в процесуальній і не процесуальній формах.

Процесуальна форма – це форма участі фахівця в слідчих діях (допит, слідчий огляд, відтворення обстановки і обставин події тощо) та проведення судових експертиз. Під час розслідування однотипних подій фахівець може знаходити типові обставини, які сприяли б їх здійсненню. В процесі проведення експертиз експерт за завданням слідчого або за власною ініціативою може виявити такі обставини та інформувати про них слідчого, який повинен надати йому додаткові матеріали або задати нові питання. Виявлені в ході дослідження експертом причини і умови, які сприяли виникненню аварії, необхідно викласти в своєму висновку або додатковому додатку. Крім того, практика проведення судових експертиз з охорони праці та безпеки життєдіяльності показує, що часто в ролі профілактичних зауважень експерта виступають повідомлення слідчому органу про виявлені під час проведення експертних досліджень помилок, неточностей, допущених членами комісій з розслідування нещасних випадків або аварій, щодо обставин і причин виникнення надзвичайної ситуації, причетних до неї осіб, віднесення нещасного випадку до пов'язаних або не пов'язаних з виробництвом, негативні наслідки від надзвичайної ситуації, які завдають шкоди, не тільки підприємству і його робітникам, навколишньому середовищу тощо.

Не процесуальна форма експертної профілактики здійснюється у вигляді таких дій:

- довідково-консультаційна діяльність;
- узагальнення та аналіз експертної практики;
- вивчення і узагальнення практики застосування криміналістичних засобів і методів;
- участь у правовій пропаганді;
- проведення теоретичних і експериментальних досліджень;
- участь у профілактичних заходах;
- проведення занять посадових осіб відповідних міністерств, відомств з питань навчання способам розпізнавання наявності протиправних фактів.

Профілактична діяльність в процесуальній і не процесуальній формах здійснюється за такими стадіями:

- знаходження обставин, які сприяли аварійній ситуації;
- розробка профілактичних рекомендацій;
- впровадження запропонованих заходів;
- виявлення процесу реалізації профілактичних рекомендацій;
- систематичне видання довідників з викладенням пропозицій з техніки досліджень.

Фіксація результатів профілактичної роботи експертів здійснюється в різних документах (висновках, повідомленнях, доповідях), у формі запиту, нагадуванні, інформації, які направляються правоохоронним органам з метою більш оперативного і успішного використання рекомендацій експертів, виправлення помилок в розслідуванні і т.д.

2.2.7. Основи для відводу експерта

Експерт не може брати участі в провадженні у справі:

1) якщо він є потерпілим, цивільним позивачем, цивільним відповідачем, свідком, а також якщо він брав участь у даній справі в якості фахівця, перекладача, особи, яка провадила дізнання, слідчого, судді, обвинувача, захисника, законного представника обвинувачуваного, представника потерпілого, цивільного відповідача. Попередня його участь у справі в якості експерта не є підставою для відводу;

2) якщо він є родичем потерпілого, цивільного позивача, цивільного відповідача або їх представників, родичем звинувачуваного чи його законного представника, родичем обвинувача, захисника, слідчого або особи, яка провадила дізнання;

3) якщо є інші обставини, що дають підставу вважати, що експерт особисто, прямо чи опосередковано зацікавлений в цій справі, тобто якщо є

обставини, що ставлять під сумнів його об'єктивність. Під прямою особистою зацікавленістю розуміють таку зацікавленість, при якій експерт має матеріальний або інший особистий інтерес, який буде або може бути порушено у процесі розслідування або судового розгляду кримінальної справи. Під непрямою зацікавленістю розуміють таку зацікавленість, при якій експерт безпосередньо не зацікавлений у результаті попереднього слідства, судового розгляду або вирішення справи, але зацікавлені інші особи, інтереси яких не байдужі експерту в силу родинних зв'язків, близьких відносин і тому подібних причин;

4) якщо експерт перебував або перебуває у службовій або іншій залежності від обвинуваченого, потерпілого, цивільного позивача або цивільного відповідача. Під терміном «інша залежність» слід розуміти матеріальну зацікавленість, підконтрольність і т.п. Виконання функцій експерта неприпустимо і у випадках, коли учасник процесу залежить від особи, яка призначена експертом;

5) якщо експерт виконував у справі ревізію, відомчу або інспекторську перевірку, матеріали якої послужили підставою до порушення кримінальної справи або були долучені згодом до справи в якості документа (наприклад, припис державного нагляду за результатами обстеження об'єкта);

б) у разі, коли виявиться некомпетентність експерта.

Наявність заздалегідь відомої експерту обставини, що виключає можливість участі у справі, обумовлює його процесуальний обов'язок – усунутися у встановленому законом порядку від участі у справі. Якщо експерт, незважаючи на відомі йому обставини, що перешкоджають участі його у справі, не вжив заходів до усунення себе від справи, він може бути відведений за заявою підозрюваного, обвинуваченого, захисника, обвинувача, а також потерпілого і його представника, цивільного позивача, цивільного відповідача або їх представників.

Питання про відвід експерта вирішується в порядку, передбаченому при провадженні дізнання чи досудового слідства – особою, яка провадить дізнання, слідчим або прокурором; в суді – судом, який розглядає справу.

2.2.8. Основні процесуальні дії з підготовки матеріалів для експертного дослідження

При розслідуванні нещасних випадків і надзвичайних ситуацій, пов'язаних з порушеннями вимог нормативно-правових актів з охорони праці, необхідно, перш за все, зробити наступні процесуальні дії:

- вилучити документи на аварійному об'єкті;
- оглянути місце події;
- допитати свідків.

Особливостями, які обумовлюють вибір тактики проведення первинних слідчих дій при надзвичайних ситуаціях на виробничих підприємствах, є:

- при складних аваріях слідчий може дістатися до місця події лише через деякий тривалий час після її початку, це найчастіше обумовлено тим, що на аварійному об'єкті проводяться аварійно-рятувальні заходи або ж небезпечні роботи з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації;
- нерідко у зв'язку з тим, що на місці події зберігається небезпечна аварійна обстановка і тому працівники слідчих органів і експерти не мають можливості провести огляд, за їх дорученням це найчастіше роблять рятувальники аварійно-рятувальних служб;
- часто не вдається зберегти місце події в первинному вигляді, тобто без знищення слідів-відображень, вихідних даних і речових доказів, переміщення предметів, зміни обстановки;
- слідчий, який оглядає місце події, наприклад, на підприємстві, повинен бути ознайомлений з правилами безпеки, вміти користуватися засобами індивідуального захисту, пройти відповідний медичний огляд, отримати допуск на спуск в підземні виробки і т.д.
- при підготовці до огляду у вугільній шахті необхідно враховувати і те, що при відео- і фотозйомці у гірських виробках неможливе застосування звичайних джерел світла та обладнання з причин пожежо- і вибухонебезпеки;
- у зв'язку зі складністю і небезпекою, шкідливістю сучасних виробничих процесів виникає необхідність вилучення великої кількості нормативно-керівних документів.

Якісно і вчасно проведені первинні слідчі дії при надзвичайних ситуаціях і грамотно підібрані початкові матеріали для експертних досліджень сприяють скороченню термінів проведення судових експертиз з безпеки життєдіяльності та підвищенню обґрунтованості прийнятих рішень.

2.2.9. Витяг документів на аварійному об'єкті

Результати судових експертиз багато в чому залежать, зокрема, від повноти і якості підготовлених для їх проведення матеріалів.

Відповідно до цього при підготовці і призначенні судової експертизи з безпеки виробничої і побутової сфер життєдіяльності слідчі (судді), як правило, повинні надати судовому експерту наступні документи (в залежності від виду

надзвичайної ситуації, виконуваних технологічних операцій і місця, де виникла техногенна аварія, нещасний випадок):

- копії акта за формою Н-1/п або П-4 на кожного потерпілого окремо, якщо розслідувався нещасний випадок не виробничого характеру - НТ;
- протокол огляду місця події;
- ескіз місця нещасного випадку, аварії;
- план, схему, ескіз, фотознімки, відеозйомку місця надзвичайної ситуації, пошкодженого об'єкта, устаткування, інструменту, машин, апаратури тощо;
- приписи посадових осіб органів державного і відомчого нагляду, зокрема форми Н-9, служби охорони праці підприємства;
- висновки експертиз (науково-технічної, медичної тощо), якщо вони проводилися в ході розслідування аварії, нещасного випадку;
- медичний висновок про причини смерті або характер травми потерпілого, а також про наявність в його організмі алкоголю чи наркотиків;
- висновки лікувально-профілактичного закладу про розслідування випадків виявлення гострих професійних захворювань (отруєнь), результатів вимірювань і лабораторних досліджень небезпечних і шкідливих виробничих факторів трудового процесу;
- протоколи опитувань та пояснювальні записки потерпілих, свідків та інших осіб, причетних до події;
- копії документів про проходження потерпілими медичних оглядів, навчання та інструктажів з охорони праці;
- положення про систему управління охороною праці на підприємстві;
- накази про призначення посадових осіб при виконанні робіт підвищеної небезпеки;
- посвідчення або протокол про проходження навчання на виконання робіт підвищеної небезпеки;
- положення про виконання робіт підвищеної небезпеки;
- положення про нарядну систему на об'єкті;
- дипломи про освіту посадових осіб, причетних до надзвичайних ситуацій;
- накази, які стосуються питань безпеки, видані адміністрацією підприємства;
- посадові інструкції причетних до події інженерно-технічних працівників: головного інженера підприємства, заступників директора з виробництва та охорони праці, начальника зміни, диспетчера, начальника (заступника, помічника начальника) дільниці (аварійного), механіка, майстра, бригадира (ланкового) і т.п.;
- інструкції з охорони праці робітників;

- витяги із законодавчих та інших нормативно-правових актів з охорони праці, вимоги яких були порушені;
- результати необхідних лабораторних досліджень і випробувань, технічних розрахунків тощо, які мають значення по справі, що розглядається;
- проєкт на проведення робіт, технологічні схеми, схеми стропування і т.п.;
- інструкції з експлуатації обладнання, машин, механізмів, пристроїв і їх технічні характеристики;
- технічні паспорти, технічні умови та перелік оснащення, безпосередньо задіяного у процесі виробництва;
- матеріали, які містять дані про технічний стан устаткування, машин, механізмів, пристроїв, апаратури, засобів колективного та індивідуального захисту, які мають безпосереднє відношення до процесу проведення робіт і досліджуваної надзвичайної ситуації (акти випробувань, технічних оглядів та ін.);
- документи, які містять дані про професійну підготовленість осіб, які виконують технологічні операції або керують машинами;
- книги нарядів дільниці, на якій працював потерпілий або сталася аварія, акти-допуски наряди-допуски, наряди-путівки, розпорядження, накази тощо, які підтверджували б факт відповідності виконуваної роботи в момент надзвичайної ситуації виданим змінним завданням;
- журнали про інструктаж з безпеки робіт ділянки, на якій виникла аварія або стався нещасний випадок, огляд обладнання, контроль різних параметрів, перевірки, приписів інспекції та працівників аварійно-рятувальних підрозділів;
- таблиці виходів на роботу працівників аварійної ділянки.

Крім названої вище загальної документації, може виникнути потреба вилучити і деякі спеціальні документи, яка обумовлена, зокрема, видом аварії або сферою (галуззю) діяльності людини, місцем, де стався нещасний випадок. Наприклад, специфічною і однією з найбільш складною щодо виробництв з підвищеною вибухо-пожежонебезпекою, підвищеною аварійністю:

- наказ або інструкція щодо встановлення на підприємстві протипожежного режиму;
- проєкт протипожежного захисту;
- акт перевірки стану протипожежного захисту;
- книга перевірки автоматичних засобів пожежогасіння;
- дозвіл на право ведення вогневих робіт;
- заходи щодо забезпечення безпечного ведення вогневих робіт;

- наряд на ведення вогневих робіт;
- книга обліку, видачі, прийому і зберігання зварювальних апаратів (газових різаків);
- система провітрювання аварійних ділянок, підвищеної вибухопожежонебезпеки;
- заходи щодо попередження самозаймання матеріалів;
- книга вимірів по контролю виділення шкідливих газів;
- книга огляду вентиляційних установок та перевірки реверсування;
- книга обліку роботи вентиляційної установки;
- книга контролю стану пилового режиму;
- місця і періодичність вимірювань концентрації газів;
- журнал обліку концентрації пилу і т.д.

2.2.10. Огляд місця події

Необхідний також ретельний огляд місця події з повною і кваліфікованою фіксацією його результатів у протоколі і у додатках до нього (фотознімки, відеозапис, плани, схеми тощо).

Якщо ця процедура планується в підземних умовах, перед її проведенням слідчому треба отримати в територіальному управлінні Держпраці дозвіл на застосування в гірських виробках відео- та фотокамер, диктофонів та іншого спеціального обладнання, яке може знадобитися при огляді місця події.

Огляд місця події здійснюється після попереднього ознайомлення з необхідною технічною документацією і за можливістю невідкладно.

Загальним завданням огляду місця події є виявлення всіх видів його взаємозв'язку з порушеннями, що розслідується, щоб з ними в сукупності і з іншою інформацією в справі встановити механізм надзвичайної ситуації у всіх деталях. Відповідно з цим загальна мета огляду місця події щодо фактів порушень вимог безпеки життєдіяльності ділиться на ряд окремих завдань:

- верифікація виду аварії, встановлення її причин і висунення слідчих версій для подальшого встановлення особи, яка винна у виникненні надзвичайної ситуації, або, щоб остаточно переконатися, що техногенна, по суті, подія обумовлена природними або іншими об'єктивними факторами, тобто що вона сталася без втручання людини;
- вивчення обстановки на місці надзвичайної ситуації та з'ясування її характеру і обставин;
- виявлення, збір, закріплення, попереднє дослідження та оцінка матеріальних слідів-відображень та інших речових доказів, збереження їх на місці події;

- встановлення осіб, причетних до аварії, якщо вона пов'язана з порушеннями правил і норм охорони праці, тобто коли має місце людський фактор;
- встановлення характеру впливу негативних наслідків на оточуючих людей, будинки, споруди, засоби виробництва і навколишнє середовище;
- встановлення характеру впливу негативних наслідків на оточуючих людей, будинки, споруди, засоби виробництва і навколишнє середовище;
- отримання необхідних даних для висунення попередніх версій і здійснення слідчих дій.

Якщо на місці події зберігається аварійна обстановка і слідчий не має можливості зробити огляд, то за його дорученням це роблять працівники аварійно-рятувальної служби (пожежних частин). Слідчий у такому випадку здійснює огляд після ліквідації небезпечних факторів з використанням також відомостей, отриманих від рятувальників (пожежних).

Огляд доцільно здійснювати за участю фахівця, краще всього державного технічного інспектора, який контролює аварійне підприємство і на місці допоможе слідчому розібратися в аспектах, які виходять за межі його юридичних знань, що, в свою чергу, дасть можливість кваліфіковано і технічно грамотно скласти протокол огляду місця події. В огляді місця події у справах зі смертельними або тяжкими наслідками повинен брати участь і судово-медичний експерт. Він може на місці з'ясувати певні обставини нещасного випадку, усвідомити, чому саме були одержані ушкодження потерпілому, в якому становищі він перебував щодо інших предметів, механізмів, і теж допоможе слідчому в постановці питань при призначенні судової інженерно-технічної експертизи.

Місцями події вважаються певні ділянки підприємства, будинку, споруди, промислового майданчика, гірничі виробки тощо, які пов'язані технологічним процесом при конкретному виді робіт, під час виконання яких стався нещасний випадок або аварія.

Очевидець події або той, хто першим прибув на його місце, зобов'язаний подбати, щоб жоден з доказів не був втраченим. Перший обов'язок цих осіб – встановити конкретне місце події і за можливістю ізолювати його. Це потрібно зробити таким чином, щоб розміри його були мінімальними, але і не втрачені важливі джерела інформації. Крім того, необхідно зберегти місце події в первісному вигляді (на момент виникнення надзвичайної ситуації), не допускаючи знищення слідів-відображень, речових доказів, переміщення предметів, зміни обстановки. При цьому, перш за все треба зафіксувати ті обставини, які можуть з часом зникнути або змінитися. Слід пам'ятати, що

зміни в обстановці місця події можуть відбутися не тільки в силу нестійкості окремих слідів і умов, які відбулися в надзвичайній ситуації, а й їх часто вносять також зацікавлені особи.

Основними об'єктами огляду є споруда, будівля, земельна ділянка, ігрові майданчики, атракціони, виробниче приміщення, гірничавиробка, де стався нещасний випадок або аварія, робоче місце потерпілого і його освітлення, гідро-, пневмо-, електрообладнання, системи енергопостачання та управління, вентиляційні установки та обладнання, вантажопідіймальні машини, лебідки, конвеєри, транспортні засоби, інші машини і механізми, на яких працював потерпілий, інструменти, огорожі, захисні пристосування, сигналізація і зв'язок, контрольні прилади та апаратура, засоби протиаварійного, групового та індивідуального захисту, трупи потерпілих і т.п.

Під час огляду місця події необхідно перш за все встановити виробничі умови, наявність небезпечних факторів, стан приміщень, машин, механізмів, захисних засобів, а також відповідність їх вимогам нормативно-технічної документації, якість повітря і освітлення робочого місця і небезпечної зони, з'ясувати технологію і організацію робіт, які виконувалися в момент надзвичайної ситуації, зібрати речові докази події, факти зміни обстановки і перевірити необхідність її для ліквідації або попередження чи подальшого поширення аварії.

Члени слідчої групи здійснюють фіксацію предметів на місці події і виконують геометричні вимірювання для подальшого складання графічної схеми (ескізу).

План-схему за дорученням слідчого може скласти фахівець підприємства відповідно до оформленого протоколом огляду місця події. Головна вимога, якій повинна відповідати схема, полягає у тому, щоб за нею можна було б подумки відтворити місце і характер події.

У деяких випадках слідчий за участю членів комісії з розслідування аварії або нещасного випадку може зробити пробний пуск машин і механізмів, випробувати захисні пристосування, сигналізацію, здійснити контрольні вимірювання та інші роботи для виявлення причин надзвичайної ситуації з відміткою цих дій в протоколі огляду.

До загальних положень алгоритму огляду місця події відносяться своєчасність, об'єктивність, повнота, активність, методичність і послідовність його проведення.

У криміналістичному плані діяльність особи, яка оглядає місце події за фактами порушень вимог безпеки на промислових об'єктах, доцільно розділити

на *три етапи: підготовчий, робочий, заключний*. Такий поділ дозволяє систематизувати тактичні дії учасників огляду, встановити таку послідовність їхніх дій, яка б дозволяла якісно проводити огляд.

Підготовчий етап огляду місця події складається з наступних основних дій:

- перевірити наявність і готовність технічних засобів для огляду місця події;
- шляхом опитування попередньо вивчити обставини надзвичайної ситуації;
- встановити, чи проводилися заходи щодо охорони місця події (треба з'ясувати, які зміни, ким і з якою метою могли бути зроблені до прибуття слідчо-оперативної групи), видалити з місця події усіх сторонніх осіб;
- уточнити завдання, які вирішуються в ході огляду;
- намітити план дій, їх послідовність з виявлення, фіксації та вилучення матеріальних слідів-відображень і речових доказів, уточнити обсяг і межі огляду.

Робочий етап складається із загального і детального огляду.

Загальний огляд починається з огляду місця події з метою:

- орієнтування;
- вирішення питання про вихідні точки і способи огляду;
- вибору позиції для проведення фото-, відеозйомки (якщо це можливо) і здійснення їх до внесення змін в обстановку місця події.

Для огляду місця події застосовуються три основні способи: концентричний, ексцентричний і фронтальний. При першому – огляд ведеться від периферії до центру місця події, під яким зазвичай розуміють найважливіший об'єкт (епіцентр вибуху, труп і т.п.) або умовна точка, по спіралі, яка згортається; при другому способі – навпаки, від центру місця події до його периферії по спіралі, яка розгортається; при третьому – у вигляді лінійного огляду площин від однієї межі до іншої. Постійного правила застосування того чи іншого способу не існує, його вибір обумовлений конкретними обставинами.

Після закінчення загального огляду настає стадія детального огляду, під час якого:

- якщо дозволяють виробничі, природні умови, проводиться вузлова і детальна фотозйомки (окремі деталі місця події, сліди і предмети, які мають значення як речові докази, спочатку фотографуються у тому вигляді, в якому вони були виявлені, а потім – з використанням прийомів судової фотографії);
- об'єкти ретельно і досконально оглядаються (з цією метою їх можна брати в руки за точки найменшого дотику), при цьому не слід забувати, що, крім

відбитків пальців, на них можуть бути і інші сліди, мікрочастинки і т.д.

- застосовуються всі доступні заходи для пошуку і виявлення на місці події речових доказів та інших слідів події, проводиться попереднє їх дослідження з метою розкриття обставин;
- відбираються предмети, їх частини зі слідами-відображеннями, зі стаціонарних об'єктів вилучаються речові докази або знімаються копії (зліпки) з них;
- фіксуються негативні обставини, які суперечать уявленню про звичайний для даної ситуації «хід речей».

На заключному етапі огляду місця події:

- складається протокол огляду і необхідні плани, схеми, креслення (фахівець при цьому допомагає в описі слідів);
- упаковуються об'єкти, вилучені з місця події;
- застосовуються заходи для збереження тих речових доказів, які неможливо вилучити з місця події;
- розглядаються заяви, які прийшли від учасників огляду місця події та інших осіб, причетних до цієї процесуальної дії, і приймаються по ним рішення.

Таким чином, якісно проведений огляд місця події дозволяє експерту зрозуміти його обставини і зафіксувати докази, отримати необхідні дані для планування розслідування і побудови слідчих версій, а також зробити попередні висновки про можливі порушення вимог правил безпеки.

2.2.11. Допит свідків

В ході слідства встановлення фактичних обставин і механізму виникнення надзвичайної ситуації можливо різними способами. Ці відомості отримують шляхом допиту учасників (очевидців) події, вивчення протоколу огляду місця події, технічної та технологічної документації, в результаті інших слідчих дій.

Особи, яких слідчий повинен допитати при виконанні первинних слідчих дій, можуть бути розділені на дві групи:

- на свідків-очевидців надзвичайної ситуації (в основному це будуть робітники аварійного підприємства і особи технічного нагляду);
- на свідків, які першими прибули на місце події (це найчастіше рятувальники, а також працівники, які брали участь в ліквідації наслідків аварії і порятунку потерпілих).

Залежно від приналежності свідків до тієї чи іншої групи слідчий в обов'язковому порядку повинен з'ясувати у них певні питання, а саме:

1) У свідків-очевидців події:

- де вони перебували в момент нещасного випадку і надзвичайної ситуації?
- яка там була видимість і чутність?
- чи бачили вони епіцентр аварії?
- за яких обставин вона відбулася?
- чи були допущені які-небудь порушення нормативно-правових актів пожежної безпеки?
- яка причина надзвичайної ситуації, і за яких обставин її можна було б запобігти?
- яке було стан засобів індивідуального захисту?

2) У свідків, які першими прибули на місце надзвичайної ситуації:

- яка була обстановка на місці події?
- в якому положенні і де знаходилися потерпілі, обладнання тощо;
- чи можна судити по обстановці на місці події про допущені порушення правил і норм безпеки, якщо так, то про які саме йде мова і на якій підставі?
- яка причина аварії і чи була можливість її запобігти?

Звичайно, у слідчого можуть виникнути й інші питання в залежності від конкретних обставин справи (і, скоріш, виникнуть), але без з'ясування вищенаведених, як правило, він обійтися не зможе.

У деяких випадках спостерігачі моменту виникнення нещасного випадку і надзвичайної ситуації в результаті особливостей сприйняття різними аналізаторами (зором, слухом) інформаційних подразників людиною і, найчастіше, швидкоплинність події не можуть об'єктивно її охарактеризувати, а якщо і дають будь-які свідчення, то допускають при цьому значні помилки, протиріччя, неточності. Не можна не враховувати і можливість навмисного перекручування картини надзвичайної ситуації з боку її учасників з метою приховати деякі свої неадекватні дії. З огляду на викладене варто визнати бажаним в окремих випадках провести відтворення обстановки і обставин події.

2.2.12. Допит експерта

Згідно КПК України в разі недостатньої ясності або необхідності доповнення висновку експерта слідчий вправі його допитати. Експерта допитують в тих випадках, коли, на думку слідчого, немає необхідності в додаткових дослідженнях, а мова йде про роз'яснення термінології, окремих формулювань; уточнення даних, що характеризують компетенцію експерта і його ставлення до справи; про необхідність більш детального опису ходу дослідження; коли слідчому необхідно роз'яснити розбіжність між обсягом

поставлених запитань і висновками експерта або між дослідницькою частиною висновку і висновками; коли неясні причини розбіжностей між членами експертної комісії; при з'ясуванні питання, якою мірою експерт засновує свій висновок на слідчих матеріалах і т.п.

В результаті допиту експерта слідчий може прийти до висновку про необхідність призначити додаткову або повторну експертизу.

Виклик експерта для допиту повинен проводитися відповідно до правил КПК України, а саме: експерта викликають до слідчого повісткою, яку вручають йому під розписку, а в разі його тимчасової відсутності – кому-небудь з дорослих членів сім'ї або житлово-експлуатаційної організації, адміністрації за місцем роботи експерта, виконавчому комітету сільської або селищної рад народних депутатів. У повістці має бути вказано, кого викликають у якості експерта, куди і до кого; дата і час явки, а також наслідки неявки. Експерт може бути викликаний також телефонограмою.

Закон не передбачає викладення в повістці будь-яких даних про справу, за якою особу викликають в якості експерта, але це не виключає можливості вказати (в разі необхідності) довідкові відомості (прізвище обвинуваченого, номер кримінальної справи тощо). Крім випадків, що не терплять зволікання, експерта не повинні викликати в неробочі та святкові дні і в нічний час. Експерта, що працює в експертній установі, викликають через керівника установи.

Допит експерта проводять відповідно до правил КПК України, тобто відповідно до правил допиту свідка, але, зрозуміло, з урахуванням відмінності процесуального положення свідка і експерта.

Перед допитом слідчий (у разі необхідності) повинен упевнитися в особистості експерта, роз'яснити експерту його обов'язки, передбачені КПК України (повторне роз'яснення прав необов'язково) і зробити про це відмітку в протоколі. Потім слідчий ставить перед експертом питання, які заносяться до протоколу. Навідні запитання не допускаються. Примус експерта до дачі певних свідчень шляхом погроз або інших незаконних дій з боку того, хто допитує експерта, тягне за собою кримінальну відповідальність згідно із Кримінальним кодексом України. Показання, отримані за допомогою таких дій, визнаються такими, що не мають доказової сили.

Експерт не може бути підданий допиту до дачі висновку. Показання експерта протоколюють за правилами, викладеними в КПК України. Питання, поставлені перед експертом при допиті, записують в протокол дослівно. Експерт має право викласти свої показання власноручно.

У суді експерта допитують після проголошення ним всього висновку. Допит експерта в суді є засобом перевірки правильності його висновку. Йому можуть бути задані питання для роз'яснення або уточнення даного ним висновку. Відповідно до КПК України питання експерту спочатку задають судді, а потім обвинувач, потерпілий, цивільний позивач, цивільний відповідач та їх представники, захисник і підсудний. Показання експерта заносять до протоколу судового засідання, вони є складовою частиною його висновку.

Якщо відповідь на питання вимагає додаткових досліджень, суд може надати експерту необхідний для цього час. У цьому випадку експерт повинен надати суду додатковий висновок.

У разі участі в експертизі кількох експертів суд, за відсутності між ними розбіжностей, може допитати одного з експертів на свій розсуд. При наявності ж розбіжностей між експертами суд допитує кожного з них.

2.3. Методика проведення інженерно-технічної експертизи при дослідженні електроустаткування виробничих підприємств

Методика проведення обстеження електроустаткування промислових підприємств

При проведенні досліджень з виявлення порушень при експлуатації електроустаткування важливе значення мають виявлені невідповідності заходів профілактики при проведенні обстеження та обслуговування електроустаткування (профілактично-технічне обстеження – ПТО) органами Держнагляду (інспекціями Держенергонагляду та Держпожнагляду) та їх виконання посадовими працівниками підприємств.

Так, згідно «Методики проведення ПТО електроустаткування виробничих підприємств» метою ПТО є виявлення можливих порушень та здійснення контролю за дотриманням протипожежних норм та правил щодо облаштування та експлуатації електроустановок. Метод ПТО полягає в огляді електрообладнання та перевірці відповідності його характеристик (облаштування, ступеня захисту та ін.) вимогам протипожежних норм та правил.

Етапи проведення ПТО електрообладнання:

- підготовка до обстеження;
- проведення обстеження;
- оформлення документів за результатами обстеження;
- організація та контроль за виконанням запропонованих заходів.

Перевірки при ПТО електрообладнання підлягають:

- трансформаторні підстанції та розподільні пристрої;
- зовнішні електроустановки та електромережі, споживачі;
- внутрішні електроустановки;
- евакуаційне та аварійне освітлення;
- захист від атмосферної та статичної електрики.

2.3.1. Підготовка до проведення ПТО електрообладнання

Перед проведенням ПТО інспектор має провести підготовчу роботу, яка може бути поділена на два етапи (до виходу на об'єкт та на об'єкті). Практика показує, що якісно проведена підготовча робота є запорукою успішного проведення ПТО.

1. Підготовка до виходу на об'єкт:

- ознайомлення з досліджуваною справою (ким і коли проводилося останнє обстеження, які були недоліки, які заходи пропонувалися та оцінки про їх виконання);
- вивчення пожежної небезпеки об'єкта, його технологічного процесу;
- вивчення фізико-хімічних властивостей речовини та матеріалів, що використовуються у виробництві (за довідковою літературою та технічною документацією);
- визначення класу зони основних приміщень об'єкта за ПУЕ, категорією блискавкозахисту;
- визначення можливого діапазону пожежо- та вибухонебезпечних характеристик виробничого процесу (за матеріалами досліджуваної справи);
- розгляд нормативних документів щодо цього виробництва;
- підбір нормативних документів, що регламентують загальні, окремі та особливі вимоги пожежної безпеки до електроустановок цього об'єкта;
- ознайомлення та підбір статистичних даних про причини пожеж на подібних об'єктах та на даному об'єкті зокрема;
- ознайомлення та уточнення системи енергопостачання об'єкта (за матеріалами проектної документації);
- погодження часу та дат проведення обстеження з керівником об'єкта та погодження про виділення працівників до складу комісії (головний енергетик, технолог та ін.);
- залучення за можливістю працівників енергонагляду; - підготовка необхідних нормативних документів та бланків.

2. Підготовка на об'єкті:

- нарада у керівництва об'єкта зі складом комісії для проведення ПТО, постановка необхідних для виконання завдань перед членами комісії;
- уточнення та конкретизація технологічного процесу виробництва, речовин та матеріалів, що використовуються у виробництві, їх пожежна небезпека;
- уточнення схеми електропостачання об'єкта, розташування електрообладнання;
- особливості його експлуатації;
- ознайомлення з організаційною та технічною документацією з питань забезпечення пожежної безпеки електроустановок об'єкта, а саме:
 - схеми силового та освітлювального електрообладнання, їх розрахункові таблиці та специфікація;
 - технічні паспорти на основне електрообладнання та апарати захисту;
 - технічні паспорти на захисне заземлення, протоколи та акти його перевірки;
 - акти та протоколи перевірки систем блискавкозахисту та захисту від розрядів статичної електрики;
 - накази та інша наказова документація з питань організації пожежної безпеки на об'єкті;
 - протоколи засідань пожежно-технічної комісії, графіки та журнал виконання планово-попереджувальних ремонтів;
 - інструкції для обслуговуючого персоналу з питань експлуатації електрообладнання із зазначенням заходів безпеки, протипожежних заходів;
 - акти на приховані роботи, протоколи вимірювання ізоляції та перевірки опору захисного заземлення;
 - проведення інструктажів та організація роботи комісії з проведення обстеження;
 - визначення послідовності перевірки електроустаткування.

2.3.2. Методика проведення ПТО електрообладнання промислових підприємств

Порядок та способи проведення ПТО. Порядок ПТО визначається інспектором Держпожнагляду разом з енергетиком (електриком) об'єкта та членами комісії. Він може бути:

- за ходом технологічного процесу;
- за ходом постачання електроенергії споживачам;

- за розміщенням будівель та споруд на об'єкті.

Способи обстеження можуть бути такі:

- візуальний огляд – застосовується при визначенні правильності виконання монтажу, відповідності підключення, місця встановлення та протипожежного стану електрообладнання;
- перевірочний розрахунок – застосовується для перевірки відповідності перерізу провідників струмовому навантаженню та відповідності апаратів захисту;
- контрольні вимірювання – застосовуються під час перевірки ступеня нагрівання, опору заземлення та ізоляції;
- перевірка документації – застосовується під час перевірки відповідності запроектованого встановленого електрообладнання, періодичність проведення ППР, якість ізоляції та опору захисного заземлення;
- бесіда з обслуговуючим персоналом – застосовується щодо відповідності експлуатації електрообладнання діючим нормам.

Проведення ПТО електрообладнання об'єкту. Під час проведення ПТО електрообладнання об'єкта необхідно:

- визначити кількість електроустановок, що підлягають обстеженню;
- з'ясувати послідовність проведення ПТО;
- визначити найбільш прийнятний для даного об'єкта спосіб обстеження;
- з'ясувати характеристику технологічного процесу та пожежо - вибухонебезпечні параметри середовища, в якому експлуатується електрообладнання;
- визначити клас зони в приміщенні або на зовнішній території;
- виявити фактичний стан, технічні параметри та ступінь пожежної небезпеки електрообладнання;
- за результатами виявлених параметрів визначити необхідний стан та параметри електрообладнання, які гарантують пожежну безпеку у цьому середовищі;
- порівняти фактичні та необхідні показники та зробити висновок про їх відповідність.

На основі зроблених висновків провести розробку протипожежних заходів щодо усунення виявлених недоліків.

У процесі обстеження особливу увагу звертати на (табл. 2.1):

Особливості проведення ПТО електрообладнання:

Електроустановки перебувають під напругою (виробництво під час обстеження не зупиняється).

Можлива наявність високого потенціалу на незаземлених металевих частинах електрообладнання внаслідок погіршення якості ізоляційних матеріалів струмовідних частин.

Наявність високонагрітих частин електроустаткування.

Можливе розміщення обладнання у важкодоступних місцях.

Наявність машин, що обертаються, і механізмів, що приводять їх у дію.

Таблиця 2.1

Практично-технічне обстеження електроустаткування

Назва заходів	Методичні вказівки
<i>1</i>	<i>2</i>
<i>Для внутрішніх електропроводок</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - відповідність марки, способу прокладання та перерізу дроту (кабелю); - матеріал жил провідників (мідь чи алюміній); - матеріал ізоляції, оболонки, покриття провідників (горючий, негорючий або не підтримує горіння); - відповідність перерізу жил провідників зі струмовим навантаженням (перевіряється вибірково); - наявність очевидних біло-коричневих смуг на штукатурці в місцях прихованих під штукатуркою прокладених дротів; - наявність додаткової негорючої ізоляції провідників з горючим зовнішнім покриттям, у разі їх прихованої прокладки в горючих пустотних перекриттях, підлогах, стінах і т.п. (перевіряється вибірково); - стан та періодичність перевірки ізоляції; - наявність відстаней між провідниками та трубопроводами (холодних, гарячих, з горючими речовинами); - наявність негорючих підкладок з азбесту або штукатурного розчину під провідниками з горючим зовнішнім покриттям у разі необхідності їх прокладання горючими поверхнями; - цілісність та щільність з'єднань між собою таких захисних оболонок дротів, як сталевих та пластмасових труб, металорукавів, та ін. при їх введенні в клемні пробки двигунів, корпуси світильників, у сполучних та розподільних коробках тощо 	<p>ПУЕ-17 гл. 1.3, 1.4; ДНАОП 0.00-1.32-01; ПУЕЕСУ; ППБвУ Р. 4; ПТЕС; ПТБУ</p>
<i>Для зовнішніх електропроводок</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - відповідність марки, перерізу, способу прокладання; - висота над проїздами та над непроїзжою частиною; - відстані дротів від конструкції будівлі, між собою та до землі 	<p>ПУЕ-17 гл. 1.3, 1.9, гл. 2.4, 2.5; ПТЕС; ПТБУ</p>
<i>Перевірка введення електропроводки до будівлі</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - відповідність марки, перерізу, способу введення; - наявність додаткової ізоляції в трубчастих введеннях при перетинах незахищених дротів між собою і при їх переходах крізь стіни, перегородки або покрівлю; - наявність апарату захисту; - відповідність відстані між дротами та землею чи покрівлею; - відповідність відстані між розташованими біля ізоляторів дротами та частинами будівель, що виступають 	<p>ПУЕ-17 гл. 1.3, 1.9, Р.2; ПТЕС; ПТБУ</p>

1	2
<i>Перевірка розподільних пристроїв (РЩ, РЩ, РП)</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - відповідність місця встановлення та виконання; - ступінь захисту оболонки від навколишнього середовища; - відповідність матеріалу корпусу; - наявність та цілісність ущільнювачів між нерухомим корпусом та дверцятами; - відсутність сторонніх, особливо струмовідних предметів, усередині корпусу; - стан слизких контактів рубильників, ножів та губок пружних контактів запобіжників; - відсутність не каліброваних плавких вставок; - щільність гвинтових (болтових) контактів у місцях з'єднань шин із провідниками, автоматами та ін. (перевіряється вибірково); - правильність закінчення електропроводки та її введення; - наявність та щільність з'єднань захисних заземлювальних провідників; - правильність виконання маркування; - наявність доступу та відповідність проходів для обслуговування та ремонту; - наявність схем підключення; - забезпеченість запірним пристроєм, комплектність; - огляд (огляди, ремонти) 	ПУЕ-17 гл. 1.3, 1.7, 1.8; ПТЕС; ПТБУ
<i>Перевірка електричних приладів та апаратів</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - відповідність виконання, місця встановлення, ступеня захисту оболонки; - відповідність вибору електропроводки та способу введення; - наявність та відповідність апарату для вимикання; - відстань від горючих матеріалів; - правильність встановлення 	ПУЕ-17 гл. 1.6, 1.8, гл. 3; ПТЕС; ПТБУ
<i>Перевірка світильників</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - ступінь захисту оболонки від довкілля; - рівень та вид вибухозахисту, група (підгрупа) та температурний клас; - наявність гачка, троса або кільця для підвішування без навантаження на електропроводи; - наявність та цілісність захисних ковпаків, відсутність їх перекосу; - наявність, цілісність та зміна кольору (під дією температури) пластмасових розсіювачів світла; - висота установки та відстань від займистих матеріалів, речовин та поверхонь; - наявність надлишкового гудіння дроселів люмінесцентних світильників або трансформаторів ПРА дугових ртутних ламп (одна з ознак їх перегріву); - наявність та цілісність гумових, пробкових та ін. ущільнювачів у місцях роз'ємних з'єднань захисних ковпаків з корпусом; - відповідність перерізу струмовідних провідників; - наявність щільних контактів у патронах та інших клеммах; - наявність, цілісність та належна щільність з'єднань захисних нульових або заземлюючих провідників; - наявність апаратів захисту; - відповідність схеми підключення; - огляд стану світильників (огляд, ремонт, очищення від пилу) 	ПУЕ-17 гл. 6.2, 6.3, 6.6; ПТЕС; ПТБУ

1	2
<i>Перевірка електродвигунів</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - ступінь захисту струмовідних та рухомих частин корпусів від навколишнього середовища або рівень та вид вибухозахисту, група (підгрупа) та температурний клас; - наявність та цілісність вентиляторів охолодження; - наявність вільних вентиляційних отворів у корпусі вентилятора; - відсутність перегріву корпусу; - не захищеність корпусу електродвигуна сторонніми матеріалами та предметами; - наявність та відповідність проходів для ремонту та обслуговування; - наявність та відповідність апаратів захисту; - відповідність вибору струмовідних провідників та правильність виконання їх введення; - щільність гвинтових (болтових) контактів у клемній коробці у місцях приєднання жил провідників (перевіряється вибірково); - відповідність схеми підключення; - відповідність відстані корпусів від горючих речовин, матеріалів та поверхонь; - наявність, цілісність, товщина та щільність з'єднань заземлюючих провідників; - огляд (огляди, ремонти) 	ПУЕ-17 гл. 1.7, 1.8; ПТЕС; ПТБУ
<i>Трансформаторні та перетворювальні підстанції</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - відповідність розташування (місце встановлення); - наявність припливної вентиляції; - відповідність та правильність введення кабелів та труб електропроводки; - наявність охолодження трансформаторів та відповідність вимогам; - відповідність ступеня захисту; - правильність введення кабелів та труб; - наявність та відповідність апаратів захисту 	ПУЕ-17 гл. 1.7, 4.1; ПТЕС; ПТБУ
<i>Електроустановки вантажопідйомних машин</i>	
<u>Електропроводки:</u> <ul style="list-style-type: none"> - відповідність марки; - вибір перерізу; - правильність прокладання; - правильність введення в електродвигуни, апарати тощо; - наявність маркування дротів, які підходять до затискачів клемних рейок та роз'ємних з'єднань 	ПУЕ-17 гл. 5.2 ПТЕС; ПТБУ
<u>Електричне освітлення:</u> <ul style="list-style-type: none"> - відповідність напруги живлення загального та ремонтного освітлення; - правильність увімкнення світильників; - відповідність виконання вилок та штепсельних розеток 	ПУЕ-17 гл. 1.7, 6.1, 6.2, 6.6; ПТЕС; ПТБУ
<u>Заземлення (занулення):</u> <ul style="list-style-type: none"> - відповідність виконання заземлювального провідника; - правильність вибору системи заземлення; - наявність заземлення кнопкового апарату управління; - наявність заземлення опалювального приладу кабіни крана; - органи управління; - правильність розташування; - наявність пристроїв для самоповороту в нульове положення; - наявність системи блокування у разі керування кількома постами 	ПУЕ-17 гл. 1.7; ПТЕС; ПТБУ

1	2
<p><u>Загальні вимоги:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - правильність здійснення електропостачання крана; - відповідність виконання електроустаткування (електродвигуни, апарати); - відповідність напруги живлення; - наявність окремого ремонтного загону (при необхідності); - наявність захисту неізольованих струмовідних частин 	<p>ПУЕ-17 гл. 1.2, 1.3, 1.4, 1.7; ПТЕС; ПТБУ</p>
<i>Електротермічні установки</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - відповідність виконання; - відповідність місця встановлення; - правильність вибору та введення електропроводки; - наявність та відповідність апаратів захисту; - наявність апаратів дистанційного управління; - наявність апаратів контролю температури; - наявність автоматичних регуляторів потужності; - відповідність системи водоохолодження; - відповідність відстані від горючих речовин та матеріалів; - наявність негорючих ізоляційних підставок; - компетентність обслуговуючого персоналу; - наявність відповідної документації (паспорта, графіків, інструкцій та журналів планово-попереджувальних ремонтів, протоколи вимірювань опору ізоляції); - огляд 	<p>ПУЕ-17 гл. 1.3, 1.4, 1.6; ПТЕС; ПТБУ</p>
<i>Електрозварювальні установки</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - відповідність виконання; - відповідність місця встановлення; - наявність та відповідність комунікаційних, вимірювальних приладів; - наявність апаратів захисту; - відповідність вибору провідників, їхнього розміру; - наявність, якість та відповідність перерізу заземлювальних провідників; - наявність та відповідність зворотного провідника; - відповідність способу живлення; - наявність первинних засобів пожежогасіння; - наявність документації (паспорт, графік планово-попереджувальних ремонтів); - огляд 	<p>ПУЕ-17 гл. 1.7; ПТЕ та ПТБ; ППБвУ Р.7; ПТЕС; ПТБУ</p>
<i>Пристрої захисту від статичної електрики</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - необхідність захисту; - правильність виконання захисту; - наявність у з'єднаннях перемичок, відповідність їх відстані; - наявність документації 	<p>ПУЕ-17 гл. 1.8; ППБвУ Р. 4; ПТЕС; ПТБУ</p>
<i>Пристрої блискавкозахисту</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - необхідність захисту; - правильність конструктивного виконання; - справність системи (цілісність струмоводів, опор); - відповідність висоти (перевірочний розрахунок); - відповідність розмірів зон захисту; - правильність виконання заходів із захисту від вторинних проявів блискавки та занесення високих потенціалів; - наявність документації (паспорт, протокол вимірювань опору заземлення) 	<p>ППБвУ Р. 3, Р. 4; РД 34.21.122- 87; СТО-083- 004-2010; ДСТУ EN 62305:2012; ПТЕС; ПТБУ</p>

Виходячи з цих особливостей при проведенні ПТО електрообладнання потрібно суворо дотримуватись правил безпеки праці, а саме:

- не відключати власноруч ніякі апарати, прилади та пристрої, робити це, при необхідності, тільки через обслуговуючий персонал об'єкта (чергового електрика);
- не торкатися голими руками електрообладнання, навіть за відсутності напруги (при необхідності користуватися гумовими рукавицями).

2.3.3. Оформлення результатів ПТО

Контроль за виконанням запропонованих заходів. Результати та отримані матеріали в процесі обстеження з недоліками слід узагальнити та обговорити з особами, відповідальними за експлуатацію електрообладнання, та розглянути їх з керівником об'єкта.

У цей час визначаються терміни виконання запропонованих заходів та усунення виявлених у процесі обстеження недоліків. За результатами ПТО інспектор зобов'язаний скласти розпорядження-документ, який пропонує усунення виявлених порушень протипожежних вимог. Інспектору слід суворо дотримуватись правил написання розпорядження (протипожежні заходи мають бути обґрунтовані, правильно аргументовані та відповідати вимогам чинних норм та правил).

Формулювання запропонованих заходів у розпорядженні ведеться у довільному порядку, але при цьому має бути однозначно зрозуміло де, що і яким чином має бути зроблено чи виконано.

Розпорядження складається безпосередньо на об'єкті в день обстеження. Але якщо обсяг запропонованих заходів значний, то розпорядження, як правило, оформляється в пожежній частині.

Припис вручається керівнику об'єкта під розписку, копія підшивається у справу на об'єкті, яка зберігається в інспекції пожежної частини. Контроль за виконанням запропонованих заходів проводиться згідно з планом роботи органу або підрозділу пожежної частини.

Робота, спрямована на усунення недоліків, має проводитися вже під час самого обстеження. Усі недоліки, які для усунення не потребують великого відрізка часу, повинні усуватися на місці. За іншими недоліками, для визначення термінів їх усунення, а також для знаходження альтернативних варіантів вирішення складних питань, необхідно через попереднє погодження з адміністрацією після обстеження скликати виробничу нараду за участю зацікавлених та уповноважених працівників відповідних служб об'єкта, які

стосуються проблем, що розглядаються.

Крім розпорядження за результатами обстеження можуть складатися такі документи:

- постанова про застосування заходів безпеки (зупинення роботи ділянки електромережі, заборона експлуатації електроприладу до припинення експлуатації об'єкта);
- протокол про порушення правил пожежної безпеки під час експлуатації несправного електрообладнання для притягнення винних осіб до адміністративної відповідальності (накладення штрафу).

При проведенні ПТО електрообладнання інспектору не потрібно обмежуватися лише складанням письмових документів, а й включати до загального ПТО проведення роз'яснювальної та пропагандистської роботи з персоналом та керівництвом об'єкта, та надавати допомогу керівникам у забезпеченні зразкового протипожежного стану на об'єкті. Отже, повнота та якість ПТО електрообладнання більшою мірою залежить від рівня професійної підготовки працівників, які проводять обстеження, та від його організації.

При виявленні фактичного стану електрообладнання рівень підготовки інспектора визначається:

- знанням характеристик та параметрів, що підлягають визначенню за кожним окремим видом електрообладнання;
- умінням кваліфіковано визначити стан будь-якого параметра електрообладнання, що впливає на рівень пожежної безпеки;
- знанням переліку нормативних документів, у яких наведено протипожежні вимоги до електрообладнання як за галузями виробництва, так і за видами обладнання;
- умінням швидко знаходити у нормах відповідні вимоги та грамотно їх пояснювати.

Таким чином, у процесі ПТО інспектор зобов'язаний показати себе висококваліфікованим спеціалістом та організатором, бути не лише принциповим та вимогливим, а й володіти запасом знань та умінь та, що дуже важливо, вміло поєднуючи методи примусу та переконання, переконувати керівників об'єктів, інженерно-технічних працівників у необхідності обов'язкового виконання вимог пожежної безпеки.

2.3.4. Методика визначення типу приміщення чи класу зони

Визначення типу приміщення або класу зони є важливим моментом під час перевірки відповідності електрообладнання навколишньому середовищу.

Кваліфіковане та однозначне визначення класу зони забезпечує

ефективний протипожежний захист об'єкта у сукупності з економічною доцільністю.

Тому працівники пожежної охорони під час виконання функцій контролю щодо дотримання протипожежних вимог і правил повинні вміти правильно, і однозначно визначати клас зони.

Для цього необхідно:

- вивчити та проаналізувати рівень пожежо-, вибухонебезпечного стану середовища та виробничо-технологічні умови, що його створюють за запропонованою схемою (табл. 2.2);
- на основі проведеного аналізу зробити спочатку попередній висновок, чи є в даному приміщенні чи відкритому просторі вибухонебезпечна чи пожежонебезпечна зона. Якщо такої немає, приміщення слід віднести до одного з наведених у загальній класифікації (сухе, вологе, вогке, жарке, запилене, з хімічно активним середовищем).

Таблиця 2.2

Визначення рівня пожежо-вибухонебезпечного стану об'єкту

Що перевіряється		Яким чином
<i>Для всіх матеріалів та речовин, що застосовуються (сировина, допоміжні матеріали та готова продукція) визначити</i>		
вид (рід) речовини: ГГ, ЛЗР, ГР, пила або дрібні волокна; тверді чи волокнисті горючі матеріали; смоло-, пасто-, клеєподібні горючі речовини		за допомогою технологічного регламенту
кількість матеріалу, що знаходиться у приміщенні згідно з технологією - максимальна в будь-який момент роботи		особистий зовнішній огляд
вибухонебезпечні параметри цих речовин	для ГГ, ЛЗР, ГР	температуру спалаху
		температуру самозаймання
		концентраційні межі загоряння
	для пилу або дрібних волокон	концентраційні межі загоряння
		температуру самозаймання
		температуру тління
	для твердих та волокнистих матеріалів	температуру самозаймання
		температуру тління
для смоло-, пасто-, клеєподібних композицій	температуру спалаху розчинника	
	температуру загоряння розчинника та ін складників	
<i>Для всіх технологічних операцій з вищеназваними речовинами та матеріалами визначити</i>		
сутність процесу (наливання, виливання, випаровування, змішування, розбризкування, розпилення, розрізання, склеювання, нанесення тощо)		за допомогою технологічного регламенту; особистим зовнішнім оглядом разом із технологіями
час дії процесу (постійний, періодичний або короткочасний)		
чи використовується відкритий вогонь, розжарені частинки або нагріті поверхні за нормального режиму роботи		

Диференціація зони приміщення згідно ПУЕ проводиться за такими ознаками:

1. Якщо в приміщенні або поза ним немає горючих матеріалів і речовин, то йдеться не про пожежо- або вибухонебезпечну зону, а про зону загальної класифікації. Визначення горючості або негорючості того чи іншого матеріалу проводиться зовнішнім оглядом, а в інших випадках потрібно звертатися до технологічного регламенту або спеціальних довідників з пожежної безпеки речовин та матеріалів.

2. Якщо йдеться про горючі речовини та матеріали, то потрібно визначити, чи становлять вони вибухонебезпеку або лише пожежну небезпеку, тобто вирішити, яка зона: вибухонебезпечна чи пожежонебезпечна.

Вибухонебезпеку можуть створювати:

- горючі гази;
- легкозаймисті рідини;
- горючий пил чи дрібні волокна до 65 г/м^3 ;
- горючі рідини, нагріті до температури понад $61 \text{ }^\circ\text{C}$.

Усі інші горючі речовини не створюють вибухонебезпечного середовища, тому вони є лише пожежонебезпечними.

3. Встановивши вид зони (вибухо- або пожежонебезпечна), можна визначити конкретний клас зони.

Для пожежонебезпечних зон достатньо знати:

- місце розташування зони;
- рід (вид) речовини.

Для вибухонебезпечних зон достатньо знати:

- місце розташування зони;
- рід (вид) речовини;
- умови, за яких можливе виникнення вибухонебезпечного середовища.

2.3.5. Особливості визначення класів зон у окремих випадках

Класифікація вибухонебезпечних зон згідно ПУЕ

Вибухонебезпечна зона класу 0 – простір, у якого вибухонебезпечне середовище є постійним або протягом тривалого часу.

Вибухонебезпечна зона класу 0 може бути лише у межах корпусів технологічного обладнання.

Вибухонебезпечна зона класу 1 – простір, у якого вибухонебезпечне середовище може створюватися у період нормальної роботи (тут і далі нормальна робота – ситуація, коли установка працює відповідно до своїх,

розрахункових параметрів).

Вибухонебезпечна зона класу 2 – простір, у якого вибухонебезпечне середовище за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо воно проявляється, то це буває рідко і тримається не довго. У цих випадках можливі аварії катастрофічних розмірів (розрив трубопроводів високого тиску або резервуарів великого об'єму) не слід розглядати під час проектування електроустановок. Частоту виникнення та тривалість вибухонебезпечного газу – пароповітряного середовища визначають за правилами (нормами) відповідних галузей промисловості.

Вибухонебезпечна зона класу 20 – простір, у якого під час нормальної експлуатації вибухонебезпечний пил у вигляді хмари постійно присутній або часто у кількості, достатній для створення небезпечної концентрації суміші з повітрям, та (або) простір, де можуть створюватися пильні шари непередбачуваної або надмірної товщини. Зазвичай це має місце у середині обладнання, де пил може формувати вибухонебезпечну суміш часто і за тривалий відрізок часу.

Вибухонебезпечна зона класу 21 – простір, у якого під час нормальної експлуатації ймовірність появи пилу у вигляді хмари у кількості, достатній для створення суміші з повітрям вибухонебезпечної концентрації.

Ця зона може включати простір поблизу місця порошкового заповнення або осадження і простір, де під час нормальної експлуатації можлива поява запилених шарів, які можуть створювати небезпечну концентрацію вибухонебезпечного пилоповітряного середовища.

Вибухонебезпечна зона класу 22 – простір, в якому вибухонебезпечний пил у завислому стані може рідко виявлятися та існувати не довго або в якому пар вибухонебезпечного пилу може існувати та створювати вибухонебезпечні суміші у разі аварії. Ця зона може включати простір поблизу обладнання, яке створює пил, який може звільнятися шляхом виходу та формування пилових утворень.

1. Якщо вибухонебезпечне середовище займає обсяг більше, ніж 5% вільного обсягу приміщення, вважається, що воно займає усе приміщення.

В іншому випадку розмір вибухонебезпечної зони (ВНЗ) обмежується радіусом 5 м від місця її утворення. Обсяг ВНЗ визначається відповідно до нормативних документів (Правила улаштування електроустановок (ПУЕ), Правила будови електроустановок (ПБЕ-2001), ДСТУ Б.В.1.1-36:2016).

2. ВНЗ класу 0 допускається відносити до класу 1 під час виконання таких заходів:

- виконання систем вентиляції із встановлених кількох агрегатів, коли при

зупинці одного з них решта має забезпечити необхідну продуктивність, а також рівномірність вентиляції по всьому об'єму приміщення;

- виконання автоматичної сигналізації, що діє у разі виникнення у будь-якій точці приміщення концентрації горючих газів та парів легкозаймистих рідин, що не перевищують 20% нижньої концентраційної межі запалювання.

3. За наявності у характеристиці середовища, що аналізується, ознак різних рівнів, приймаються всі протипожежні вимоги за всіма ознаками, якщо вони не дублюють одна одну. Наприклад, якщо приміщення з хімічно активним середовищем і в той же час зона в ньому є вибухонебезпечною, вимоги щодо вибухонебезпеки не можуть просто так «поглинути» вимоги їх захисту від агресивного хімічного впливу, якщо вони не однорідні і не високі за рівнем безпеки.

4. Нормальними умовами технологічного процесу вважаються такі умови, за яких він ведеться згідно з технологічним регламентом. Аварійними вважаються умови, які не передбачені технологією та є такими за своїм визначенням (наприклад, розрив трубопроводу з ЛЗР, перегрівання поверхні такого апарату тощо). Не вважаються ненормальними (аварійними) короточасні відкриття закритих апаратів з вибухонебезпечними речовинами (наприклад, для завантаження, розвантаження або контролю якості процесу, якщо це передбачено технологічним регламентом).

5. Слід зазначити, що до пожежонебезпечних зон та вибухонебезпечних зон належать лише виробничі та складські приміщення. До них не належать житлові, адміністративні та інші подібні приміщення.

6. Значних практичних труднощів вимагає диференціація вибухонебезпеки та пожежонебезпеки за наявності в зоні гарячого пилу та дрібних волокон або пуху. Тому у практиці траплялися випадки, коли у приміщеннях, віднесених до класу П-ІІ, виникали вибухи пилу під час шліфування, подрібнення, пневмотранспортування пилу.

В цілому вважається, що при дисперсності більше 400 мкм, пил не здатний до вибуху.

На вибухову здатність пилу впливає не тільки ступінь його дисперсності, а й вологість матеріалу та повітря навколо нього, швидкість пилеутворення, розмір часток шліфувальної шкірки (які часто змінюються).

Тому, при визначенні можливості утворення вибухонебезпечної суміші пального пилу потрібно виходити з найбільш несприятливих умов (найменша з можливих вологість матеріалу та повітря, найбільша з можливих дисперсність пилу, найбільша швидкість процесу утворення пилу тощо). Що стосується

граничної цифри 65 г/м³, що розмежує вибухонебезпечний пил від пожежонебезпечного, для практики (як показує досвід) достатньо взяти трохи пилу між пальцями, і, якщо при цьому пальці не відчують окремих частинок, то цей горючий пил можна вважати здатним утворювати у певних умовах вибухонебезпечну суміш. В іншому випадку пил є лише пожежонебезпечним.

7. Особлива увага має бути щодо металевого пилу (порошку), тому що сам метал може бути негорючим (чавун, алюміній тощо), проте його високодисперсний пил досить вибухонебезпечний, але в цих випадках діє не вищеназвана класифікація, а спеціальні норми та правила які доступні тим, хто цим займається, у тому числі і працівникам спеціальних протипожежних підрозділів та служб.

Класифікація вибухонебезпечних сумішей

Таблиця 2.3

Категорія вибухонебезпечних сумішей повітря з газами або парою

Категорія суміші	Найменування суміші	Значення БЕМЦ*, мм
II	промислові газы та пари	-
IIA		0,9 і більше
IIB		більше 0,5, але менше 0,9
IIC		0,5 і менше

*БЕМЦ - Безпечна експериментальна максимальна щільність

Таблиця 2.4

Групи вибухонебезпечних сумішей повітря з газами або парою

Групи вибухонебезпечних сумішей	Температура самозапалювання, °C
T1	вище 450
T2	від 300 до 450
T3	від 200 до 300
T4	від 135 до 200
T5	від 100 до 135
T6	від 85 до 100

Класифікація та маркування вибухозахищеного електрообладнання

Рівні вибухозахисту електрообладнання:

- електрообладнання (електротехнічний пристрій) підвищеної надійності проти вибуху – вибухозахищене електрообладнання, в якому вибухозахист забезпечується лише у певному режимі його роботи. Знак рівня – 2;
- вибухозахищене електрообладнання (електротехнічний пристрій) – вибухозахищене електрообладнання, у якого вибухозахист забезпечується як за нормального режиму роботи, так і за ймовірних пошкоджень, що припускається умовами експлуатації, крім пошкоджень засобів

вибухозахисту. Знак рівня – 1;

- особливо вибухонебезпечне електрообладнання (електротехнічний пристрій) – вибухозахищене електрообладнання, в якому щодо вибухозахищеного електрообладнання (електротехнічного пристрою) використовуються додаткові заходи вибухозахисту, які передбачені стандартами на види вибухозахисту. Знак рівня – 0.

Умовні позначення видів вибухозахисту

вибухонепроникна оболонка «d»	ДСТУ EN 60079-1:2019
заповнення або продування оболонки інертним газом із надлишковим тиском «р»	ДСТУ EN 60079-2:2017
іскробезпечне електричне коло і	ГОСТ 22782.5
кварцове заповнення оболонки «q»	ДСТУ EN 60079-5:2017
масляне заповнення оболонки «o»	ДСТУ EN 60079-6:2017
захист виду «e»	ДСТУ EN 60079-7:2017, ДСТУ EN 60079-7:2019
спеціальний вид вибухозахисту S	ГОСТ 22782.3
захист виду «m»	ДСТУ EN 60079-18:2017, ДСТУ EN 60079-18:2019
захист виду «n»	ДСТУ EN 60079-15:2017

Таблиця 2.5

Підгрупи електрообладнання групи II з видами вибухозахисту «вибухонепроникна оболонка» та (або) іскробезпечне електричне коло

Група електроустаткування	Підгрупа електроустаткування	Категорія вибухонебезпечної суміші, для якої електрообладнання є вибухозахищеним
II	-	IIA, IIB, IIC
	IIA	IIA
	IIB	IIA, IIB
	IIC	IIB, IIC, IIC

Знак II застосовується для електроустаткування, яке не поділяється на підгрупи.

Таблиця 2.6

Температурні класи електроустаткування групи II

Температурний клас електрообладнання	Гранична температура, °C	Група вибухонебезпечних сумішей, для яких електрообладнання є вибухозахищеним
T1	450	T1
T2	300	T1, T2
T3	200	T1-T3
T4	135	T1-T4
T5	100	T1-T5
T6	85	T1-T6

Таблиця 2.7

Приклади маркування вибухозахищеного електрообладнання

Рівень вибухозахисту	Вид вибухозахисту	Група (підгрупа)	Температурний клас	Маркування вибухозахисту
електро-устаткування підвищеної надійності проти вибуху	захист виду «е»	II	T6	2ExeIIT6
	захист виду «е» та непроникна оболонка	IIВ	T3	2ExedIIВT3
	іскробезпечне електричне коло	IIС	T6	2ExicIICT6
	продув оболонки надлишковим тиском	II	T6	2ExpIIT6
електро-устаткування підвищеної надійності проти вибуху	вибухонепроникна оболонка та іскробезпечне електричне коло	IIВ	T5	2Exai _c IIВT5
вибухобезпечне електрообладнання	вибухонепроникна оболонка	IIА	T3	1ExdIIAT3
	іскробезпечне електричне коло	IIС	T6	1ExibIICT6
	продування оболонки надлишковим тиском	II	T6	1ExeIIT6
	захист виду «е»	II	T6	1ExeIIT6
	кварцове наповнення	II	T6	1ExqIIT6
	спеціальний	II	T6	1ExsIIT6
	спеціальна та вибухонепроникна оболонка	IIА	T6	1ExsIIAT6
особливо вибухобезпечне електрообладнання	іскробезпечне коло	IIС	T6	OExiaIICT6
	іскробезпечне коло та вибухонепроникна оболонка	IIА	T4	OExia _d IIAT4
	спеціальне та іскробезпечне коло	II	T4	OExsiaIICT4
	спеціальний	II	T4	OExsIIT4

До маркування вибухозахисту електрообладнання у зазначеній нижче послідовності входять:

- знак рівня вибухозахисту електрообладнання (2, 1, 0);
- знак Ex, який вказує на відповідність електрообладнання стандартам на вибухозахищене електрообладнання;
- знак виду вибухозахисту (d, p, i, q, o, e, s, m, n);
- знак групи або підгрупи електрообладнання (II, IIА, IIВ, IIС);

- знак температурного класу електрообладнання (Т1, Т2, Т3, Т4, Т5, Т6).

У маркуванні вибухозахисту можуть мати місце додаткові знаки та написи відповідно до стандартів на електрообладнання з окремими видами вибухозахисту.

У маркуванні іскробезпечних знаків кола – знаки а, в, с.

Знак «Х», який може мати місце після позначення маркування вибухозахисту електротехнічного пристрою, означає, що в експлуатаційній документації на нього вказані особливі умови монтажу та (або) експлуатації, пов'язані із забезпеченням його вибухозахисту.

Таблиця 2.8

Клас зони приміщення суміжного із вибухонебезпечною зоною іншого приміщення

Клас вибухонебезпечної зони	Клас зони приміщення, суміжного з вибухонебезпечною зоною іншого приміщення та відокремленого від нього	
	стіною (перегородкою) з дверима, що знаходяться у вибухонебезпечній зоні	стіною (перегородкою) без прорізів або з прорізами, обладнані тамбур-шлюзами або дверима, що знаходяться поза вибухонебезпечною зоною
1	2	не вибухо - і не пожежонебезпечна зона
2	не вибухо - і не пожежонебезпечна зона	не вибухо - і не пожежонебезпечна зона
21	22	не вибухо - і не пожежонебезпечна зона
22	не вибухо - і не пожежонебезпечна зона	не вибухо - і не пожежонебезпечна зона

Вибір електроустановлення

Таблиця 2.9

Допустимий рівень вибухозахисту та ступінь захисту оболонки електричних світильників (стаціонарних та переносних) залежно від класу вибухонебезпечної зони

Клас вибухонебезпечної зони	Рівень вибухозахисту та ступінь захисту
0	особливо вибухонебезпечне електрообладнання
1	вибухобезпечне електрообладнання
2	підвищена надійність проти вибуху з видом захисту «п». Дозволяється застосовувати світильники, у яких відсутні засоби вибухонебезпеки за умови, що максимальна температура поверхні світильника не перевищує значень, наведених у ДСТУ 7113:2009. Ступінь захисту – IP54. Умови використання таких світильників мають бути узгоджені у встановленому порядку. Світильники з люмінесцентними лампами відповідно до ДСТУ EN 60598-1:2017 та ДСТУ EN 60598-2-2:2016 повинні мати рівень захисту не нижче IP53
20	особливо вибухобезпечне та вибухобезпечне електрообладнання (за умови дотримання вимог ДСТУ 7113:2009)
21	електроустановлення підвищеної надійності проти вибуху (за умови дотримання вимог ДСТУ 7113:2009)
22	без засобів вибухозахисту (за умови дотримання вимог ДСТУ 7113:2009) оболонки зі ступенем захисту не менше IP54

Таблиця 2.10

Допустимий рівень вибухозахисту та ступінь захисту оболонки електричних машин (стаціонарних та пересувних) залежно від класу вибухонебезпечної зони

Клас вибухо-небезпечної зони	Рівень вибухозахисту та ступінь захисту
0	особливо вибухонебезпечне електрообладнання
1	вибухобезпечне електрообладнання
2	підвищена надійність проти вибуху
20	особливо вибухобезпечне та вибухобезпечне електрообладнання (за умови дотримання вимог ДСТУ 7113:2009)
21	вибухобезпечне електрообладнання (за умови дотримання вимог ДСТУ 7113:2009)
22	без засобів вибухозахисту (за умови дотримання вимог ДСТУ 7113:2009). Ступінь захисту IP54. Частини машин, які дають іскріння (наприклад, контактні кільця), повинні бути замкнуті в оболонку зі ступенем захисту не менше IP54

Таблиця 2.11

Мінімальна відстань до перешкоди від вибухозахисного фланця в залежності від підгрупи газу (пара)

Категорія вибухонебезпеки газу (пара)	Мінімальна відстань, м
ПА	10
ПВ	30
ПС	40

Таблиця 2.12

Допустимий рівень вибухозахисту та ступінь захисту оболонки електричних апаратів та приладів (стаціонарних, пересувних та переносних) залежно від класу вибухонебезпечної зони

Клас вибухонебезпечної зони	Рівень вибухозахисту та ступінь захисту
0	особливо вибухонебезпечне електрообладнання
1	вибухобезпечне електрообладнання
2	підвищена надійність проти вибуху. Допускається застосування електрообладнання без засобів вибухозахисту для апаратів та приладів, які не іскряться і не нагріваються вище +80 °С в оболонці зі ступенем захисту не менше IP54
20	особливо вибухобезпечне та вибухобезпечне електрообладнання (за умови дотримання вимог ДСТУ 7113:2009)
21	вибухобезпечне електрообладнання (за умови дотримання вимог ДСТУ 7113:2009)
22	без засобів вибухозахисту (за умови дотримання вимог ДСТУ 7113:2009). Оболонки зі ступенем захисту не менше IP54

Мінімально допустима відстань від окремо побудованих розподільчих пунктів і подільчих станцій (РП, ПС) до приміщень із вибухонебезпечними зонами та зовнішніх вибухонебезпечних установок

Приміщення з вибухонебезпечними зонами та зовнішніми вибухонебезпечними установками, до яких призначається відстань	Речовини, що використовуються	Відстань від РП, ПС, м	
		розташованих у електрощитовому приміщенні	відкритих
приміщення, які не звернені до РП, ПС вогнетривкою стіною без прорізів	важкі гази	10	15
	легкі гази, ЛГР, перегріті ГР, пил, волокна	не нормується	0,8
приміщення, які звернені до РП, ПС вогнетривкою стіною з прорізами	важкі гази	40	60
	легкі гази, ЛГР, перегріті ГР, пил, волокна	6	15
зовнішні вибухонебезпечні установки, зокрема проміжні ємності	важкі гази	60	80
	легкі гази, ЛГР, пил, волокна	12	25
резервуари, газгольдери	важкі гази	80 (40)	100
	легкі гази	40 (20)	60
зливно-наливні естакади із закритим зливом-наливом	зріджені гази	80 (40)	100
	ЛГР	15 (15)	25
зливно-наливні естакади з відкритим зливом-наливом	ЛГР	30 (30)	60

При проведенні експертних досліджень з визначення причин та наслідків травмування, аварійності в результаті незабезпечення безпеки експлуатації електроустановок важливе значення має комплексний підхід та послідовність їх виконання.

Враховуючи вимоги таких актів, як «Правила улаштування електроустановок» (затверджені Наказом Міненерговугілля України від 21.07.2017 р. № 476); НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» (затверджено наказом Держнаглядохоронпраці від 09.01.1998 р. № 4); НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» (затверджено наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 21.06.2001 р. № 272); «Правила пожежної безпеки в Україні» (затверджено Наказом Міністерства внутрішніх справ України від 30.12.2014 р. № 1417), проведення таких досліджень повинно включати:

- вивчення наданих матеріалів розслідування та слідчих дій (матеріали на основі постанов);
- проведення обстежень за участю органів слідства та Держнагляду об'єкта

дослідження, які включають вивчення обстановки, що склалася на місці виникнення аварійної ситуації;

- встановлення і дослідження безпосередньої (технічної) причини виникнення аварійної ситуації;
- вивчення і правильне використання матеріальних слідів в якості речових доказів для встановлення безпосередньої (технічної) причини;
- вивчення організаційних заходів з забезпечення експлуатації електроустановок (підготовка та компетентність працівників з обслуговування та експлуатації електроустановок), протоколи та акти перевірок устаткування на допуск до експлуатації, накази, інструкції, правила на виробництві та ін.;

Таблиця 2.14

Допустимі способи прокладання кабелів у вибухонебезпечних зонах

Способи прокладання кабелів	Клас вибухонебезпечної зони, в якій допускаються прокладання кабелю		Примітки
	броньований	неброньований	
<i>Вибухонебезпечні установки у приміщеннях</i>			
відкритий: на кабельних конструкціях, лотках, тросах, вздовж будівельних конструкцій, інше	0*, 1, 2, 20*, 21	2**, 22	
у коробах: перфорованих, не перфорованих (суцільних)	0*, 1, 2, 20*, 21	2**, 2, 22	
у каналах: не засипаних піском, ґрунтом, засипаних піском, ґрунтом, пилом, ущільнених (наприклад, покритих асфальтом)	1	2	див. ДСТУ 7113:2009 при легких газах, при важких газах та парах
	1	2	
	21	22	
у сталевих трубах, герметичних металорукавах	-	всі класи	див. ДСТУ 7113:2009
<i>Зовнішні вибухонебезпечні установки</i>			
відкритий: на кабельних конструкціях, лотках, в перфорованих коробах, вздовж будівельних конструкцій та інше	0*, 1	2***	
у каналах: не засипаних піском, ґрунтом, засипаних піском, ґрунтом	-	2	при легких газах
	-	2	при важких газах
у ґрунті (траншеї) ті ж за відсутності механічної та хімічної дії	1, 2	-	
	-	2***	

Примітка. * У зонах 0 та 20 повинна використовуватися трубна електропроводка. При відкритій прокладці кабелю у вибухонебезпечних зонах класів 0 і 20 необхідно передбачати додатковий захист відповідно до умов навколишнього середовища (механічний, хімічний, електричний).

** Мережі освітлення, що прокладаються вище 2 м над рівнем підлоги. Мережі напругою до 1000 В.

*** У разі механічного впливу неброньовані кабелі слід прокладати у вибухонебезпечних зонах класу 2 у неперфорованих (суцільних) коробах або сталевих трубах.

- виявлені недоліки при проведенні ПТО органів нагляду та службового контролю, виконання приписів допущених порушень;
- ознайомлення з системою електрозабезпечення підприємства (перевірка документації на електроустаткування та відповідність його експлуатації);
- опитування співробітників з обслуговування електроустаткування (в присутності органів слідства);
- ознайомлення з технологічним процесом, в якому було задіяно електроустаткування; перевірка технічних засобів захисту (візуальний згідно документації, контрольні вимірювання, перевірочний розрахунковий);
- при виникненні травмування або загибелі людей – визначення причетності електроустаткування до цієї події.

До теперішнього часу при проведенні досліджень використовується ціла низка методик та методичних підходів, які в цілому направлені на визначення аварійності в роботі електроустаткування при визначенні причинно-наслідкових зв'язків, пов'язаних з виникненням пожеж.

Це пов'язане з тим, що наведена статистика свідчить про причетність аварійних режимів у роботі електроустаткування до пожеж.

Тому при комплексній оцінці наслідків порушень в роботі електроустаткування слід визначити особливості та причини виникнення пожеж.

Розділ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗІ ВСТАНОВЛЕННЯ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖІ ВНАСЛІДОК ПОРУШЕНЬ В РОБОТІ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ

3.1. Мета і завдання дослідження місця пожежі

Метою дослідження місця пожежі є виявлення характерних слідів зони горіння, теплового впливу і задимлення і визначення за ними меж і форм розвитку пожежі, виявлення ознак осередка виникнення пожежі, слідів і речових доказів, що вказують на безпосередню (технічну) причину виникнення пожежі, та інших факторів і обставин, що мають значення для даної кримінальної справи.

При цьому, *встановлення безпосередньої (технічної) причини виникнення пожежі експертом здійснюється в три послідовні етапи:*

- вивчення обстановки, що склалася на місці пожежі до її виникнення;
- встановлення і дослідження осередка пожежі;
- висунення і дослідження версій про безпосередні (технічні) причини пожежі.

Дослідження обстановки, що склалася на місці перед пожежею, є особливо необхідним, якщо викликані нею руйнування є максимальними, тобто коли сталося обвалення конструкцій і об'єкта. У подібних випадках не може, а іноді виключається можливість встановлення осередка пожежі за станом конструкцій та матеріалів, в зв'язку з чим зростає значення ретельного дослідження даних і умов, що характеризують обстановку перед пожежею, які зазвичай визначаються специфічними особливостями об'єкта.

Визначення причини пожежі у будь-якому випадку можливо тільки тоді, коли правильно встановлено осередок його виникнення. Не маючи хоча б приблизного уявлення про становище осередка пожежі, важко, а зазвичай і неможливо, визначити її причину. Тільки точно встановивши, де саме виникло горіння, можна вирішити питання про причини, які його викликали, виключити ті версії, які не пов'язані з встановленим положенням осередка.

Особливе значення при дослідженні пожежі та причини її виникнення має своєчасний і якісний огляд місця події (пожежі) із залученням для цих цілей відповідних фахівців.

Своєчасне, технічно і тактично грамотне виконання огляду, застосування в ході його сучасних засобів, прийомів і методів з використанням спеціальних знань в пожежній справі дозволяє виявити, закріпити, вивчити і правильно використовувати матеріальні сліди в якості речових доказів для встановлення безпосередньої (технічної) причини виникнення пожежі, наявності або відсутності ознак складу злочину, а також винність або невинність певних осіб.

Огляд місця пожежі є не тільки невідкладною, а й незамінною слідчою дією, тому що можливість безпосереднього вивчення і сприйняття обстановки, її багатьох істотних для дослідження деталей не може бути компенсовано самими детальними показаннями свідків або іншими матеріалами справи.

При розслідуванні справ про пожежі саме з огляду місця пожежі починають роботу з виявлення ланцюга доказів, необхідних для визначення її причини, встановлення і викриття винних в її виникненні. Огляд місця пожежі має свої особливості, які вимагають від виконавців спеціальної кваліфікації, високої об'єктивності і ретельності у роботі.

Як показує практика, огляд місця пожежі включає в себе три головних завдання: *виявлення* слідів і речових доказів; *з'ясування* обстановки та інших обставин, що мають значення для справи; *фіксація* всього наявного на місці події у тому вигляді, в якому знайдене спостерігалось в останній момент огляду.

Якщо огляд місця пожежі здійснювали за участю експерта, то завдання експерта, поряд з перерахованим, досліджувати місце пожежі за характерними слідами і ознаками горіння, виявити форми і межі зон горіння, теплового впливу, задимлення, ознаки осередка виникнення пожежі.

Виявлення – це активний пошук і встановлення фактичних даних на місці пожежі зоровим відчуттям і технічними засобами (за допомогою збільшувальних луп, світлофільтрів, індикаторів, ультрафіолетових променів тощо).

З'ясування – це застосування ряду логічних методів і прийомів при вивченні об'єктів огляду: виміром, обчисленням, описом, побудовою геометричних фігур і графіків, порівнянням, експериментом, моделюванням обстановки, яка була до пожежі і т.д.

Фіксація – це точний і повний опис стану і властивостей об'єктів у протоколах огляду місця пожежі, вилучення речових доказів з місця пожежі, в планах, на кресленнях, схемах фотографуванням, кінозйомкою і т.д.

При огляді місця пожежі вирішуються наступні завдання:

- конструктивно-планувальне виконання об'єкта, тобто будівельні та конструктивні особливості будівлі, споруди, що мають відношення до особливостей розвитку, гасіння та наслідків пожежі. До числа цих особливостей відносяться: число і планування поверхів, загальна висота, розміри в плані; матеріал і конструкція зовнішніх і внутрішніх капітальних стін, колон, опор, перегородок, надпідвальних, міжповерхових і горищних перекриттів, внутрішніх сходів, ферм, крокв, прогонів, обрешітки покриття, покрівлі,

протипожежних стін, дверей тощо; наявність і стан системи опалення, освітлення і вентиляції; наявність і стан шахт, прорізів, комунікацій та інших отворів, що зв'язують поверхи і приміщення один з одним; відстань до сусідніх будівель (споруд, установок), ступінь вогнестійкості останніх або матеріал стін і покрівлі; інші дані будівельно-конструктивного характеру, що мають відношення до причини пожежі, поширенню вогню і диму, рятування людей, проведення робіт з гасіння пожежі;

- наявність і стан електромереж, електроустановок та газового господарства, а саме: відповідність електромереж та електрообладнання правилам улаштування електроустановок; правильність монтажу електромереж, їх технічний стан і захист на об'єкті пожежі найближчої трансформаторної підстанції, яка живить цей об'єкт; правильність монтажу блискавкозахисту і заземлення, а також газових мереж, інших електроустановок та обладнання, які могли вплинути на виникнення, розвиток і гасіння пожежі; правильність монтажу установок, обладнання, приладів, які здатні накопичувати і утворювати статистичну електрику в процесі роботи;
- стан протипожежного водопостачання, автоматичних (напівавтоматичних) засобів виявлення, сповіщення і гасіння пожежі, а також засобів зв'язку, а саме: місця розташування внутрішніх пожежних кранів, місця знаходження напірних рукавів і стволів, а також інших первинних засобів пожежогасіння після пожежі; технічний стан автоматичних установок виявлення і сповіщення про пожежу, тип датчиків, кількість спрацювавших датчиків, номери променів, план їх розміщення, наявність, характеристика автоматичних (напівавтоматичних) засобів гасіння пожеж, план розміщення датчиків, місця їх спрацювання; характеристика засобів зв'язку, місця їх розташування;
- розвиток пожежі, поведінку будівельних конструкцій і матеріалів в умовах пожежі, а саме: наявність і характер обвалень, деформацій, форма, розміри; ступінь деформації, обвалення або вигорання; інші явища, що відбувалися під час пожежі і ступінь їх впливу на розвиток і гасіння пожежі. При вирішенні даного завдання експертом досліджується кожна конструкція, її будівельна характеристика, особливості поведінки в умовах горіння, теплового впливу, задимлення, відображені на ній після пожежі;
- виявлення і фіксація ознак осередка пожежі і спрямованості поширення горіння, меж переходу зони горіння в зону теплового впливу, зони теплового впливу в зону задимлення;
- виявлення, фіксація, вилучення та забезпечення збереження предметів, які можуть бути речовими доказами у справі;

- збір даних, що відображають обставини, за якими склалася причина пожежі, виникла і розвивалася пожежа, відбувалося її виявлення і гасіння;
- за сукупністю прямих і непрямих ознак встановлення місця (осередка) виникнення пожежі.

При огляді місця пожежі можуть бути вирішені й інші завдання, але всі вони впливають із специфіки об'єкта, де виникла пожежа.

Слід підкреслити, що незалежно від ступеня руйнувань, завданих пожежею, у будь-якому випадку огляд місця пожежі може призвести до позитивних результатів.

Можливість отримання при огляді даних для висновків про положення осередка пожежі обумовлюється закономірним утворенням ознак, що відображають особливості горіння на пожежах. Ознаки осередка, спрямованість горіння є специфічними характерними і закономірними доказовими фактами. Виявлення, дослідження і фіксація їх складають основну та найбільш складну частину роботи як при слідчому, так і експертному оглядах місця пожежі.

Але навіть при успішному вирішенні цього завдання треба не забувати, що на стадії огляду місця пожежі поспішний висновок про положення осередка пожежі тільки за характером уражень може виявитися помилковим.

Кваліфіковано проведений огляд місця пожежі може багато в чому сприяти вивченню обставин, які відбувалися перед пожежею, за якими протікало горіння, була виявлена і ліквідована пожежа.

При огляді місця пожежі, поряд з отриманням певних фактичних даних, а також відомостей, що сприяють вивченню обстановки, що передуює пожежі, нерідко з'ясовуються і нові обставини справи.

Обов'язковою умовою проведення кваліфікованого огляду місця пожежі є ретельна підготовка до нього.

Підготовка до проведення огляду місця пожежі полягає у попередньому ознайомленні з наявними матеріалами; підборі та вивченні відповідної літератури, правил пожежної безпеки та інших нормативних документів; підготовці необхідних приладів і апаратури.

Попереднє ознайомлення з наявними матеріалами особливо важливо для експерта, коли його залучають для участі у додатковому огляді місця пожежі. Вивчення матеріалів кримінальної справи, а особливо протоколу огляду (складеного без участі експерта) дозволяє помітити недоліки і упущення при його складанні, намітити послідовність і схему додаткового огляду, усунути недоліки раніше проведеного огляду і суттєво доповнити його.

Вивчення відповідної літератури, правил пожежної безпеки та інших

нормативних актів дозволяє більш цілеспрямовано досліджувати наслідки пожежі, виявляти і фіксувати наявні порушення, тобто процесуально закріплювати їх протоколом огляду місця пожежі.

У підготовку необхідних приладів і апаратури входить зарядка плівки фотоапарата, перевірка справності переносних приладів – газоаналізатора, ультрафіолетового освітлювача, індикатора напруги, індикаторних порошків, жиророзчинних барвників і т.п.

Порядок проведення огляду залежить від особливостей будівлі або приміщення, в яких сталася пожежа. Огляд місця пожежі, що сталася в виробничому приміщенні, може відрізнятися від огляду місця пожежі, що виникла, наприклад, в тваринницькому приміщенні і т.д. Отже, підготовка до проведення огляду місця пожежі може бути різною. Однак загальним правилом для всіх оглядів є попереднє вивчення всіх тих матеріалів, які можуть полегшити виконання огляду.

Після зазначеної вище відповідної підготовки можна приступити до огляду і дослідженню місця пожежі.

3.2. Методика проведення досліджень місця пожежі

Огляд і дослідження місця пожежі повинні бути зроблені в найкоротші терміни після пожежі, в будь-який час доби незалежно від погодних умов.

Перш ніж приступити до огляду і дослідженню, необхідно ознайомитися з обставинами, видалити сторонніх осіб, забезпечити охорону місця пожежі, збереження речових доказів і слідів, опитати очевидців пожежі та інших осіб, які можуть дати відомості про виникнення пожежі та обставини, які передували виникненню пожежі.

У кожному конкретному випадку схему огляду і дослідження місця пожежі вибирають з урахуванням специфіки об'єкта і досвіду професійної підготовки слідчого та експерта.

Ділянку, що підлягає огляду, можна умовно розділити на дві зони: територія, прилегла до об'єкта пожежі; об'єкт, тобто місце, в межах якого відбувся розвиток пожежі.

Експертна практика показує, що дослідження і огляд найчастіше доцільно починати з першої зони, тобто з території, прилеглої до об'єкта пожежі. У межах цієї зони здійснюють пошук, виявлення і фіксацію слідів перебування сторонніх осіб, речових доказів, що вказують на безпосередню (технічну) причину виникнення пожежі. Розміри цієї зони визначають з урахуванням специфіки об'єкта і передбачуваних слідчих та експертних версій про причини пожежі.

Наприклад, якщо на об'єкті, де виникла пожежа, виявлені речові докази з ознаками аварійного режиму роботи електромережі, то в першу зону огляду повинна бути включена і найближча трансформаторна підстанція, яка живить даний об'єкт електроенергією. Об'єктами огляду і дослідження на трансформаторній підстанції будуть апарати захисту на лінії, яка живить об'єкт, їх технічний стан, спосіб прокладки, тип і переріз електропроводки, відстань до об'єкта пожежі.

Центром місця події на пожежі є встановлений або ймовірний осередок виникнення пожежі.

В одному випадку огляд доцільно починати з того місця, яке менше за інших піддалося горінню і впливу високих температур. Потім переходити від менш обвугленого предмета до більш обвугленого і передбачуваного осередка (місця) виникнення пожежі. Така послідовність огляду може дозволити більш зосереджено й ефективно оглянути місце пожежі. Разом з цим така обрана схема огляду дозволяє виявити межі переходу однієї зони розвитку пожежі в іншу, визначити їх форми, які при експертному дослідженні можна застосувати для визначення осередка виникнення пожежі.

В іншому випадку доцільно послідовно оглядати спочатку всі будівельні конструкції, а потім все обладнання.

Іноді зручніше спочатку закінчити всю роботу в певному приміщенні або частині будівлі, потім переходити на іншу ділянку.

Найбільш доцільно почати дослідження всіх можливих шляхів поширення горіння за рахунок конвекції з передбачуваного осередка пожежі для вирішення питань про причини утворення ознак, що вказують на осередок виникнення пожежі або пояснюють їх за рахунок особливостей розвитку пожежі на даному об'єкті або в даному конкретному місці.

При цьому: *«Виявивши один слід осередка виникнення пожежі – шукай інші»*; тільки за сукупністю прямих і непрямих ознак можна досить переконливо стверджувати, що осередок виникнення пожежі знаходиться саме в цьому місці.

Не можна виробити якусь одну схему огляду. Метод і послідовність огляду залежать від конкретних умов, загальної картини і обставин, від характеру пожежі, і особа, яка проводить огляд, на місці пожежі орієнтується, звідки їй почати огляд і саме як його проводити. Огляд необхідно проводити ретельно і кваліфіковано, тому що дослідження буде багато в чому залежати від якості огляду, і недбалість або неуважність може негативно позначитися на подальший хід в процесі експертного дослідження.

Від експерта при огляді потрібен прояв зосередженості, уваги і спостережливості. Все, що виявлено на місці пожежі, в тій чи іншій мірі залежить одне від іншого і взаємозумовлено. Тому не можна проведення огляду обмежувати вузькими рамками всього побаченого.

В процесі огляду всі предмети і об'єкти повинні бути піддані всебічному розгляду з метою підготовки вихідного матеріалу для експерта і до майбутнього встановлення причини пожежі. На підставі результатів огляду експерт встановлює причинні зв'язки між окремими явищами, складає попередню думку про значення тих чи інших об'єктів і явищ для встановлення причини пожежі, виявляє частину ознак, властивих певній причині виникнення пожежі, частину з них відкидає, як ті, що не мають причинно-наслідкових зв'язків.

При огляді місця пожежі необхідно звертати увагу й на негативні обставини, що суперечать сутності процесу горіння під час пожежі або інших факторів і обставин.

До негативних обставин зазвичай відносять невідповідність пожежонебезпечних властивостей легкозаймистих речовин (ЛЗР) і горючих речовин (ГР), дерев'яних конструкцій та інших горючих предметів явищ, які спостерігаються на місці пожежі. Наявність подібних негативних обставин виявляє цінні дані для подальшого успішного розслідування справи. Необхідно мати на увазі, що особи, які вчиняють протиправні дії, не завжди ретельно продумують і передбачають їх, тому на місці пожежі в процесі огляду нерідко виявляють різні протиріччя і негативні обставини.

Негативні обставини можуть бути виявлені при огляді та дослідженні обставин на місці пожежі і зіставленні явищ, що спостерігаються з тими, які могли б мати місце в даному випадку і за даних обставин. Наприклад, від полум'я сірника при попаданні його на горизонтальну поверхню не можуть спалахнути дерев'яні дошки підлоги і паркет, дерев'яні деталі великого перерізу (колони, стовпи), які довго пручаються початковому горінню і дуже рідко повністю знищуються пожежею.

Відомо, що м'які породи деревини горять значно швидше твердих і, природно, дуб при однакових умовах горіння обгорить менше, ніж сосна або ялина. Ці особливості вигорання деревини різних порід необхідно враховувати при дослідженні місця пожежі.

Дерев'яні підлоги загоряються повільно і починають горіти не з верхньої суцільної горизонтальної поверхні, а по краях і в щілинах, найчастіше на стиках. Горіння найбільш інтенсивно поширюється у напрямку висхідних

конвективних потоків, тому сліди обвуглювання на рівні підлоги найчастіше вказують на осередкові ознаки. Підлога під меблями при виникненні пожежі в іншому місці, як правило, не загоряється. При пожежі, яка розвивається, згорають меблі, але на підлозі формуються ознаки, що вказують на те, що пожежа спочатку виникла не в цьому місці.

Якщо ж в процесі огляду місця події буде виявлено невідповідність або явне протиріччя між встановленими фактами на місці пожежі та відомостями, отриманими від свідків і очевидців з вищепереліченими явищами, то ці негативні обставини повинні насторожити при визначенні осередка і причини виникнення пожежі, бо вони можуть вказувати на навмисні дії певних осіб.

Отже, якщо підлога під меблями і нижня частина меблів виявилися обгорілими, то це свідчить про те, що в даному випадку початкове горіння почалося саме під цими меблями при штучно створених умовах для горіння саме в цьому місці, а не в якомусь іншому.

Негативними обставинами будуть служити й ті чинники, коли явища і ознаки, які повинні супроводжувати певну причину, відсутні. Наприклад, очевидці свідчать, що пожежа сталася від прямого удару блискавки. Ознаками, характерними для прямого удару блискавки, є наступні: загоряння в найвищих і одночасно декількох місцях будівлі, споруди і т.п.; розплавлення металу або створення на ньому локальних плям кольору мінливості; розщеплення дерева або відділення від нього кори, утворення на дерев'яних конструкціях тріщин; подрібнення цегли, створення білого сліду на закопчених цегляних димових трубах і т.д. Якщо цих ознак на місці події не виявлено, то, отже, загоряння виникло не від прямого удару блискавки.

При встановленні негативних обставин необхідно враховувати місцеві умови, що визначають появу того чи іншого протиріччя на момент огляду місця пожежі.

Якщо врахувати, що безпосередньо на місці пожежі, де проходило його гасіння, евакуація майна, тварин, ознаки, які нас цікавлять і сліди зон розвитку пожежі можуть не зберегтися, стає очевидним, що уважний огляд і дослідження місця події вкрай необхідні.

У слідчій і експертній практиці розрізняють три стадії огляду місця пожежі: *загальна, детальна і заключна стадія*; кожна з перерахованих стадій має свої цілі і завдання і особливості проведення.

Основна мета загального огляду місця пожежі – ознайомитися з обставинами на місці пожежі, виявити основні шляхи поширення зон розвитку пожежі, визначити межі та намітити послідовність огляду, зафіксувати

початкові обставини до моменту початку огляду за допомогою кінофотоз'ємки, відеозапису і чорнових записів на папері.

Загальний огляд місця пожежі називають статичним оглядом, через те, що він здійснюється без зміни обстановки на місці пожежі після її гасіння. Виняток становлять вимоги правил безпеки праці. У цей період не проводять розбирання обгорілих конструкцій і матеріалів, не ведуть розкопок. Завданнями загального огляду є фіксація меж зон розвитку пожежі за видимими характерними для них ознаках і ознакам спрямованості горіння, взаємного положення предметів, матеріалів, обладнання та їх залишків.

При загальному огляді зони пожежі можуть бути виявлені сліди перебування або дій сторонніх осіб, що мають відношення до причини виникнення пожежі, речові докази, що підтверджують або виключають висунуті версії.

Загальний огляд дозволяє встановити і зафіксувати ті ознаки і доказові факти, які після розбирання обгорілих конструкцій і розчищення місця пожежі можуть не зберегтися і бути втраченими. Успіх роботи з пошуку слідів і речових доказів буде тим більшим, чим менше змінилися обставини в період гасіння пожежі за рахунок дій особового складу пожежних підрозділів. У таких випадках за характером і мірою руйнувань конструктивних елементів будівель і споруд можна припустити положення осередку пожежі.

Стан обставин місця пожежі на стадії загального огляду заносять в протокол огляду місця події, фіксують фотокіноз'ємкою і нанесенням на план-схему з зазначенням розмірів зон горіння, теплового впливу і задимлення, описують характерні ознаки, властиві тільки зонам горіння, теплового впливу, задимлення.

Слід зазначити, що особливо велику роль загальний огляд набуває при дослідженні пожеж на об'єктах зберігання товарно-матеріальних цінностей, тобто на базах, складах, в магазинах. Це пов'язано з тим, що на стадії загального огляду докладний опис місця зберігання цих цінностей, ступеня їх ураження вогнем сприяє правильному визначенню розміру завданих збитків від пожежі і не дозволяє приховати сліди злочинів (крадіжок, розкрадань, нестач і т.п.). На об'єктах подібного роду рекомендується до огляду місця пожежі приступати негайно, як тільки дозволять обставини на місці пожежі після її гасіння.

Друга стадія огляду місця пожежі, яка істотно доповнює першу, є детальний огляд, який називають найчастіше динамічним.

Мета динамічного огляду місця пожежі – виявлення характерних ознак, що вказують на осередок виникнення пожежі, ознак спрямованості поширення

горіння, активний пошук, виявлення і фіксація слідів і речових доказів, що вказують на безпосередню (технічну) причину виникнення пожежі.

Ретельний огляд місця пожежі є дуже важливим джерелом доказів. Він супроводжується розкриттям і розбиранням конструкцій, які захищають доступи до ділянок, що підлягають більш детальному огляду, пов'язаний з видаленням залишків матеріальних цінностей, розчищенням підлог, при необхідності з переміщенням окремих предметів і матеріалів, їх залишків і т.п. На цій стадії встановлюють ознаки осередка пожежі безпосередньо в місці його виникнення, а також можуть бути виявлені речові докази, що вказують на причину пожежі.

Результати раніше проведеного загального огляду на стадії детального огляду уточнюють, можуть бути отримані нові дані, що визначають часто результат справи.

Обов'язковим слід вважати розкопки у встановленому або передбачуваному осередку пожежі. Це допоможе отримати додаткові докази, що підтверджують або виключають припущення з приводу осередка виникнення пожежі та її безпосередньої причини.

Не завжди детальний огляд потрібно проводити в межах всієї площі пожежі. Це підкажуть обставини справи. Але в усіх випадках, чим більше площа пожежі і руйнування, тим більше потрібно зусиль на другій стадії огляду.

При розкопках необхідно звертати увагу навіть на запахи, які можуть навести на думку про причини пожежі.

Ретельний огляд місця пожежі рекомендується супроводжувати кінофотоз'ємкою або відеозаписом.

Можуть бути випадки, коли розчищення і ретельний огляд доцільно проводити у межах усієї площі пожежі.

Іноді розчищення в тій частині приміщення, яка за першим враженням з положенням осередка пожежі не пов'язана, також може виявитись корисним. Жодна з версій про становище осередка пожежі і його причини, навіть найслабша, не повинна бути відкинута до тих пір, поки вона повністю не перевірена на стадії детального огляду місця події.

Спочатку, зазвичай, доказів буває дуже мало. Тому перевага будь-якої з перших версій може відвернути від істини, незважаючи спочатку на всю правдоподібність першої версії.

Практика показує, що навіть у випадках, коли пожежа в приміщенні прийняла значні розміри, обладнання та предмети, що знаходяться в зоні горіння, можуть повністю не згоріти. При розкопці (розчищенні) можна помітити

необгорівші ділянки підлоги, сліди, що повторюють конфігурацію обладнання і предметів, що знаходяться в приміщенні, наприклад, підлога не обгорає в тому місці, де основа предмету, який закриває підлогу, повністю не згорає.

Встановлене розташування меблів і предметів, слід звільняти від залишків згорілих предметів з можливою акуратністю, не пошкоджуючи і тим більше не пересуваючи їх зі своїх місць, тобто дотримуючись вимог, що пред'являються до археологічних розкопок. Це дозволить, зокрема, за положенням і характером уражень визначити ознаки спрямованості поширення горіння на відповідних ділянках пожежі, а іноді і безпосереднє положення осередка.

Нехтування цим правилом позбавляє слідчого і експерта можливості закріплення характерних слідів і ознак зон розвитку пожежі, за якими можна відновити форму і розміри зон пожежі, і за ними в подальшому при проведенні експертизи визначити осередок виникнення пожежі.

Після завершення детального огляду місця пожежі учасники даної слідчої дії переходять до заключної стадії.

На заключній стадії огляду вилучають і упаковують виявлені речові докази; складають протоколи огляду місця пожежі та вилучення речових доказів, плани, схеми і креслення місця події із зазначенням на них форм, меж зон горіння, сліди теплового впливу і задимлення, а також характерні ознаки кожної зони; уточнюють результати загального і детального огляду; розглядають зауваження, що надійшли від учасників огляду.

Протоколи даної слідчої дії оформляють в ході огляду або безпосередньо після його закінчення і з дотриманням вимог, вони повинні бути підписані всіма учасниками огляду.

До протоколу огляду поряд зі схемами, планами і кресленнями слід обов'язково додавати фотознімки місця пожежі, окремих ділянок і речових доказів з позначенням передбачуваного або встановленого осередка і напрямків поширення горіння, опис речових доказів із зазначенням місця їх виявлення і т.д.

Слід мати на увазі, що незадовільний огляд місця події і неякісне виконання невідкладних слідчих дій негативно впливають на подальший хід попереднього розслідування, а також знижують доказове значення проведеної пожежно-технічної експертизи на цій стадії і при судовому розгляді.

Експерт не наділений процесуальним правом самостійного збору вихідних даних для проведення експертизи. Тому результати дослідження місця пожежі, отримані експертом, відображаються в протоколі огляду місця події, який складається слідчим.

Надалі при проведенні експертизи експерт в дослідницькій частині свого

висновку робить посилання на цей протокол.

3.3. Фіксація результатів дослідження місця пожежі

Експерт у присутності слідчого здійснює фіксацію результатів дослідження місця пожежі: вилученням речових доказів, виготовленням копій у вигляді зліпків і відбитків; кресленням планів; фотографуванням місця пожежі; замальовкою окремих деталей; складанням протоколу огляду місця події.

Речовими доказами, які виявляються на місці пожежі, є:

- знаряддя підпалу або джерела займання речовин у вигляді факела, лампи, гніту або їх залишки, ЛЗР, ГР та їх тара;
- предмети або їх залишки зі слідами ЛЗР або ГР;
- залишки або з'єднання сумішей самоспалахуючих речовин і матеріалів, їх сліди на вугіллі, золі і різних предметах;
- пристосування для знімання струму з електродротів, патрони, електролампочки, електропроводка зі слідами оплавлень або без них, електронагрівальні прилади або їх нагрівальні елементи зі шнурами, розетки, вимикачі, запобіжники, автомати, теплові реле, магнітні пускачі, електродвигуни і т.п.;
- саморобні технічні установки для приведення в дію засобів підпалу;
- сліди загоряння і обвуглювання, що свідчать про технічну несправність приладів опалення (печей, димоходів, парових опалювальних батарей, трубопроводів тощо), окремі предмети зі слідами горіння у вигляді наскрізних прогарів, глибокого (максимального) вигорання;
- сліди, що свідчать про застосування конкретного джерела запалювання, як-то купа золи і вугілля у осередку або безпосередній близькості від нього, сліди перегріву труб факелами, паяльними лампами, предмети і обладнання для виконання електрозварювальних робіт, залишки електродротів, сліди зварювання на конструкціях, устаткуванні і предметах;
- речі, що належать злочинцю, відбитки його пальців на склі вікон, дверей, пляшок, полірованій поверхні меблів, сліди ніг або взуття, від транспортних засобів, що належать йому, і т.п.;
- замки, запори, якими були замкнені двері приміщень, сліди злому на полотнищі дверей і їх коробці, на підвіконнях, знаряддя злому;
- сліди пролому стін, перегородок, перекриттів і знаряддя, використані при цьому;
- залишки документів, виявлені в осередку пожежі або біля нього, що можуть свідчити про підпал з метою приховування слідів іншого злочину;

- сліди і знаряддя вбивства, предмети, виявлені в одязі трупа і на ньому.

Речові докази повинні бути оглянуті та описані у присутності учасників огляду і понятих. Повинні бути точно зафіксовані місця їх виявлення. Речові докази повинні бути сфотографовані на місці їх виявлення, упаковані і опечатані.

Експерт або спеціаліст не має права самотійно вилучати речові докази. Вони повинні вказати на них і за необхідності надати технічну або консультативну допомогу в їх фіксації і вилученні.

Речові докази до вилучення потрібно сфотографувати і детально описати у протоколі огляду (скласти плани і схеми, зафіксувати їх розташування по відношенню до інших предметів; зафіксувати всі ознаки пошкодження речового доказу, стан і особливості поверхні, на якій вони знаходяться). В руки брати так, щоб не знищити і не змінити наявні на них сліди. Сліди повинні вилучатися разом з предметом (або частиною предмета), на якому вони є. Якщо ж вилучити сліди разом з предметом неможливо, речовим доказом може бути зішкріб (наприклад, кіптяви зі стіни) або копія сліду (зліпок або відбиток).

Щоб упаковка і транспортування вилучених речових доказів забезпечили їх повне збереження і виключили будь-яку можливість втрати характеризуючих їх ознак і якостей, слід дотримуватися правил упаковки:

- вилучені предмети упаковуються в міцну тару, закріплюються нерухомо і опечатуються. На упаковці необхідно вказати найменування предмета, місце його виявлення, дату вилучення і прізвище співробітника, який вилучив речовий доказ;
- рідини повинні поміщатися в скляний посуд з щільною кришкою;
- предмети зі слідами горючих рідин слід упаковувати герметично в скляний посуд або поліетиленові мішки (це відноситься й до інших вологих предметів і сипучих речовин);
- предмети у тих місцях, де знаходяться сліди, не повинні стикатися з тарою.

Порушення правил вилучення, упаковки та транспортування речових доказів може призвести до втрати їх доказового значення. Тому упаковувати речові докази, у випадковий матеріал категорично забороняється. Слідчому і експерту, які виїжджають на місце події, необхідно мати з собою невеликий набір інструментів і пакувального матеріалу: ніж або скальпель; стамеску і молоток; шпатель; ножиці, фільтрований папір, вату, піпетки або шприц, пронумеровані пробірки з притертими або корковими пробками, поліетиленові пакети різних розмірів, скляні банки з широким горлом і кришками; гумку або мотузку для упаковки.

Порядок зберігання речових доказів визначається КПК України. Речові докази зберігаються при справі, за винятком громіздких предметів, які зберігаються в органах дізнання, попереднього слідства і у суді або ж передаються на зберігання відповідному підприємству, установі або організації. Терміни зберігання визначає КПК України.

Коли речові докази передаються на дослідження експерту, то в постанові про призначення експертизи перераховуються всі об'єкти, що направляються. Залежно від дій, які експерт виконує з речовими доказами, вони іноді видозмінюються, однак це не позбавляє їх властивості залишатися речовими доказами. Але у деяких випадках в процесі досліджень речові докази можуть бути знищені (використані), тоді вони перестають ними бути. Про це експерт зобов'язаний вказати у своєму висновку. Представлений експертом документ є джерелом доказів, оскільки в ньому викладено обставини, що мають значення для справи.

При огляді місця пожежі на об'єкті необхідно скласти схему території і виміряти: довжину і ширину території об'єкта; відстань від об'єкта до в'їзду на територію; відстань між місцем пожежі та іншими спорудами, між ними, протипожежним водопроводом з гідрантами і водоймою; довжину, ширину і висоту самого об'єкта, його вікон, дверей, технологічних прорізів; відстань від дверей або вікон до передбачуваного або встановленого осередка пожежі, не менше ніж до двох нерухомих точок приміщення; розміри передбачуваного або встановленого осередка (осередків) пожежі; розміри та межі зони горіння, теплового впливу і задимлення; розміри речових доказів.

Огляд місця пожежі супроводжується складанням плану або схеми місця події. У них необхідно вказати планування приміщень, виходи, вікна, місця установки опалювальних приладів, електророзеток, апаратів захисту, виявлення і гасіння і т.д.

Для предмета пожежно-технічної експертизи необхідні, як правило, два плани: території об'єкта із зазначенням інших будівель (частина генерального плану) і безпосередньо місця пожежі.

Велику користь при проведенні експертизи приносить розгорнутий план об'єкта, на якому була пожежа, так на ньому можна показати сліди і пошкодження на стінах, перегородках і перекритті.

План місця пожежі може бути схематичним або масштабним. На схематичному плані однаковий ступінь зменшення зображуваних предметів і конструкцій не дотримується, а розміри вказують на самому плані. На масштабному плані розміри всіх зображень повинні бути на одне і те ж число разів менше дійсних розмірів предметів і конструкцій, тобто відповідати

обраному масштабу.

План повинен мати такі реквізити: заголовок із зазначенням, що зображено; масштаб (якщо план масштабний); орієнтування умовних позначень; дату складання та підпис того хто склав план і учасників огляду.

Місце пожежі і речові докази фотографують за правилами судової фотографії та долучають до протоколу огляду у вигляді фототаблиць з відповідними поясненнями.

3.4. Складання протоколу огляду

Прибувши на місце події, слідчі, експерти та інші учасники групи складають протокол огляду.

Протокол огляду складається з трьох частин: вступної, описової та заключної.

У вступній частині вказується: де, коли, ким, за участю і в присутності кого (прізвище, ім'я, по батькові, адреса місця проживання), в зв'язку з чим і за яких умов (погодні, освітлення) проводився огляд, час його початку і закінчення (години).

Крім того, необхідно відобразити такі обставини:

- стан погоди, напрямок і силу вітру;
- розташування палаючого будинку (споруди) щодо сторін світу;
- зону горіння (звідки йдуть дим, полум'я, їх колір);
- напрямок і швидкість поширення пожежі;
- місця обвалення конструкції, спалахів, вибуху;
- засоби пожежогасіння, що застосовуються на момент початку огляду.

Опис місця події проводиться за двома зонами:

- території, що оточує місце пожежі;
- безпосередньо зони горіння.

Послідовність опису – від загального до конкретного.

При описі району, навкруги місця пожежі, обов'язково вказати розташування території щодо обраних орієнтирів (доріг, будівель, споруд та інших), її характеристику і кордони, стан території, огорож, проїздів і під'їзних шляхів, засобів зовнішнього пожежогасіння, протипожежних розривів, встановлені шляхи підходів і відходів злочинця, сліди його проникнення і т.п.

При безпосередньому описі зони горіння потрібно вказати:

1. Призначення і розташування, розміри, характеристику основних будівельних конструкцій будівлі (споруди), яка горіла:

- архітектурно-будівельні особливості, планування, контури і розміри, зв'язок між частинами споруди по вертикалі і в плані, наявність шахт, каналів,

світлових ліхтарів, отворів, галерей, рамп тощо;

- матеріали, з яких виконані стіни, перегородки, перекриття, який утеплювач застосований, чи проведена вогнезахисна обробка горючих матеріалів конструкцій (чим вище ступінь горючості матеріалів, тим нижче межа вогнестійкості конструкцій, тим інтенсивніше буде розвиток пожежі, відбудеться їх руйнування і вигоряння);
- конструктивні і інші особливості будівельних елементів: переріз, профіль, наявність пустот, каналів, отворів, кріплення дерев'яних конструкцій металевими виробами тощо (чим менший переріз елемента і більше його поверхня, тим легше він прогрівається, деформується, руйнується і вигорає в порівнянні з аналогічними елементами великих перерізів).

2. Порядок зберігання і стан товарно-матеріальних цінностей, місця установки меблів, технологічного обладнання, концентрації горючих речовин і матеріалів: взаємне розташування, розриви, висоту, щільність та інші особливості укладання (це допоможе вирішити задачу – чи були певні предмети і матеріали в зоні горіння до пожежі).

На промислових підприємствах та інших подібних об'єктах для встановлення причини і осередку пожежі необхідно з'ясувати, що було встановлено в приміщенні, яким цілям служило, як було влаштовано: де і як саме були розташовані відповідні пристрої і з яких матеріалів вони виконані; які способи кріплення, наявність теплової ізоляції тощо.

3. Розташування та стан електрообладнання:

- розташування трансформаторної підстанції, яка живить об'єкт, що горів, електроенергією (відстань до об'єкта, трансформатора, характеристику і стан апаратів електрозахисту, спосіб прокладки, марку і переріз електродротів і кабелів);
- спосіб введення електролінії в будівлю – дроти або кабель, через трубостійки або через стіну, до першого комутуючого пристрою або вимикаючого апарату (рубильника, автоматичного вимикача);
- розташування комуючої і захисної апаратури всередині будівлі: місце установки, вид і кількість, спосіб кріплення, її призначення та технічні характеристики, зовнішній стан після пожежі (які пошкодження і в якому становищі перебувають – «увімкнено» або «вимкнено»);
- електропроводки всередині будівлі: марка дротів і спосіб прокладки (повітряна лінія, по стінах або конструкціях, відкрита, в трубах, прихована в коробках, під штукатуркою), стан після пожежі;
- вказати місця руйнувань ізоляції і оплавлень струмовідних жил, а також

форму оплавлень;

- відстань від електропроводки і електроспоживачів до горючих матеріалів;
- наявність або відсутність розгалужувальних коробок, виконання з'єднань струмовідних жил (методом зварювання, пайки, скручування, опресування);
- місця установки і пошкоджень електророзеток, електросвітильників, вимикачів, їх технічний стан на час огляду, увімкнені або вимкнені електроспоживачі і яким способом;
- цілісність захисного заземлення;
- зафіксувати, якщо є, місця і характер оплавлень або прожогів на корпусах електричних апаратів, захисної оболонки кабелів, контактах і контактних з'єднаннях;
- технічні назви елементів деяких приладів і пристроїв.

4. Ознаки розташування осередка пожежі і шляхів поширення полум'я.

5. Обставини, характерні для даної пожежі (запах горючих рідин, нагрів або пошкодження окремих предметів, речовин і матеріалів, незвичайне місцезнаходження будь-якого обладнання, предметів, матеріалів тощо).

6. Місцезнаходження та стан засобів підпалу або пристроїв, які могли бути джерелом запалювання, слідів, залишених ними.

7. Місце виявлення, спосіб фіксації і вилучення відбитків пальців рук, ніг, мікрооб'єктів, об'єктів рослинного і тваринного походження (частини рослин, волосся, кров, потожирові нашарування).

8. При виявленні постраждалих вказати:

- місце виявлення постраждалих та розташування їх по відношенню до навколишнього оточення;
- взаємне розташування їх з об'єктами і слідами, з ними взаємопов'язаними (знаряддя злочину і т.п.).

У протоколі, вказуючи завдані пожежею пошкодження, слід уникати загальних виразів: «всі стіни обгоріли», «рами у всіх вікнах згоріли повністю», «перекриття згоріло і обвалилося» і т.п. Очевидно, що стіни обгоріли не однаково (між собою і по висоті), з різним ступенем обвалення штукатурки, прогорання обшивки, при наявності або відсутності наскрізних прогарів тощо. Елементи переkritтя або даху також не могли згоріти і обвалитися в рівній мірі по всій будівлі (приміщенню). Якщо, наприклад, рами у всіх вікнах дійсно згоріли, то це ще не означає, що повністю вигоріли віконні коробки. Різницю в характері і стан таких залишків слід зафіксувати у протоколі огляду. Отже, якщо двері обгоріли з різних боків і в різному ступені, це допоможе вирішити питання про те, в якій з кімнат почалося горіння; за станом торцевої частини

обв'язки дверного полотнища і паза дверної коробки можна встановити, відкриті або закриті були двері під час пожежі.

У заключній частині протоколу обов'язково потрібно:

1. Вказати, куди спрямований потерпілий.
2. Перерахувати свідків пожежі та очевидців.
3. Перерахувати об'єкти, вилучені в ході огляду місця події, способи їх пакування, відзначити, куди спрямовані або кому передані на зберігання.
4. Привести заяви і зауваження учасників огляду.
5. Описати об'єкти і умови зйомки: модель фотоапарата, тип об'єктива, характер освітлення, застосування додаткових пристосувань (наприклад, подовжувальних кілець, світлофільтрів, тип фотоплівки, величину діафрагми і витримки).
6. Вказати точки, з яких проводилося фотографування (крім цього, зафіксувати і на плані-схемі, що додається до протоколу).
7. Назвати особу, яка здійснювала фотозйомку. Фотографічні знімки монтуються у фото-таблицю, забезпечуються пояснювальним текстом, який складається з урахуванням записів в протоколі огляду місця пожежі.

Крім традиційного методу складання протоколу огляду місця події та доданих до неї фото-таблиць, рекомендуємо з описом огляду ілюструвати текст фотографіями, що в значній мірі покращує сприйняття обстановки, яка була на момент огляду.

У протоколі обов'язково зазначаються технічні засоби, які застосовувалися для виявлення пожежі, вимірювання технічних і пожежно-технічних характеристик матеріалів конструкцій і т.д.

3.5. Виникнення та розвиток пожежі

3.5.1. Зони розвитку пожежі та їх характерні сліди

До числа загальних ознак відносяться зони розвитку пожеж, тому що вони є постійно існуючими за весь час розвитку даного явища.

Розрізняють три зони розвитку пожежі: горіння, теплового впливу, задимлення.

Зона горіння – це частина простору, в якому відбувається горіння підготовлених і попередньо перемішаних продуктів розкладання твердих горючих матеріалів (ТГМ), парів горючих рідин або газів.

Зона горіння включає обсяг парів і газів, обмежений тонким шаром полум'я і поверхнею палаючих речовин і матеріалів, з якої продукти розкладання у вигляді пари і газів надходять в цю зону. З урахуванням характеру розвитку пожежі, конструктивно-планувального виконання об'єкта зона горіння

може обмежуватися розмірами приміщень або огорож, стінками резервуара, об'ємом апаратів і т.п. Параметром зони горіння, тобто її характеристикою, є поверхня горіння, що представляє тонкий шар полум'я, що світиться.

Відпрацьовані гази, що утворюються в зоні горіння, представляють багатокомпонентну суміш газоподібних, рідких і твердих речовин, яка утворює деякий надлишковий тиск. Під дією надлишкового тиску продукти згорання (дим) поширюються із зони горіння за обсягом приміщення, в якому виникла пожежа. Через різницю температур в зоні горіння по висоті і на деякій відстані від неї розпечені частинки вуглецю (тверда складова диму), остигаючи і осідаючи на вертикальних і горизонтальних поверхнях, утворюють кіптяву (змінюють первісне колірне забарвлення поверхонь в чорний або темно-коричневий колір).

Кіптява на поверхнях конструкцій, обладнання та матеріалів може залишитися тільки при певній критичній температурі тієї чи іншої ділянки, яка складає 600-630 °С. Тому там, де температура горіння була вище зазначених величин, тверді частинки диму (вуглець), що осіли, вигоряють і утворюють білі плями або площі, а навколо них, де температура була нижче 600 °С, поверхня чорного або темно-коричневого кольору, тобто закопчена. Білі (світлі) плями на площі закопченої поверхні в окремих випадках можуть братися до уваги експертом як одна з характерних ознак, що вказує на можливий осередок первісного виникнення горіння, тобто пожежі.

Зона теплового впливу представляє собою частину простору, яка примикає до зони горіння і в якій за рахунок теплового впливу зони горіння випромінюванням, конвекцією, теплопровідністю відбуваються помітні неозброєним оком людини незворотні зміни первісного стану поверхонь конструкцій, обладнання та матеріалів. Характерними ознаками, за якими можна визначити межі зони теплового впливу, є зміни первісного кольорного забарвлення поверхонь до світло-коричневого тону, спучування фарби і т.п.

При наявності в межах цієї зони пожежного навантаження відбувається її підготовка до горіння і створюється реальна можливість подальшого поширення пожежі, тобто переміщення зони горіння на нову ділянку.

Проекцію зони теплового впливу на горизонтальну поверхню називають *площею теплового впливу*. Форма і розміри цієї зони визначаються формою і розмірами зони горіння, яка, в свою чергу, визначається характером розподілу пожежного навантаження, умовами газообміну на пожежі, спрямованістю поширення горіння.

Зоною задимлення називають частину простору, прилеглу до зони горіння, в якій неможливе перебування людей без індивідуальних або групових

засобів захисту органів дихання і в якій ускладнюються дії особового складу пожежних підрозділів через недостатню видимість і негативний вплив на організм людини продуктів згоряння. Зона задимлення на деяких пожежах включає в себе всю або частину зони теплового впливу.

Характерною ознакою, за якою визначаються форма і розміри задимлення після пожежі, є наявність на вертикальних і горизонтальних поверхнях конструкцій, технологічному обладнанні і матеріальних цінностях осаджених твердих частинок диму, які, не змінюючи первісного колірною забарвлення поверхонь, надають їй своєрідний специфічний відтінок. Межею зони задимлення при цьому буде відсутність за нею цього специфічного відтінку, а отже, відсутність осаджених твердих частинок диму.

Всі зони розвитку пожежі мають свої геометричні характеристики, тобто форму і розміри. *За формою зони розвитку пожежі можуть бути круговими, у вигляді еліпса, прямокутними. Лінійними розмірами зон розвитку пожежі є глибина зони, периметр зони, фронт розвитку пожежі, а площинними – площа зони розвитку пожежі.*

Використовуючи геометричні характеристики зон розвитку пожежі, в процесі експертного або слідчого огляду можна визначити ділянку, де найбільш ймовірно місцезнаходження осередку виникнення пожежі.

Через те, що форми зон розвитку пожежі можуть бути у вигляді площинних або об'ємних геометричних фігур, то для визначення осередку виникнення пожежі можна використовувати принцип знаходження центру окремих геометричних фігур.

3.5.2. Утворення характерних слідів при горінні в осередку пожежі

На практиці рідко зустрічається ідеальне поєднання всіх сприятливих умов, що перш за все пов'язано з різним ступенем займистості матеріалів і конструкцій. Тому поняття «сприятливі умови горіння» розвитку пожежі є відносним. Поєднання факторів як сприяючих, так і перешкоджаючих розвитку горіння у осередку виникаючої пожежі, як правило, буває не на користь сприятливих. Найчастіше горіння у початковій фазі протікає в межах обмеженої ділянки, що і призводить до утворення чітко виражених осередкових уражень.

Руйнування і сліди горіння в осередку пожежі при сприятливих умовах горіння дещо відрізняються від руйнувань і слідів горіння при несприятливих умовах. Руйнування носять не локальний характер, а суцільне на всю або більшу частину площі приміщення, в межах якої поширилася пожежа.

Загальною характерною ознакою, за якою можна визначити умови розвитку пожежі за газообміном, є відсутність чітко вираженої межі переходу

зони горіння в зону теплового впливу. Як правило, на місці пожежі проглядається тільки перша зона – зона горіння.

Умови утворення і характер ознак осередку пожежі над місцем його виникнення різноманітні. Наприклад, в перекриттях, виготовлених з поєднання дерев'яних та металевих конструкцій, дерев'яні елементи можуть більшою мірою вигоріти, а металеві (на відповідних ділянках) деформуватися, мати плями кольору мінливості.

Особливо «чутливі» до теплового впливу осередка пожежі металеві незахищені конструкції невеликого перерізу. У цьому сенсі найбільш характерна поведінка сталевих ферм, межа вогнестійкості яких складає 15-20 хв. При утворенні осередка пожежі під такою конструкцією, наприклад, фермою, балкою, потік продуктів горіння викликає їх деформацію. Подальший розвиток пожежі нерідко призводить до обвалення металоконструкцій над осередком виникнення пожежі.

3.5.3. Утворення «осередкового конуса» при горінні

Поняття про «осередковий конус» вперше було введено Б. В. Мегорським. Під «осередковим конусом» розуміється сукупність ознак і слідів горіння, що відображаються на вертикальних і горизонтальних поверхнях огорожувальних конструкцій і частин будівлі, а також на матеріальних цінностях, що мають форму конуса, зверненого вершиною вниз, тобто в сторону початкового місця виникнення горіння.

Зони горіння, теплового впливу і задимлення збільшуються з віддаленням від осередка пожежі. При подальшому розвитку пожежі (якщо вона виникла всередині будівлі або в межах тих чи інших обсягів) продукти горіння зустрічають на своєму шляху різні огорожувальні конструкції, наприклад, перекриття, стіни, перегородки, на поверхнях яких формуються характерні сліди зон пожежі.

Залежно від конкретних умов «осередковий конус» може бути виражений більш-менш чітко. У невисоких приміщеннях, де температура по висоті розподіляється більш рівномірно, ознаки «конуса» можуть згладитися або будуть мало помітні. Площа основи конуса в таких приміщеннях може бути ширшою, ніж у високих приміщеннях. Елементи конуса можуть відхилитися і під впливом напрямку тяги повітря, що виникла на ділянці даного осередку. Такі випадки можливі в результаті розтину покрівлі покриття, віконних і дверних прорізів в процесі гасіння пожежі. Однак і в цих випадках вершина конуса буде звернена донизу, у бік осередку.

Виявлення «осередкового конуса» можливо і слідами обвалення штукатурки на цегляній стіні, руйнуванням захисного шару залізобетонної

конструкції, закопченням, зміною кольору поверхні конструкції і т.д.

Ушкодження вогнем або продуктами горіння у вигляді «осередкового конуса», як і інші зосереджені руйнування, можуть бути і результатом певних умов і особливостей горіння поза осередку пожежі (згоряння будь-яких легкозаймистих матеріалів у великій кількості). Тому необхідно вміти відрізнити «осередковий конус», що утворився і розвинувся у процесі пожежі, від початкового, що утворився у момент виникнення пожежі.

Найбільш виразно ознаки «осередкового конуса» проявляються при горінні товаро-матеріальних цінностей на стелажах або тих, що перебувають у поверхонь стін і перегородок приміщень.

При горінні товаро-матеріальних цінностей на стелажах «осередковий конус» можна встановити на межі фронту поширення горіння на кожному ярусі стелажа, а при їх горінні у поверхні стін і перегородок приміщень – за відображеним слідом горіння, закопченням на вертикальній поверхні стіни або перегородки та відсутності таких на ділянці стіни або перегородки, закритих товаро-матеріальними цінностями.

При розвитку пожежі в багатоповерхових будинках і при її виникненні на нижніх поверхах «осередковий конус» може бути визначений по межах зони поширення горіння на кожному поверсі. У цьому випадку більша з основ конуса буде перебувати на поверсі (або на один поверх нижче), де виникла пожежа, і в міру переходу горіння з нижнього поверху на верхній глибина зони горіння зменшується. Вершина конуса знаходиться на верхньому поверсі. Описані ознаки формування «осередкового конуса» при розвитку пожежі з поверху на поверх за схемою «знизу – вгору» дають напрямок можливого пошуку місця його виникнення на рівні поверху, де найбільша глибина зони горіння.

За такою ж схемою, як і глибина зони горіння, на поверхах утворюється зона руйнувань конструкцій по висоті багатоповерхового будинку. «Осередковий конус» руйнувань по висоті будівлі має зону максимальних руйнувань над поверхом, де спочатку виникає пожежа, і в міру переходу горіння з поверху на поверх зона таких руйнувань зменшується.

Поява в осередку пожежі диму і полум'я, що спостерігається очевидцями, а також осередкові ушкодження і сліди, зазначені вище, відносяться до прямих ознак місця виникнення пожежі. Однак крім прямих, можуть бути і непрямі ознаки осередку пожежі.

3.5.4. Непрямі ознаки осередка пожежі

До непрямих ознак осередку пожежі відносять окремі явища, що відображають процеси горіння під час пожежі; поведінка технічних пристроїв,

що діють на момент виникнення пожежі; реакція людей і тварин на факт пожежі і т.д. Непрямих ознак положення осередку, що відображають процеси горіння на пожежах, дуже багато. Наприклад, вихід з ладу систем виявлення, сповіщення і гасіння пожежі, порушення роботи електричного годинника, телефонного зв'язку тощо

Виявлення на місці пожежі первинних засобів пожежогасіння свідчить про те, що в даному районі знаходився осередок пожежі.

У разі загибелі людини, яка не мала можливості покинути приміщення, в якому виникла пожежа, труп її іноді знаходять у місці, найбільш віддаленому від осередку пожежі, головою в бік від осередку, тому що вона, опинившись в небезпеці, прагне до виходу з приміщення, до вікна, проникає в нижні зони приміщення, де менше продуктів горіння (диму) і де нижче температура, а діти нерідко ховаються від вогню в затишних місцях (під ліжками, столами, в шафах тощо).

Спроба людини втекти від небезпеки, що загрожує, логічно виправдовує таку непряму ознаку положення осередку пожежі. Те ж можна сказати і про реакцію тварин, захоплених пожежею, без прив'язі або зірвавшись з неї.

В процесі огляду місця пожежі та встановлення осередку слід виявити сукупність не тільки прямих, але і непрямих ознак. Наприклад, *при огляді трупа необхідно з'ясувати:*

- конкретне місце його розташування. Якщо смерть настає від отруєння і труп виявлений біля дверей, віконних та інших прорізів у стіні головою у бік виходу або огорожувальної стіни, то це свідчить про те, що ця людина, отримавши отруєння продуктами горіння, намагалася втекти від осередку пожежі і вийти з приміщення. У таких випадках труп інших ушкоджень, крім впливу від вогню, не має.

Іноді людина, яка палить (особливо в нетверезому стані), засинає з тліючою сигаретою, від якої згодом починають горіти одяг, постільні принадлежності і т.п. Людина, отримавши отруєння, може залишитися на місці сну або спробувати встати і вийти з приміщення. У цих випадках повністю згоряють постільні принадлежності, а труп виявляють на деякій відстані від місця сну, тобто від осередку пожежі;

- вид одягу на трупі або його залишки, характер його пошкоджень. Слід пам'ятати, що від дії вогню одяг отримує округлі або неправильної форми, різної конфігурації пошкодження. Але ніколи ці пошкодження не мають гострих кутів і ворсинок краями. Наявність на одязі отворів з гострими кутами або ворсинками свідчить про їх походження до пожежі, і можуть вказати на сліди насильницької смерті людини, тобто на інший злочин, прихований пожежею;
- предмети і сліди, які є біля трупа;

- характер ушкодження і обгоряння (вигоряння) трупа. Практика показує, що під час пожежі в першу чергу згорає голова і кінцівки трупа. Іноді в залежності від місця виникнення вогню можливо відділення кінцівок або їх частин від тулуба. Оглядаючи характер ушкодження трупа, слід звернути увагу на місце, де він знаходиться, і чи могло на цьому місці статися таке горіння, чи були тут горючі речовини у вигляді ЛЗР або ГР. На трупі в результаті дії вогню або горіння його самого виникають ушкодження округлої або овальної форми без гострих кутів;
- особу загиблого під час пожежі. Труп (або його частини) повинен бути негайно направлений для судово-медичного дослідження.

Непрямі ознаки на відміну від прямих, як правило, не вказують точного положення осередку пожежі. Часто вони визначають його напрям, ділянку, зону і беруться до уваги у сукупності з іншими доказами у справі. Але доказове значення таких ознак не знижується тим, що вони непрямі. Тому ці ознаки можуть мати важливе, а іноді й вирішальне значення.

Відповідно до класифікації ознак спрямованості поширення горіння за Мегорським Б. В., ураження і сліди горіння обумовлюються не тільки фактором часу, але й характером пожежного навантаження і його розподілом (рис. 3.1).

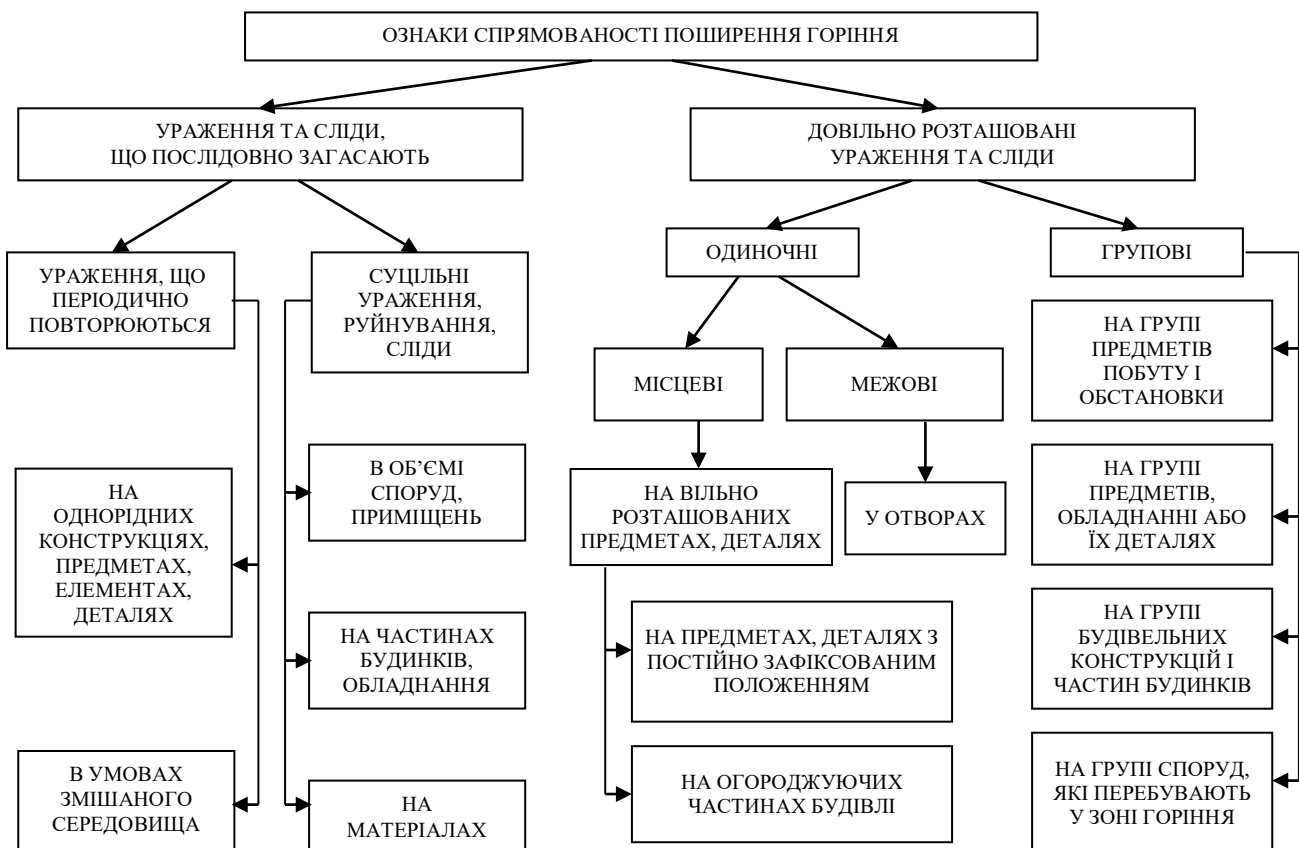


Рис.3.1. Класифікація ознак спрямованості поширення горіння за Мегорським Б. В.

Знання основних закономірностей поширення горіння і формування основних ознак спрямованості горіння допомагає слідчому і експерту правильно побудувати тактику огляду місця пожежі, виявити і зафіксувати найбільш характерні сліди поширення горіння, за якими в подальшому можна вийти на осередок виникнення пожежі.

3.5.5. Методи і засоби для проведення пожежно-технічних досліджень

Для дослідження з визначення причини наслідкового зв'язку пожежі застосовується цілий перелік методів: спектральних, хроматографічних, металографічних та методів визначення зміни магнітних, електричних, фізико-хімічних характеристик матеріалів.

Для проведення експертиз застосовується цілий комплекс технічних і вимірювальних засобів, засобів фіксації (табл. 3.1).

При цьому, в залежності від характеру пожежі і завданих збитків будівлі, конструктивному елементу або матеріалам, об'єктом експертизи приймається та чи інша методика проведення досліджень.

У процесі розслідування пожеж в будівлях і спорудах з металевими конструкціями (складів павільйонного типу, металевих гаражів тощо) й елементами, у транспортних засобах виникають складнощі у встановленні осередків їх виникнення. Безперечно, що непрямі ознаки теплового впливу на металеві предмети, які проявляються у вигляді кольорів мінливості, прогинів, деформації, руйнувань та вигорянь металу, можуть досить певно слугувати у якості ознак осередку. Проте у низці випадків цього недостатньо, необхідне підтвердження у вигляді показників стану металу, які б свідчили про інтенсивність теплового впливу на нього під час пожежі. Відомі методи руйнівного та неруйнівного контролю, застосування яких дозволяє отримати досить переконливі результати. Одним з методів неруйнівного контролю є магнітний, який ґрунтується на відомій залежності коерцитивної сили (магнітної характеристики стану металу) від величини теплового впливу на нього. Безперечно, що він не може вважатися бездоганим, оскільки має певні вади, які обумовлені тим, що показники коерцитивної сили не є абсолютними й не свідчать про величину температурного впливу на метал під час пожежі, а лише дають відповідь, де цей вплив був більший або менший.

У цілому ж, за відносними показниками коерцитивної сили для подібних металевих елементів можливо робити висновки щодо місця розташування осередку пожежі. Магнітний метод знайшов застосування для інструментального підтвердження версій про особливості виникнення та розвитку пожеж (рис. 3.2). Достовірність результатів вимірювань підкріплюється паралельним комплексним застосуванням інших фізико-хімічних методів дослідження пожеж.

Таблиця 3.1

Методи та відповідні технічні засоби для проведення технічних досліджень

Призначення й назва методу	Назва приладів, обладнання
<i>1</i>	<i>2</i>
<i>1. Виявлення осередкових ознак</i>	
огляд місця пожежі	<ul style="list-style-type: none"> - автомобіль-лабораторія; - комплект «Валіза пожежного ВП-2»; - оптико-електронний пірометр типу «Смотрич»; - інфрачервоний термометр; - портативний комп'ютер; - портативний принтер; - цифровий фотоапарат; - відеокамера; - контейнери тефлонові для відбирання проб
УЗ метод дослідження бетонних конструкцій	- прилад «Ультратерм» у комплекті з перетворювачами та дистанційною штангою (або УК-10ПМ) та інші
метод вимірювання електроопору обвугленої деревини	<ul style="list-style-type: none"> - мікропрес гідравлічний; - електропічка для сушіння проб вугілля; - омметр (реєстрація до 10^{10} Ом) типу М1101; - ваги лабораторні (точність до 1 мг); - ультразвуковий прилад «Ультратерм»; - прилад «Прес»
метод дослідження сталевих виробів комплексометричним титруванням	прилади та посуд для лабораторних досліджень
метод дослідження сталевих та чавунних виробів і конструкцій методами: - магнітним; - індуктивним	<ul style="list-style-type: none"> - структуроскоп магнітний мікропроцесорний КРМ-Ц-КЗ; - прилад індуктивний «Вихор»; - прилад «Каскад»
<i>2. Виявлення можливої причетності речовин, матеріалів і обладнання до виникнення пожеж</i>	
метод експериментального визначення групи важкогорючих і горючих твердих речовин і матеріалів	<ul style="list-style-type: none"> - прилад ОТМ (керамічний короб); - газоаналізатор «Коліон»; - прилад для реєстрації температури в діапазоні від 0 до 800 °С, класу точності не нижче 0,5, типу КСП-4; - інфрачервоний пірометр; - термоелектричний перетворювач; - ваги лабораторні з найбільшою межею зважування 500 гр, похибкою вимірювання не більше 0,5; - ротаметр (прилад для визначення об'ємної витрати газу або рідини в одиницю часу); - газовий балон 5 л; - редуктор до газового балона
метод експериментального визначення температури займання твердих речовин і матеріалів	<ul style="list-style-type: none"> - прилад ОТП; - прилад для реєстрації температури в діапазоні від 0 до 800 °С, класу точності не нижче 0,5, типу КСП-4; - інфрачервоний пірометр; - термоелектричні перетворювачі; - секундомір

1	2
метод експериментального визначення температури спалаху	- відкритий тигель; - закритий тигель; - прилад для реєстрації температури в діапазоні від 0 до 800 °С, класу точності не нижче 0,5, типу КСП-4; - термоелектричні перетворювачі; - секундомір
метод люмінесценції	- ультрафіолетовий освітлювач ОЛД-41 або «Спектр-К».
метод газового аналізу	- газоаналізатор – 102-ФА-01М або прилад «Коліон» (для використання на місці пожежі); - газоаналізатор УГ-2 (для використання у лабораторних та пристосованих умовах)
метод газової хроматографії	- газовий хроматограф типу НР 6890 або Star-3800.
метод металографічного аналізу	- установка електрохімічного полірування «Шліф-2ТМ» або шліфувальний верстат та стереомікроскоп типу Stemi-2000
метод рентгеноструктурного аналізу	- рентгено-дифракційна установка РДУ-02 «Фарад»
метод електричних вимірювань	- стенд електрика; - комбінований прилад типу Ц-4315; - структуроскоп магнітний мікропроцесорний КРМ-Ц-КЗ
3. Проведення пожежно-технічних експертиз	
метод комп'ютерного моделювання, обробки відео-, фото- та графічних зображень	- ПЕОМ відповідного рівня; - сканер; - кольоровий принтер; - відеомагнітофон з телевізором; - програмне забезпечення



Рис. 3.2. Загальний вигляд структуроскопа КРМ-ЦК-2М

3.5.6. Встановлення осередку виникнення пожежі

На сьогодні в слідчій і експертній практиці найбільш широко поширений метод визначення осередку виникнення пожежі за Б. В. Мегорським. Сутність даного методу полягає у тому, що об'єкт пожежі піддається суцільному огляду з певним кроком зорового сприйняття обстановки. В ході огляду виявляються ознаки спрямованості поширення горіння, сліди і ознаки, що вказують на

осередок виникнення пожежі, і речові докази, що підтверджують безпосередню (технічну) причину виникнення пожежі.

Пожежа як явище має свої просторові характеристики – форму і розміри. Форма пожежі може бути приведена до відповідної геометричної фігури: кола, еліпса, півкола, прямокутника (до фігур на площині) або кулі, конусу, циліндру (до об'ємних фігур) і т.д.

Кожна з перерахованих геометричних фігур має свій центр, визначення якого засноване на відомих з курсу геометрії способах і прийомах. На цьому засновано пропонується метод визначення осередка виникнення пожежі за його зонами розвитку.

При визначенні меж зон горіння і теплового впливу необхідно враховувати умови газообміну, наявність відкритих дверних, віконних і технологічних отворів, а також систем припливної та витяжної вентиляції.

Для графічної побудови можливої зони виникнення пожежі необхідно у відповідному масштабі побудувати план приміщення, в якому сталася пожежа, і нанести координатну сітку. Координатну сітку плану приміщення зазвичай прив'язують до кроку колон. На плані приміщення викреслюють форму і межі зон горіння і теплового впливу. Після виконання даної дії приступають до геометричної побудови можливої зони виникнення пожежі. Побудову цієї зони здійснюють у такій послідовності (рис. 3.3):

- вибирають довільні точки по периметру зони теплового впливу або зони горіння. Кількість обраних точок визначають у кожному конкретному випадку з урахуванням форми зон горіння або теплового впливу. Для випадків, коли форма цих зон близька до кола, число обраних точок повинно бути не менше 5-10, а при формі, близькій до еліпсу – не менше 10. Тут слід мати на увазі, що чим більше точок вибирають, тим точніше буде побудова можливої зони виникнення горіння;
- через довільно вибрані точки проводять дотичні і перпендикуляри до них. Перпендикуляри проводять до взаємного перерізу один з одним усередині відповідної зони пожежі;
- точки взаємного перерізу перпендикуляра один з одним нумерують або позначають відповідними буквами.

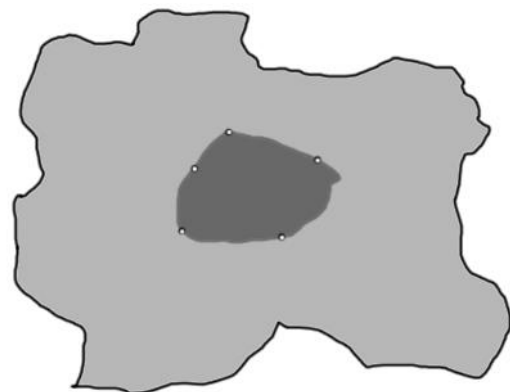


Рис. 3.3. Ділянка можливої зони виникнення пожежі

Далі ці точки з'єднують ламаною лінією. Площина, обмежена ламаною лінією, вказує на ділянку можливої зони виникнення пожежі (рис. 3.3).

Після визначення меж можливої зони виникнення пожежі роблять прив'язку цієї ділянки до координатної сітки об'єкта, де виникла пожежа. Приступають до більш ретельного дослідження виділеного району з метою виявлення речових доказів, що вказують на причину пожежі, і визначення точного місця її виникнення.

3.6. Побудова і перевірка версій причин виникнення пожежі з урахуванням можливих джерел запалювання

Згідно аналізу пожежних небезпек, *основними джерелами запалювання або такими, які найбільш часто зустрічаються, є:*

- електрична дуга, що утворюється при короткому замиканні;
- висока температура струмовідних жил дротів і кабелів, що утворюється в результаті перевантаження в електромережі;
- великі перехідні опори в електромережі;
- іскри і дуги електротехнічного походження;
- тепловий прояв електричних ламп розжарювання;
- малокалорійні джерела теплоти (іскри механічного походження, іскри, що утворюються при горінні твердих речовин і матеріалів, висока температура механізмів, що труться, тліючі сигарети);
- газові прилади;
- технологічне обладнання;
- самозаймання речовин і матеріалів;
- прилади пічного опалення;
- відкрите полум'я (палаючого сірника, паяльної лампи, газоелектрозварювання тощо).

Перераховані ознаки класифікації джерел запалювання дозволяють більш цілеспрямовано побудувати етапи експертної роботи з дослідження версій, пов'язаних з встановленням безпосередньої (технічної) причини виникнення пожеж.

При перевірці даної версії необхідно також мати на увазі ту обставину, що місце, в якому були помічені перші ознаки пожежі, може не збігатися з істинним місцем його виникнення. Тому встановлення місця виникнення (осередка) пожежі є одним з важливих питань, які потребують вирішення при визначенні як загальної, так і безпосередньої (технічної) причини виникнення пожежі.

Під час вивчення цієї версії необхідно вивчити особливості обстановки, що передує пожежі.

При перевірці обстановки, що передує пожежі, велике значення має:

пожежно-технічна характеристика об'єкта, на якому виникла пожежа; кількість, вид, стан речовин і матеріалів, що опинилися згодом в зоні горіння; наявність і технічний стан виробничого обладнання, електрообладнання, газоводопостачання, вентиляції, опалення, кондиціонування; метеорологічні умови (температура і вологість зовнішнього повітря і всередині приміщення, в якому сталася пожежа), опади, напрямок і швидкість вітру, грозові розряди блискавки і т.п., а також такі обставини:

- схильність речовин і матеріалів до самозаймання;
- ступінь заповнення технологічного обладнання горючими і легкозаймистими речовинами і матеріалами, тиск і температура в них;
- технічний стан технологічного обладнання, дотримання планово-профілактичних оглядів і ремонтів його тощо;
- наявність несправностей електрообладнання і електропроводки (наявність оголених дротів, перехідних опорів, перевантажень, пошкоджених патронів, розеток, зниженого опору ізоляції, завищеного захисту, використання електронагрівальних приладів там, де вони не повинні використовуватися тощо);
- виникнення пожежі у таких місцях, де проводилися газоелектрозварювальні роботи, застосовувалися паяльні лампи тощо;
- технічний стан обладнання газопостачання, вентиляції та опалення;
- виявлення на місці пожежі слідів підготовчих дій, спрямованих на створення умов, що сприяють швидкому розвитку пожежі, або інших доказів, що підтверджують наявність таких дій (відкриття вікон і дверей з метою забезпечення припливу свіжого повітря, відкриття шаф, висування ящиків столів, розкладка відповідним чином речей, паперів і документів, складування горючих матеріалів та предметів ближче до майбутнього джерела вогню);
- виявлення даних про підготовчі дії, спрямовані на ускладнення гасіння пожежі (псування пожежного інвентарю, первинних засобів пожежогасіння і системи водопостачання, замкнення на замки приміщень з первинними засобами пожежогасіння та пожежним інвентарем тощо);
- наявність даних про завчасно вивезенні або винесенні з приміщень цінних речей і розміщення їх в безпечному від вогню місці і т.п.

3.7. Перевірка версій про причини виникнення пожежі за джерелом запалювання

3.7.1. Аварійні режими в електроустановках

Статистичні дані свідчать, що причиною виникнення пожеж (до 25-30% від загального їх числа) найчастіше є аварійні режими в електроустановках

(неправильний вибір і монтаж електрообладнання, електропроводки, їх неякісна експлуатація та ремонт). При цьому найбільш небезпечні аварійні режими – це короткі замикання і перевантаження, великі перехідні опори. Пожежна безпека аварійних режимів пов'язана з виникненням електродугових розрядів і запалюванням ними ізоляції кабельних виробів, розташованих поблизу горючих матеріалів; крім того, з утворенням і розльотом в навколишній простір високонагрітих частинок металу жил кабельних виробів, які володіють високою запальною здатністю.

У зв'язку з великою поширеністю електроустановок, електроприладів і проводок в народному господарстві і в побуті версія про виникнення пожежі з цієї причини висувається практично у кожному такому випадку. Огляд місця події, на якому змонтовано електрообладнання, доцільно проводити за участю фахівця, який володіє знаннями з електротехніки.

Основна мета огляду – встановити наявність або відсутність ознак причинного зв'язку загоряння з аварійними режимами і явищами в електропроводці, електрообладнанні і електропобутових приладах.

Перед початком огляду необхідно зняти напругу в електричній мережі. Обстеження згорілого приміщення доцільно починати з місця введення в нього дротів електроживлення і зовнішньої електропроводки до живильної трансформаторної підстанції. При опитуванні осіб, які виявили пожежу, що працювали в даному приміщенні, мешкали в ньому, а також пожежних, які брали участь у гасінні пожежі, слід встановити місце її виникнення і виявити можливий просторово-часовий зв'язок осередка з розміщенням електропристрою. Також необхідно встановити тип електрообладнання, вид його виконання, спосіб прокладки електропроводки, якому електроапарату належали залишки електрообладнання, відстань від нього до найближчих горючих предметів, перевірити відповідність фактичних даних документальним. Це дозволить встановити фактичну наявність електрообладнання на згорілому об'єкті, його стан, ознаки протікання в його елементах аварійних режимів. Надалі отримана інформація необхідна експерту для діагностування аварійного режиму в електроустановці, встановлення його прямого зв'язку з виникненням пожежі.

Складаючи протокол огляду місця пожежі, потрібно відобразити все, що стосується електрообладнання: місця проходження електропроводки крізь конструкції будівлі (стіни, перегородки, перекриття); місця приєднання дротів. Їх необхідно досліджувати особливо ретельно, щоб з'ясувати спосіб з'єднання (зварювання, скручування, опресовування) і встановити місця можливого

нагрівання. Якщо ж з'являються сумніви в цілісності прихованої проводки на даній ділянці, її слід розкрити і оглянути.

При аварійних режимах роботи електричних пристроїв в якості джерел запалювання, здатних визвати пожежу, можуть бути:

- електрична дуга короткого замикання;
- сильно нагріті поверхні, як струмовідні, так і не струмовідні, окремі деталі та корпусу пристроїв;
- полум'я ізоляції, що горить;
- краплі розплавленого металу або сильно нагрітих частинок металу, які утворюються і розбризкуються при короткому замиканні;
- іскрові розряди працюючих електричних комутаційних пристроїв.

Можливість виконання експертизи та надання відповіді на конкретні питання, визначаються із сукупності таких факторів:

- повноти вихідних даних разом з об'єктами досліджень, наданих на дослідження, та зразків порівняння;
- знання процесів та явищ, які приводять до виникнення пожеж та ознак на досліджуваному об'єкті;
- наявності у експерта необхідних технічних засобів для досліджень та рівня методичної забезпеченості окремих видів дослідження.

Повнота вихідних даних мають вирішальне значення для вирішення поставлених питань. Вихідні дані, які надаються на дослідження, та об'єкти дослідження повинні бути викладені в постанові про призначення експертизи. Вилучені з місця пожежі елементи (матеріальні докази) електричної мережі повинні мати відповідні позначення (написи на бірці), які б дозволяли встановити, до якої частини електропроводки чи електричного пристрою вони відносяться або в якому місці вони знаходяться. Крім речових доказів, на експертизу повинні надаватися:

- схеми зовнішньої мережі, включаючи трансформаторну підстанцію, від якої здійснюється електропостачання досліджуваного об'єкту із зазначенням технічних характеристик усіх її елементів та довжини ділянок електропроводки;
- протокол огляду місця пожежі з фототаблицями і при наявності відеозйомкою;
- схема внутрішньої електропроводки об'єкта;
- схема розміщення горючих матеріалів згідно плану приміщень;
- відомості про особливості експлуатації електромережі до виникнення пожежі;

- схеми підключення електроприладів;
- технічні паспорти, правила, інструкції з експлуатації електроприладів і установок, виявлених на місці пожежі;
- відомості про ознаки порушень і нормальної роботи електромережі та устаткування в процесі їх експлуатації до виникнення пожежі;
- спосіб знеструмлення об'єкту до виникнення пожежі, при закінченні робочого дня і під час виявлення та гасіння пожежі.

Вихідні дані та речові докази, які надаються на експертизу, повинні бути закріплені в матеріалах справи, зокрема, у протоколі огляду місця пожежі, огляду речових доказів та на фототаблицях, схемах, ескізах, що додаються до них, тощо.

Питання, які вирішуються при дослідженні можливої причетності аварійних процесів в електромережі до виникнення пожежі, можна поділити на декілька груп.

До першої групи можна віднести питання, які потребують комплексного пожежно-технічного та електротехнічного дослідження. До них можна віднести такі питання:

- чи став аварійний процес електромережі причиною виникнення джерела запалювання у даній пожежі?
- чи можливе настання ушкодження ізоляції дроту (кабелю) внаслідок його експлуатації в умовах струмового перевантаження?
- чи можливе настання термічного ушкодження ізоляції кабельних виробів з наступним виникненням короткого замикання під впливом на них конкретного джерела тепла?
- чи можливе виникнення короткого замикання та інших аварійних процесів при роботі кабельного виробу, електротехнічного пристрою в умовах погіршеного тепловідводу?
- який механізм розвитку аварійного режиму в електричній мережі, електроустановці і які пожежонебезпечні фактори при цьому їх супроводжують?
- чи можливе займання матеріалів та будівельних конструкцій від пожежонебезпечних факторів аварійного процесу (електричної дуги короткого замикання, розплавлених частинок металу, нагрітих струмовідних жил, полум'я ізоляції, що горить)?

До другої групи питань можна віднести питання, дослідження за якими виконуються за окремими методиками з елементами комплексного підходу. До них можна віднести такі питання:

- яка природа оплавлення струмовідних жил (під дією аварійних процесів чи під дією температури пожежі) дротів, кабелів, які були вилучені з місця пожежі?
- чи міг спрацювати автоматичний вимикач в електромережі під дією температури пожежі?
- чи було причиною перегріву обмотки заклинювання ротора електричного двигуна та використання в ньому нестандартних деталей і неякісних мастильних речовин?

До третьої групи можна віднести питання, які переважно потребують знання з галузі електротехніки. До них можна віднести питання, які стосуються безпосередньо електротехнічних пристроїв:

- в якому положенні знаходились контакти комутаційних пристроїв (рубильника, вимикача, перемикача) до моменту виникнення пожежі (були замкнені чи розімкнені)?
- чи була увімкнена електровилка до штепсельної розетки?
- яке призначення наданого на дослідження приладу?
- чи є даний прилад, пристрій стандартним чи саморобним?
- яка потужність наданих на дослідження електрообігрівачів?
- який номінальний струм наданої на дослідження плавкої вставки запобіжника?
- чи є плавка вставка запобіжника стандартною чи вона є саморобною?

До четвертої групи питань можна віднести питання, для вирішення яких необхідно володіти розрахунковими методами. До таких питань можна віднести:

- яка величина струмових навантажень в жилах дротів (кабелів) при увімкненні відповідних електроспоживачів?
- чи відповідають кабельні вироби струмовим навантаженням за умовами нагріву? Чи мало місце перевантаження?
- який можливий період тривалості аварійних процесів до спрацювання пристроїв електрозахисту при розрахункових струмових параметрах аварійних процесів?

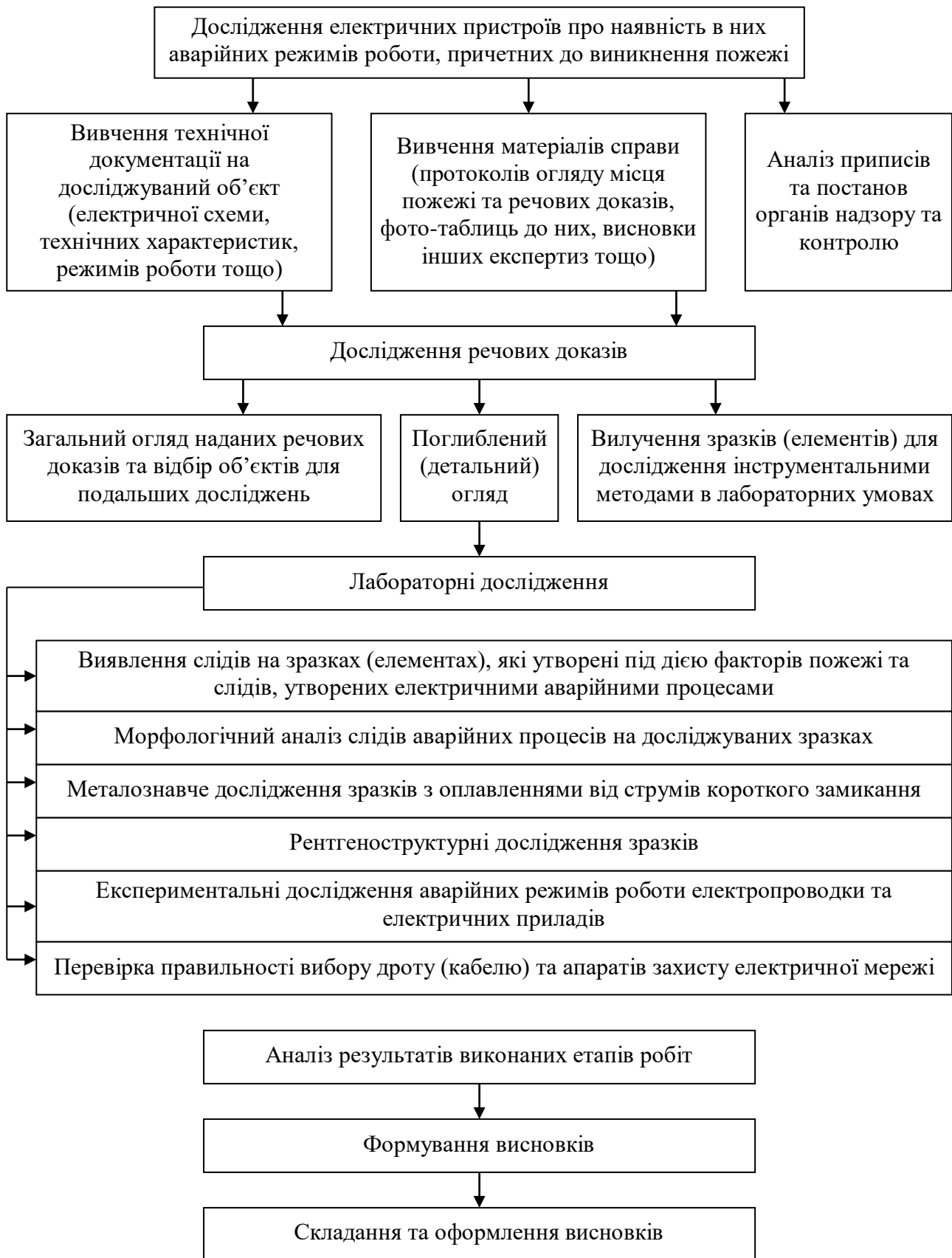


Рис. 3.4. Структурна схема послідовності виконання робіт при експертному дослідженні причетності аварійних процесів в електромережі або в електричних пристроях до виникнення пожежі

3.7.2. Короткі замикання в електромережі

Коротким замиканням називається утворення електричного контакту внаслідок з'єднання різнополярних провідників, що знаходяться під напругою, через досить малий опір, не передбачений режимом роботи електричного кола, машини або апарату.

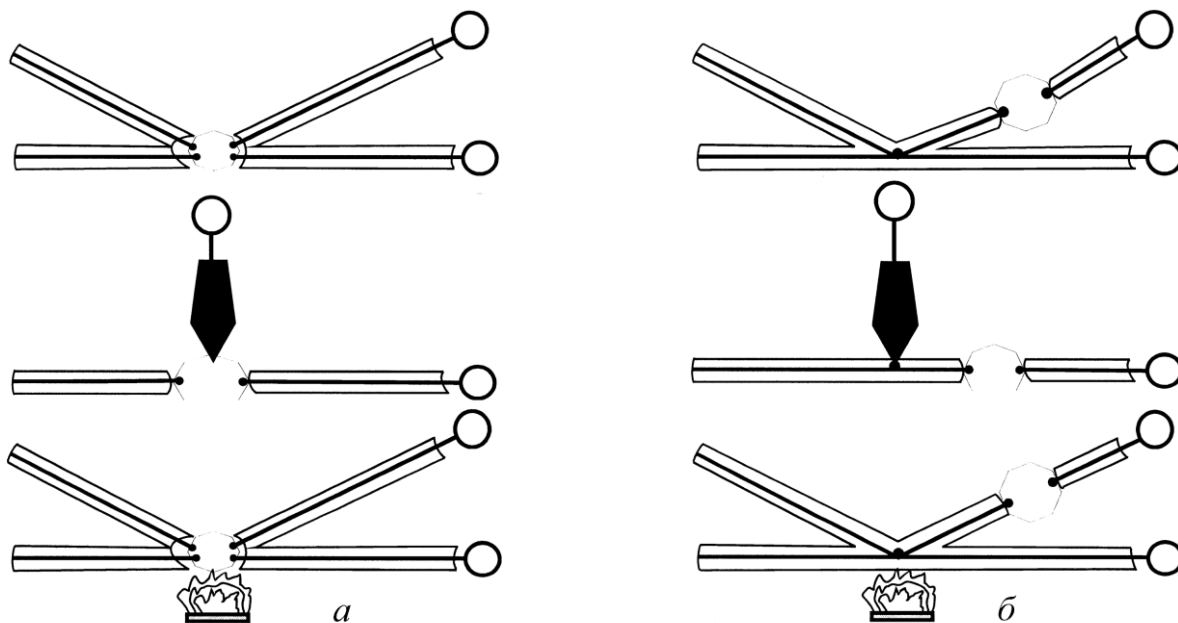
Причиною утворення короткого замикання є: пошкодження ізоляційних покривів при механічних впливах, вплив високих температур або полум'я під час пожежі, а також вологи, парів кислот і лугів; занос високої напруги (перехід напруги з електроустановок високої напруги на електроустановки низької напруги); схлестування дротів повітряних ліній електропередач під дією вітру і від необережно накинутих на них струмовідних предметів; помилкові дії обслуговуючого персоналу під час оперативних перемикань, ремонтах і ревізіях електрообладнання; з'єднання фазних дротів між собою або з землею; штучне (навмисне) створення умов, зазначених вище; прояв грозових розрядів блискавки і т.п. Коротке замикання може також статися при невідповідності застосованих марок дротів їх фактичному призначенню, при використанні слабкострумових дротів (радіотрансляційних, телефонних і т.п.) для силових і освітлювальних електромереж.

Струми короткого замикання можуть мати величини від декількох кілоампер до десятків і навіть сотень кілоампер.

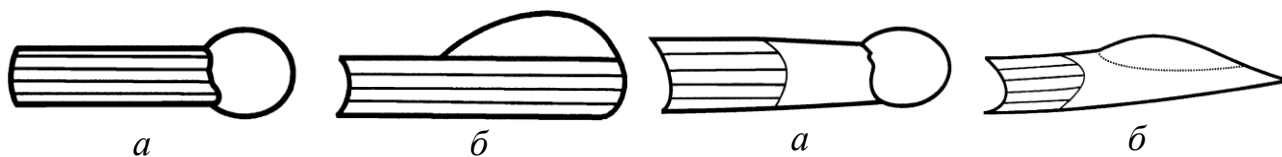
Характерною ознакою короткого замикання є оплавлення дротів і інших частин електроустановок від електричної дуги, яка виникла, температура якої може досягати 1500-4000 °С. У місці короткого замикання відбувається електричний вибух рідкої перемички металу між двома замкненими провідниками. Внаслідок електричного вибуху утворюється велика кількість розжарених (розплавлених) частинок. Краплі металу є носіями досить великої теплової енергії і, розлітаючись на різні відстані, є потенційними джерелами запалювання, особливо при попаданні їх на легкогорючі матеріали. Характер оплавлень на торцях дротів має або гладку округлу форму, або вид наплавлених кульок металу (рис. 3.5, 3.6, 3.7).

При наскрізних прожогах металевої труби і інших оболонок (металорукав), в якій були укладені дроти, отвори мають різну конфігурацію з напливом металу у вигляді крапель і потовщень краями прожога.

При короткому замиканні напливи на дротах і струмовідних жилах кабелів, а також пропали металевих труб і оболонок утворюються тільки на ділянках, схильних до впливу електричної дуги. Сусідні, поруч розташовані ділянки слідів оплавлень і змін форми металу не мають.



*Рис. 3.5. Варіанти пошкоджень дротів:
 а – руйнування безпосередньо у місцях короткого замикання;
 б – руйнування у будь-якому іншому місці в режимі перевантаження*



*Рис. 3.6. Зовнішній вигляд зон оплавлення при короткому замиканні:
 а – на кінці провідника;
 б – на наплавленій поверхні*

*Рис. 3.7. Зовнішній вигляд зон оплавлення при перевантаженні:
 а – на кінці провідника;
 б – на наплавленій поверхні*

При короткому замиканні дротів, прокладених у металевих трубах або оболонках, а також струмовідних жил броньованих кабелів, може виникнути стійка електрична дуга, яка в міру розплавлення провідника, труби, броні кабелю або іншої металевої захисної оболонки буде переміщатися уздовж них, залишаючи проплавленні отвори. Інша частина захисної оболонки слідів оплавлень, як правило, немає. Явища, які при цьому відбуваються, за своєю фізичною сутністю тотожні явищам, що мають місце при зварюванні.

Оплавлення, що виникли в результаті короткого замикання, відрізняються від оплавлень, які утворюються від дії полум'я або високої температури пожежі. При впливі полум'я і високої температури пожежі на дроти, металеві труби і оболонки оплавлення не мають різко вираженої межі. Перетин оплавленого дроту не залишається постійним; на значній ділянці (по довжині), як правило, спостерігаються нерівні раковини і напливи, розтягнутість дротів, труби мають залишкову деформацію. Таким чином, за зовнішнім виглядом оплавлення

дротів або інших струмовідних частин майже завжди можна безпомилково судити про природу його виникнення.

Однак слід враховувати, що при дослідженні версії про можливість виникнення пожежі від короткого замикання необхідно враховувати, що в разі короткого замикання, якщо воно стало причиною пожежі або сталося внаслідок пожежі (при руйнуванні ізоляції вогнем), оплавлення на дротах й інших струмовідних частинах можуть бути знищені подальшими оплавленнями, які виникли від дії високої температури, що розвивалася на пожежі.

Все вищесказане, в основному, відноситься до мідних дротів й інших струмовідних частин, що мають температуру плавлення 1083 °С, а температура, яка виникає на пожежах в залежності від того, що і в якій кількості горить, коливається в межах 800-1100 °С та більше. Сталеві вироби та їх елементи в умовах пожежі, як правило, не плавляться, тому що температура плавлення сталі занадто висока (вище 1400 °С).

Дуже важко, а часто взагалі неможливо, виявити сліди короткого замикання на лінії електропередачі та інших струмовідних частинах з алюмінію. З огляду на те, що температура плавлення алюмінію 660 °С, при пожежі алюмінієві деталі, як правило, розплавляються, а іноді повністю згоряють.

При цьому важливе місце займає дослідження зразків при короткому замиканні.

Вивчення зразків, отриманих в процесі модельних експериментів, проводилося на підставі відомих методик. Використовувалися: *морфологічний, рентгеноструктурний і металографічний методи дослідження.*

Морфологічне дослідження

При візуальному спостереженні процесів термічного пошкодження провідників від дії електричного струму було виявлено, що при усіх розглянутих випадках короткого замикання можливі два варіанти пошкоджень:

- коротке замикання в місці контакту жил різнополярних провідників, при відсутності ізоляції на малій площі;
- коротке замикання в місці руйнування ізоляції провідника об гостру кромку сталеві пластины.

В одному випадку зразки руйнувалися безпосередньо у місцях короткого замикання (рис. 3.5, а). В іншому випадку в місцях короткого замикання відбувався лише сплав (залипання) контактуючих поверхонь, руйнування ж відбувалося у будь-якому іншому місці в режимі перевантаження (рис. 3.5, б).

Залипання з подальшим руйнуванням провідника в режимі

перевантаження нехарактерно для мереж змінного струму напругою 220-380 В.

При подальших дослідженнях (рентгеноструктурний аналіз, металографічний аналіз) відбір модельних зразків, отриманих при короткому замиканні, проводився тільки в тих місцях, де воно відбулося.

Якщо руйнування при короткому замиканні відбувалося в місці зіткнення провідників (або провідника – зі сталевую пластину), то в місцях пошкодження спостерігалось оплавлення, розміри якого не перевищували 2 мм. У більшості випадків оплавлення мало вигляд потовщення кулястої форми. Як правило, ці потовщення розташовуються на кінці провідника, але іноді – на наплавленій поверхні.

При вивченні характеру руйнування зразків, отриманих в режимі перевантаження для випадків оголеного провідника і провідника в ізоляції, візуально встановлено, що зони оплавлень мають досить велику протяжність. Зокрема, протяжність зони оплавлення коливається приблизно в межах 20-40 мм, що істотно відрізняється від випадку руйнування провідника при короткому замиканні. Потовщення округлої форми, як і при короткому замиканні, може розташовуватися як на кінці провідника, так і на наплавленій поверхні поблизу місця руйнування. У напрямку до місця руйнування, в межах зони оплавлення, як правило, спостерігається зменшення поперечного перерізу.

Виявлені в результаті проведених експериментів морфологічні особливості для аварійних режимів провідників на змінному і постійному струмі при напругах 12-15 В в цілому аналогічні.

Рентгеноструктурне дослідження

При рентгеноструктурних дослідженнях зразків, отриманих при короткому замиканні (рис. 3.5-3.7), в місцях руйнування, як і на відстані 35 мм від них, закису міді на поверхні виявлено не було. Даний факт в разі мереж змінного струму напругою 220-380 В вказував би на коротке замикання в умовах розвитку пожежі при зниженому вмісті кисню. Однак в нашому випадку такі висновки не узгоджувалися б з умовами експериментів, проведених за схемами (а, б).

Так, у зразків, отриманих при перевантаженні, у всіх випадках закис міді присутній. Причому у провідників, що знаходяться в ізоляції, закис спостерігається в безпосередній близькості від місця руйнування (до 5 мм). На віддаленні 35 мм закис міді не виявляється. Наявність закису міді на відстані 5 мм від руйнування і відсутність її на відстані 35 мм для мереж змінного струму напругою 220-380 В свідчить про те, що руйнування сталося від термічної дії електричного струму при нормальних умовах навколишнього

середовища (до пожежі). В даному випадку це не суперечить умовам даного експерименту.

У оголених провідників (провідники без ізоляції) закис міді присутній на всій поверхні в межах 35 мм від місця руйнування. Причому співвідношення площ піків JCu_2O / JCu для ділянок, віддалених на 5 мм від місця руйнування, приблизно в 2 рази перевершує співвідношення JCu_2O / JCu , для ділянки, віддаленої на 35 мм, що також в цілому узгоджується з умовами експерименту. У разі мереж змінного струму напругою 220-380 В це вказувало б на пошкодження електричним струмом при нормальному складі атмосфери, що також схоже з умовами даного експерименту.

Металографічне дослідження

При металографічному методі дослідження проводилося вивчення фазового складу і форми зерен у зонах оплавлення. Вивчення структурних особливостей зон оплавлення проводилося на мікрошліфах, виготовлених в поздовжньому перерізі провідників. У процесі приготування шліфів автори зіткнулися з певними труднощами, зумовленими конструкцією провідників. Під час полірування окремі жили, не з'єднані між собою, зачіпляються за сукно, що істотно ускладнює процес приготування шліфа. На відміну від нині існуючих методик, шліф виготовлявся з ділянки сплаву жил, ділянка ж несплавлення жил становила не більше 1-2 мм. Відрізання зразків проводилося там, де провідник переставав розділятися на окремі жили.

У зразків, отриманих шляхом короткого замикання (рис. 3.5-3.7), закис міді практично відсутній. Лише у окремих зразків, отриманих за схемою а, б, може спостерігатися незначна її кількість на межі зерен. Практично у всіх зразків в зонах оплавлення метал має пористу будову – присутні великі, середні і дрібні пори, з переважанням останніх. У більшості зразків при короткому замиканні зерна порівняно великі (щодо поперечних розмірів перерізу провідника) і мають витягнуту форму. Переважно зерна витягнуті уздовж осі провідника. В окремих випадках спостерігалось вкрай погане виявлення меж цих зерен, а на окремих ділянках межі будь-яких зерен взагалі не спостерігалось. Серед зразків, отриманих за схемами (а, б), були й такі, у яких структура зон оплавлення характеризувалася наявністю дрібних литих рівноосних зерен, або зерна мали дендритні будови.

У деяких зразків, отриманих за схемою 3.8, форма зерен була близька до рівновісної, але при цьому спостерігалася їх деяка переважна орієнтація уздовж осі провідника (а, б, в).

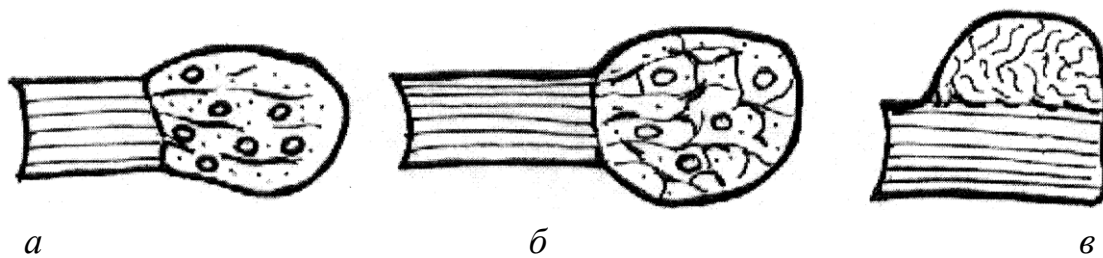


Рис. 3.8. Характерні структури в зонах оплавлення при короткому замиканні:
а, б – на кінці провідника; в – на наплавленій поверхні

Сукупність отриманих результатів за низкою показників відрізняється від результатів, одержуваних в мережах змінного струму напругою 220-380 В.

Зокрема, в зоні оплавлення зразків, отриманих при короткому замиканні за схемами (а, б) у вищевказаній методиці, повинна спостерігатися присутність чималої кількості евтектики ($\alpha\text{Cu} + \text{Cu}_2\text{O}$); в нашому ж випадку евтектики практично не видно, а у отриманих за схемою (в) зразків – переважно присутня не рівновісна структура, а витягнута.

Усі вищевикладені особливості структур однаково справедливі як для змінного, так і для постійного струму напругою 12 В; будь-яких відмінностей не виявлено.

Причому метал, що розплавляється, є сплавом міді з киснем евтектичного і доевтектичного складу (рис. 3.8, а). У разі перевантаження, у оголених провідників також спостерігаються дві характерні ділянки: ділянка повного розплавлення і ділянка неповного розплавлення (рис. 3.8, б).

При цьому, на відміну від провідників з ізоляцією, в зоні повністю розплавленого металу є дві характерні області, розташовані одна за одною. Перша область – безпосередньо примикає до місця руйнування і має вигляд округлого потовщення. Вона утворена сплавом міді з киснем заевтектичного складу. У даній структурі присутні евтектика ($\alpha\text{Cu} + \text{Cu}_2\text{O}$) і первинні кристали закису міді дендритних форм.

Друга область – здебільшого складається зі стовпчастих кристалів евтектичного складу. Зерна евтектичного складу можуть бути як рівновісними, так і стовбчатими. Рівновісні зерна спостерігаються в середині провідника. У цій області може спостерігатися і структура доевтектичного сплаву з надлишковими кристалами $\alpha\text{-Cu}$ дендритних форм. У межах даної області в цілому зберігається початкова форма провідника.

Ділянка металу, що частково розплавився, за своїми структурними особливостями схожа з аналогічною ділянкою зони оплавлення, отриманої при перевантаженні провідників з ізоляцією. У зразків, отриманих при перевантаженні оголених провідників в зоні оплавлення, також можуть

спостерігатися і структури, характерні для зон оплавлення зразків, отриманих при перевантаженні дротів з ізоляцією. Виявлені у зонах оплавлення структурні особливості металу характерні для перевантажень, викликаних дією як постійного, так і змінного струму.

Структури ділянок металу, що повністю розплавилася, у провідників з ізоляцією і без неї, відповідають структурам, отриманим у мережах змінного струму напругою 220-380 В, при аналогічних випадках. Поряд з цим є відмінна риса – це наявність ділянки часткового розплавлення (рис. 3.9).

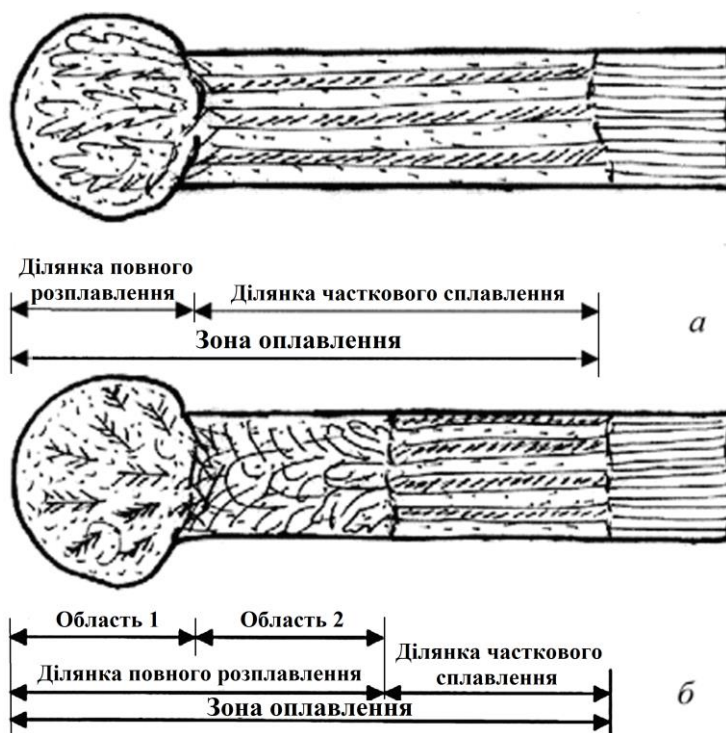


Рис. 3.9. Характерні структури в зонах розплавлення при перевантаженні:
а – з ізоляцією; б – оголеного провідника

3.7.3. Великі перехідні опори

Великі перехідні опори утворюються у місцях слабких контактів з'єднань дротів, кабелів, особливо при з'єднанні різних марок металів, а також у місцях з контактними зажимами щитів, електродвигунів, приладів і апаратів захисту. При поганому контакті у місцях таких з'єднань перехідні опори різко зростають. Зазначені ділянки сильно нагріваються, що може стати причиною загоряння ізоляції, іскріння і навіть виникнення електричної дуги.

При перевірці версії про виникнення пожежі через великі перехідні опори завжди варто мати на увазі, що запобіжники, навіть правильно вибрані, не можуть попередити пожежу, тому що у даному випадку струм у мережі не відрізняється від нормальної величини і виділення великої кількості тепла в місці поганого контакту обумовлюється лише великим перехідним опором. У багатьох випадках високі перехідні опори не роблять ніякого впливу на роботу струмоприймачів, не фіксуються вимірювальними приладами і тому тривалий час можуть залишатися непоміченими.

Основні причини великих перехідних опорів:

- нещільне з'єднання при монтажі у місцях зрощування дротів, приєднання

- дротів до електричних машин, щитів, приладів і апаратів;
- окислення місць з'єднання дротів, особливо з алюмінієвими жилами, оскільки поверхня їх на повітрі покривається плівкою окису, яка створює великий перехідний опір;
- вібрація обладнання, послабляє контакти, особливо у тих випадках, коли у контактних затискачів відсутні засоби проти самовідгвинчування;
- з'єднання дротів, виготовлених з різних матеріалів.

Найбільш характерні ознаки утворення великих перехідних опірів:

- підвищене нагрівання місць з'єднання дротів, кабелів або їх контактів;
- поява в місцях з'єднань і підключень дротів синяви на металі;
- крихкість і розтріскування ізоляції;
- оплавлення контактних з'єднань;
- поява специфічного запаху і потріскування.

3.7.4. Перевантаження в мережах і установках

Перевантаження в електричних мережах, обмотках електродвигунів і трансформаторів, в приладах і апаратах відбувається від струмових навантажень, що перевищують допустимі. Тривало допустимі навантаження на дроти та кабелі з урахуванням перетину їх струмовідних жил, виду ізоляції, конструкції і способу прокладки визначені чинними правилами улаштування електроустановок.

Перевірка виникнення перевантаження. До електропроводки однофазної електромережі, яка була виконана приховано, дротом ПВ-2х1,5 були підключені три масляних електрообігрівача потужністю по 1500 Вт, один електрообігрівач з обдувом потужністю 2000 Вт та холодильник потужністю 300 Вт.

Дріт марки ПВ-2х1,5 представляє собою двожильний мідний дріт з перерізом жили 1,5 мм², з полівінілхлоридною ізоляцією. У відповідності з ПУЕ допустимий довготривалий струм для такого дроту, прокладеного приховано, дорівнює $I_{дон}=19$ А.

Величина струму навантаження (I_p) на електропроводку визначається за співвідношенням:

$$I_p = \sum \frac{P_p}{U_n} = \frac{3 \cdot 1500 + 2000 + 300}{220} \approx 31 \text{ А.} \quad (3.1)$$

Порівнюючи I_p з $I_{дон}$, видно, що є значне перевантаження дроту ПВ-2х1,5 через це є велика ймовірність, що при увімкненні в дану електромережу усіх зазначених електроприймачів можливе руйнування ізоляції дроту та при

поганих умовах тепловідводу, навіть її займання.

На рис. 3.10 наведена теплова характеристика дроту АПР-2,5, де заштрихована зона є областю можливого займання ізоляції. Така характеристика представляє собою дві криві, побудованих у координатах «час-струм», нижня з них (а) відповідає часу руйнування ізоляції при різних струмових навантаженнях (струмах короткого замикання). Верхня крива (б) відповідає часу перегорання струмовідної жили. Як правило, займання ізоляції настає у момент розриву дроту від додаткового теплового імпульсу іскрового розряду у місці розриву.

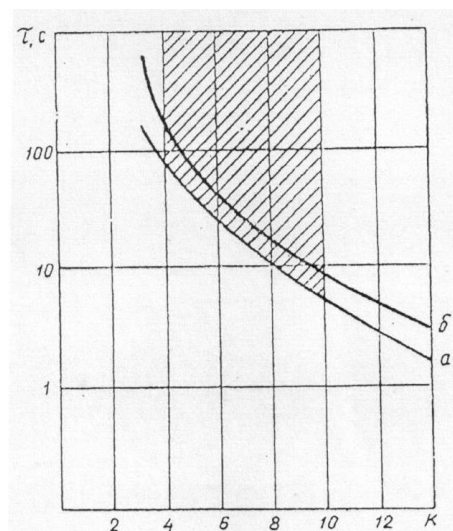


Рис. 3.10. Теплова характеристика дроту АПР-2,5

Таблиця 3.2

Допустимі температури нагріву при короткому замиканні

Вид і матеріал провідника	Тривало-допустима температура жил за нормами, °С	Короткочасно допустима температура жил при перевантаженнях, °С	Найбільша допустима температура, °С	
			з мідними жилами	з алюмінієвими жилами
<i>Кабелі і дроти</i>				
кабелі з паперовою просоченою ізоляцією напругою, кВ	до 3	80	125	200
	до 6	65	100	200
	до 10	60	90	200
кабелі і дроти з резиновою ізоляцією	звичайною	65	100	150
	теплостійкою	65	110	150
дроти з поліхлорвініловою ізоляцією	65	-	150	160
шини і голі дроти	мідні	70	125	300
	алюмінієві	70	125	200

При перевантаженні збільшується кількість виробленого провідниками тепла, що призводить до надмірного (підвищеного) нагрівання, руйнування і займання горючих покривів ізоляції, частин арматури і близько розташованих предметів. Відповідно до закону Джоуля-Ленца, кількість теплоти, що виділяється у провіднику при проходженні ним електричного струму, залежить від сили струму, опору провідника і часу його проходження:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot \tau, \quad (3.2)$$

де Q - кількість теплоти, Дж;
 I - сила струму, А;
 R - електричний опір, Ом;
 τ - час, с.

Тому при перевищенні тривало допустимих струмових навантажень відбувається перевантаження дротів, і вони не встигають віддавати теплоту, що виділяється збільшеним струмом у навколишнє середовище. У результаті відбувається перегрів дротів, що призводить до руйнування ізоляції, а іноді й до її займання.

Найбільш сильно впливає перевантаження на контакти і місця з'єднання дротів, якщо вони виконані недостатньо якісно. Саме в цих місцях насамперед відбувається займання ізоляції.

Таблиця 3.3

Номінальні сили струму запобіжників серії ПН2

Типи	Номінальні сили струму запобіжників, А	Номінальні сили струму плавких вставок, А	Найбільші сили струму вимикання при 380 В, $\cos \varphi = 0,1-0,3$, кА
ПН2-100	100	31,5; 40; 50; 63; 100	100
ПН2-250	250	80; 100; 125; 160; 200; 250	100
ПН2-400	400	200; 250; 315; 350; 400	40
ПН2-600	600	315; 400; 500; 600	25

3.7.5. Комутаційні іскри і дуги електричного походження

Робота багатьох електричних машин, пускових пристроїв, вимикачів та інших пристроїв для розмикання і замикання електричних ланцюгів неминуче супроводжується іскрінням.

Розмикання електричних ланцюгів навіть при нормальних умовах експлуатації електроустановок призводить до іскріння. Іскрові розряди виникають між контактами електричних ланцюгів, які можуть пошкодити і запалити ізоляцію електричних дротів і навколишнє горюче середовище.

Електричні іскри мають дуже високу температуру (кілька тисяч градусів), але дія їх короткочасна і запас теплової енергії невеликий. Тому електричні іскри можуть бути джерелом запалювання тільки підготовлених до горіння речовин. Електрична іскра як джерело запалювання вважається безпечною, якщо, виникнувши в електричному ланцюзі при нормальному або аварійному його стані, не володіє енергією, достатньою для займання вибухонебезпечної або іншої горючої суміші. Для займання кожної вибухонебезпечної суміші повинна бути така мінімальна енергія іскри, нижче якої займання не

відбувається. В реальних умовах енергія іскрового розряду в повному обсязі витрачається на займання суміші, значна частина її витрачається на нагрів контактів, випромінювання, тепловтрати тощо.

Специфічними джерелами запалювання є іскрові розряди статичної та атмосферної електрики. Заряди статичної електрики при електризації твердих, рідких, газоподібних і пилоповітряних систем, а також індукційні заряди, викликані атмосферною електрикою, іноді досягають декількох тисяч вольт. Розряди таких потенціалів утворюють іскри, що мають достатню потужність для займання паро-, газоповітряних і пилових систем. Розряди атмосферної електрики (блискавка) за своєю температурою і запасом теплової енергії можуть служити джерелами запалювання усіх горючих речовин.

Електричні дуги утворюються не тільки від короткого замикання, а й в результаті появи перехідних опорів.

3.7.6. Теплові впливи нагрівальних приладів

Причинами пожеж від побутових та інших електронагрівальних приладів є:

- загоряння матеріалів і конструкцій від теплового впливу нагрівальних елементів в умовах обмеженого тепловідведення;
- перегрів електронагрівальних приладів через конструктивні недоліки, залишення їх в увімкненому стані на тривалий час без нагляду або без знімання теплоти, що передбачено умовами експлуатації;
- загоряння ізоляції сполучних дротів внаслідок зносу і старіння ізоляції і т.п.

Як правило, такі пожежі виникають через порушення вимог пожежної безпеки при користуванні побутовими електронагрівальними приладами, особливо виготовленими кустарним способом.

При огляді місця пожежі слід вжити заходів для пошуку електронагрівального приладу, який став причиною виникнення пожежі. Прилад може мати ознаки впливу високої температури (кольори мінливості, деформацію) або впливу електричного струму (оплавлення, розплавлення). На ділянці встановленого осередка пожежі або на місці виявлення електронагрівального приладу треба обов'язково перевірити наявність і технічний стан штепсельної розетки і вилки, а також з'єднувального дроту (шнура) або іншого пристрою для підключення електронагрівального приладу. Слід мати на увазі, що якщо електронагрівальний прилад був залишений без нагляду під напругою, то на сполучному електричному шнурі повинні залишитися сліди короткого замикання, тобто оплавлення і розплавлення.

Необхідно перевірити: чи перебував електронагрівальний прилад під

напругою перед виявленням пожежі, у тому числі був увімкнений або вимкнений; стан електричного захисту і факт його спрацьовування. Експерт повинен з'ясувати, чи не спостерігалось перед виявленням пожежі миготіння світла. Це буває у разі несправного захисту електромережі. Необхідно ретельно перевірити обстановку, що передує пожежі, щоб з'ясувати причини і обставини залишення приладу увімкненим. Перевірити, чи не навмисне був залишений прилад увімкненим.

Час виникнення пожежі від електроводонагрівальних приладів (чайники, каструлі, самовари, кавоварки, стерилізатори і т.п.) залежить від кількості рідини у приладі, а також від наявності та особливостей підставки під приладом.

Велику пожежну небезпеку становлять електричні чайники. Незахищена дерев'яна підставка під чайником загоряється зазвичай через 10-15 хв. після википання води, тому що температура згораємої підставки досягає 400 °С. Такої температури досить для самозаймання деревини та інших горючих матеріалів.

Часто пожежі виникають через необережне користування електричною праскою. Якщо залишити праску ввімкненою в електричну мережу без надійної підставки, може статися займання горючої підставки і згодом пожежа. Підшова електропраски, що не має терморегулятора і залишена на суцільній підставці, може нагрітися до 400-500 °С. Нагрівання підшови електропраски з терморегулятором не перевищує 120-200 °С, що в окремих випадках також може призвести до виникнення осередка тління на волокнистому матеріалі.

Для перевірки версій щодо причин виникнення пожежі від користування електрообладнанням необхідно враховувати:

- характеристику схеми електропостачання;
- характеристику розподільних щитів (матеріал, тип захисту тощо);
- характеристику основних споживачів електроенергії (електродвигуни, побутові електроприлади тощо), їх число, споживану потужність, режим експлуатації тощо;
- конструктивні особливості електромереж та електрообладнання, їх відповідність класу пожежо- або вибухонебезпечності зони і загальним властивостям навколишнього середовища;
- відповідність перетину дротів і струмовідних жил кабелів електромережі до величини навантаження;
- відповідність номінальних параметрів апаратів захисту перетину дротів і кабелів захищеної ділянки мережі;

- стан контактів в місцях з'єднання і підключення дротів і кабелів до клемних пристроїв електроспоживачів;
- наявність і технічний стан захисних заземлень або занулення;
- відомості про час і результати вимірів опору ізоляції дротів і кабелів, а також їх відповідність чинним нормам і т.п.

Значну пожежну небезпеку становлять лампи розжарювання, люмінесцентні та ртутні лампи високого тиску.

У лампах розжарювання електрична енергія перетворюється у світлову і теплову енергію, причому тепла становить більшу частку загальної енергії, в зв'язку з чим колби ламп значно нагріваються. При зіткненні колби лампи з тілами, що володіють малою теплопровідністю (тканина, папір, деревина тощо), у зоні дотику в результаті погіршення тепловідведення можливий сильний місцевий нагрів, який може викликати тління горючого матеріалу з подальшим його займанням.

Згідно з даними, проводилися дослідження з визначенням температур на зовнішній поверхні колб електричних ламп розжарювання, останні становлять велику пожежну небезпеку. Так, через 30 хв після увімкнення ламп температура (у °С) на їх зовнішній поверхні досягає таких величин при потужності лампи у Вт: 40 (Вт) – 145 (°С); 75 – 250; 100 – 290; 200 – 330; 150 – 350; 750 – 375; 500 – 500.

При дотику лампи до текстильних матеріалів її колба нагрівається ще більше. Так, лампа потужністю 40 Вт, загорнута у ватяну ковдру, нагрівається до 250 °С; лампа потужністю 100 Вт, загорнута тканиною, нагрівається до 340 °С.

Правила пожежної безпеки вимагають, щоб максимальний перегрів опорних поверхонь світильників (при температурі навколишнього середовища 20 ± 5 °С) не перевищував 50 °С. Дана вимога може бути порушена при зміні умов монтажу та експлуатації світильників.

Допустимий температурний нагрів обмотки вибирають з урахуванням класу нагрівостійкості застосовуваного обмотувального дроту відповідно до вимог ГОСТ 8865-93 «Системы электрической изоляции. Оценка нагревостойкости и классификация» і гарантують певний термін служби ізоляції дроту, а отже, і усієї пускорегулювальної апаратури світильника.

Термін служби ізоляції визначається допустимою величиною тривалого теплового нагріву ізоляції для класу А за температури $t_w=95-105$ °С протягом 10-15 років; для класу Б за температури $t_w=110-120$ °С – 10-15 років; для класу В за температури $t_w=130-140$ °С – 10-15 років. Перевищення температури

обмотувального дроту понад допустиму на кожні 10 °С знижує термін служби ізоляції, а отже, і пускорегулюючого апарату, приблизно у 2 рази.

Розрахунки показують, що для ізоляції обмотувального дроту класу А при зміні його температури зі 105 до 195 °С термін його служби знижується відповідно при 105 °С до 15 років; 115 °С – 7,5 років; 125 °С – 3,75 років; 135 °С – 1,825 років; 145 °С – 333 доби; 155 °С – 167 діб; 165 °С – 83 доби; 175 °С – 42 доби; 185 °С – 41 добу; 195 °С – 10,5 діб.

Однією з причин виникнення пожеж є оплавлення струмоводів через перегрів та коротке замикання електричних мереж. Згідно «*Методичних вказівок щодо визначення причетності частинок металів при коротких замиканнях в електропроводках до виникнення пожеж*» Г. І. Смелекова визначено:

I. Загальні положення.

Методика поширюється на відкриті електропроводки, що прокладаються у пожежонебезпечних зонах та виконані незахищеними ізольованими дротами з алюмінієвими струмовідними жилами перерізом до 6 мм у мережах напругою до 1000 В.

Методика призначена для визначення ймовірності виникнення пожежі від частинок металів, що утворюються при коротких замиканнях, і може бути використана для проведення пожежно-технічних експертиз та обґрунтування протипожежних вимог допустимого наближення твердих горючих матеріалів до лінії електропроводки.

Причетність електропроводки до виникнення пожеж на об'єктах народного господарства визначається наступним чином: існує ймовірність виникнення пожежі від часток металів, що утворюються через короткі замикання електродротів; отримана ймовірність зіставляється з ймовірностями виникнення загоряння з інших можливих причин.

Методика не розповсюджується на такі електропроводки:

- приховані;
- прокладені на свіжому повітрі (де існує вітрове навантаження);
- виконані кабелем або дротами з мідними жилами.

II. Дослідження

1. З місця пожежі вилучається зразок твердого пального матеріалу та встановлюється група його горючості згідно з ДСТУ 8829:2019 або за спеціальною довідковою літературою.

2. Залежно від групи горючості даного пального матеріалу визначається середня для цієї групи можливість Q_v запалення матеріалу від часток металів,

що утворюються внаслідок виникнення короткого замикання в електропроводці (табл. 3.4).

3. За оплавленими місцями електропроводки встановлюються усі можливі зони виникнення замикання.

4. Безпосереднім виміром, або (у разі обриву електропроводки) за показаннями свідків, або за місцями кріплення електропроводки визначаються місце розташування короткого замикання щодо рівня підлоги (землі) – H_1 та середня висота пального матеріалу – H_2 (у метрах).

5. На плані приміщення, що розглядається, наноситься точка, яка відповідає проекції місця короткого замикання на горизонтальну площину, і вказується площа, зайнята палим матеріалом до моменту виникнення пожежі.

6. Якщо горючий матеріал займає частину площі приміщення, то на плані проводяться два кола з центром у точці проекції місця короткого замикання:

- радіусом R_1 – до найближчої межі пального матеріалу;
- радіусом R_2 – до найбільш віддаленої точки пального матеріалу.

7. Залежність від різниці висот $H = H_1 - H_2$ та відстані по горизонталі від місця короткого замикання до пального матеріалу (R_1 та R_2) є складовою ймовірності наявності джерела запалення Q_n . (табл. 3.5).

III. Обробка результатів

1. Залежно від взаємного розташування місця короткого замикання та пального матеріалу на об'єкті обчислюється ймовірність Q_i наявності джерела запалення у зоні зосередження горючих матеріалів.

2. Розраховується ймовірність виникнення пожежі від часток металів:

$$Q_n = Q_z \cdot Q_k \cdot Q_p \cdot Q_{mz}, \quad (3.3)$$

де Q_z – ймовірність загоряння у вузлі;

$Q_k = 1$ – можливість зосередження (або утворення) у вузлі (або біля нього) кількості речовини, що становить пожежну небезпеку;

$Q_p = 1$ – ймовірність переростання в пожежу загоряння, що виникло;

Q_{mz} – ймовірність відмови системи гасіння; $Q_{mz} = 1/k$, де k – коефіцієнт надійності, що враховує наявність систем пожежної сигналізації або пожежного захисту (за наявності таких систем $k = 7$, а за відсутності $k = 1$).

Ймовірність загоряння у вузлі:

$$Q_z = Q_a \cdot Q_{sc} \cdot Q_i \cdot Q_t \cdot Q_q \cdot Q_d, \quad (3.4)$$

де $Q_a = 1$ – ймовірність виникнення ситуації, пов'язаної з утворенням у вузлі пожежонебезпечного середовища;

$Q_{sc} = 1$ – ймовірність того, що пожежонебезпечне середовище є палим;

Q_i – ймовірність наявності джерела запалення у пожежонебезпечному середовищі, тобто ймовірність появи частинок у певній зоні;

$Q_t \cdot Q_q \cdot Q_d$ – ймовірність того, що температура, тиск та визначальний розмір

пожежонебезпечного середовища будуть вищими за відповідні мінімальні пожежонебезпечні температури, тиски та визначальні розміри (у нашому випадку, зокрема, $Q_t \cdot Q_q \cdot Q_d = Q_e$ – ймовірність запалення пального матеріалу від палаючої частинки (табл. 3.4).

Остаточо маємо:

$$Q_n = Q_i \cdot Q_e \cdot Q_{mз}. \quad (3.5)$$

3. Ймовірність Q_i появи джерела запалювання пального матеріалу у кожному даному випадку залежить від взаємного розташування пального матеріалу та електропроводки.

Розрахунок починається з визначення складових ймовірності появи джерела $\bar{Q}_i(R_1)$ та $\bar{Q}_i(R_2)$ за відомим значенням $H = H_1 - H_2 \geq 0$ (табл. 3.5). При цьому можливі три варіанти:

а) Вірогідність $\bar{Q}_i(R_2) \neq 1$. У цьому випадку повна ймовірність появи частинок металу в зоні зосередження горючих матеріалів може бути знайдена з виразу:

$$Q_i = \frac{\bar{Q}_i(R_1) - \bar{Q}_i(R_2)}{1 - \bar{Q}_i(R_2)} \cdot \frac{S_z}{S_0}, \quad (3.6)$$

де S_z – площа у плані, що займається палим матеріалом до виникнення пожежі;

S_0 – площа частини приміщення між R_1 та R_2 .

б) Ймовірність $\bar{Q}_i(R_1) = 1$, тоді Q_i визначається так:

$$Q_i = \frac{S_z}{S_0}. \quad (3.7)$$

в) Якщо висота складованого пального матеріалу більша за висоту, на якій знаходиться місце короткого замикання ($H = H_1 - H_2 < 0$), то приймається найбільше значення ймовірності $\bar{Q}_i(R_1)$ (найбільше в стовпці R_1 табл. 3.5), а ймовірність Q_i визначається як:

$$Q_i = \bar{Q}_i(R_1) \cdot \frac{S_z}{S_0}. \quad (3.8)$$

11. Причетність частинок металів при коротких замиканнях в електропроводках до виникнення пожеж встановлюється за обчисленим значенням ймовірності виникнення пожежі Q_n .

Якщо $Q_n \geq 0,9$, робиться висновок про причетність електропроводки до пожежі на об'єкті. За $Q_n \leq 0,1$ електропроводка не причетна до пожежі. В інших випадках ($0,01 < Q_n < 0,9$) експерт може зробити висновок про причетність електропроводки до пожежі, порівнюючи отриману ймовірність із ймовірностями виникнення загоряння з інших причин. Остаточо причина пожежі на об'єкті визначається на підставі спільного урахування експертного

висновку, виконаного за даною Методикою, та всіх матеріалів кримінальної справи.

IV. Приклад розрахунку можливості виникнення пожежі від часток металів.

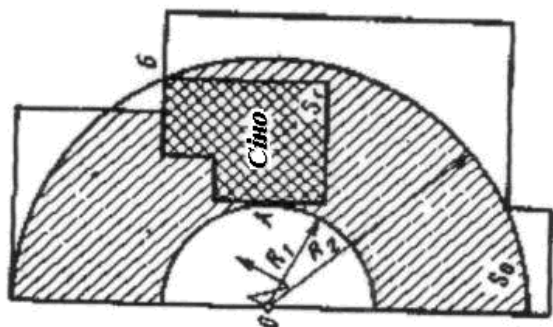


Рис. 3.11. План приміщення, де виникло загоряння, та місце, що займав до пожежі паливий матеріал (точка O – проекція місця короткого замикання на горизонтальну площину)

План приміщення, у якому виникла пожежа, наведено на рис. 3.11. Після ліквідації пожежі висунуто версію про причетність електропроводки до пожежі, оскільки на ній були сліди оплавлення провідників.

Згідно з наведеною методикою була визначена ймовірність виникнення пожежі Q_n за схемою: через ближню A та дальню B точки площі, що зайнята паливим матеріалом (на плані приміщення), проводяться кола з центром у точці проекції місця короткого замикання на горизонтальну площину. Отримані радіуси відповідно дорівнюють: $R_1=3,5$ м; $R_2=7,25$ м. За табл. 3.4 для сіна, що є легкозаймистою речовиною, знаходиться середня ймовірність займання $Q_6=0,84$.

Визначається висота: $H = H_1 - H_2 = 7 - 5 = 2$ м. За табл. 3.5 для $H=2$ м обчислюються $\bar{Q}_i(R_1) = \bar{Q}_i(3,5$ м) та $\bar{Q}_i(R_2) = \bar{Q}_i(7,25$ м). Шукані величини дорівнюють відповідно 0,985 та 0,01. Оскільки $\bar{Q}_i(R_2) \neq 1$, для подальших обчислень використовується формула (3.6):

$$Q_i = \frac{0,985 - 0,01}{1 - 0,01} = \frac{3,5}{7} = 0,492,$$

де $S_2 = 3,5$ м² та $S_0 = 7$ м² (рис. 3.11).

Система пожежного захисту була відсутня, отже, $k = 1$ і $Q_{mз} = 1/k = 1$.

Шукана ймовірність виникнення пожежі визначається за формулою (3.5): $Q_n = 0,492 \cdot 0,84 \cdot 1 = 0,41328$.

Висновок. $Q_n = 0,41328 < 0,9$ (п. 11), отже, можливість виникнення пожежі частинок металів малоімовірна.

Таблиця 3.4

Можливість займання горючих матеріалів

Група горючості матеріалів	Ознаки горючості	Середня за групою ймовірність займання
легкозаймиста речовина	горючий матеріал, здатний спалахнути від короткочасного впливу полум'я сірника, іскри, розжареного електродроту тощо джерел запалювання з низькою енергією	0,84
горючий матеріал	матеріал, здатний самостійно горіти після видалення джерела запалювання	0,37
важкогорючий матеріал	горюча речовина, здатна горіти під впливом джерела запалювання, але не здатна до самостійного горіння після його видалення	0,08

Таблиця 3.5

Ймовірність потрапляння частинок металу на горючий матеріал

Висота розташування електродроту від верхнього рівня пального матеріалу, м	Ймовірність наявності джерела запалення Q _i на відстані до найближчої межі пального матеріалу R ₁ , м					
	0 – 2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5
0,1	1	0,991	0,9934	0,9773	0,9352	0,8561
1	1	0,9999	0,9981	0,9903	0,9560	0,8841
2	1	1	0,99998	0,9995	0,9962	0,9849
3	1	1	1	0,99997	0,9998	0,9976
4	1	1	1	0,99999	0,9999	0,9992
5	1	1	1	1	0,99997	0,9997
6	1	1	1	1	0,99998	0,9998
7	1	1	1	1	0,99999	0,9999
8	1	1	1	0,99999	0,99997	0,9998
9	1	1	1	0,99998	0,9999	0,9996
10	1	1	1	0,99990	0,9999	0,9996

Продовження таблиці 3.5

Висота розташування електродроту від верхнього рівня пального матеріалу, м	Ймовірність наявності джерела запалення Q _i на відстані до найближчої межі пального матеріалу R ₁ , м					
	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5
0,1	0,7232	0,5228	0,3551	0,2136	0,1068	0,0493
1	0,7930	0,6607	0,5082	0,4003	0,3185	0,2428
2	0,9495	0,8826	0,7941	0,6782	0,5403	0,4181
3	0,9866	0,9604	0,9208	0,8586	0,7604	0,6528
4	0,9956	0,9844	0,959	0,9089	0,8555	0,7669
5	0,9984	0,9932	0,9811	0,9527	0,9108	0,8407
6	0,9992	0,9975	0,9927	0,9822	0,9651	0,9378
7	0,9996	0,9982	0,9928	0,9761	0,9388	0,9013
8	0,9989	0,9961	0,9904	0,9772	0,9544	0,9215
9	0,9985	0,9962	0,9898	0,9801	0,9624	0,9316
10	0,9984	0,9957	0,9893	0,9761	0,9532	0,922

Продовження таблиці 3.5

Висота розташування електродоту від верхнього рівня пального матеріалу, м	Ймовірність наявності джерела запалення Qi на відстані до найближчої межі пального матеріалу R1, м					
	5,25	5,5	5,75	6	6,25	6,5
0,1	0,0199	0,01	0,1	0	0	0
1	0,1679	0,1198	0,0682	0,0588	0,0396	0,02
2	0,3535	0,2816	0,2018	0,1598	0,0966	0,0781
3	0,5177	0,419	0,3397	0,29	0,184	0,15
4	0,685	0,55	0,4303	0,3875	0,3194	0,2177
5	0,7692	0,6794	0,5667	0,4584	0,3846	0,3162
6	0,8996	0,8406	0,7548	0,6816	0,5918	0,496
7	0,8457	0,7662	0,6612	0,5542	0,4357	0,3514
8	0,8862	0,8275	0,75	0,6667	0,5671	0,5081
9	0,8964	0,8329	0,743	0,6662	0,5978	0,5095
10	0,878	0,8374	0,7832	0,703	0,6422	0,5471

Продовження таблиці 3.5

Висота розташування електродоту від верхнього рівня пального матеріалу, м	Ймовірність наявності джерела запалення Qi на відстані до найближчої межі пального матеріалу R1, м						
	6,75	7	7,25	7,5	7,75	8	8,25
0,1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0,0397	0,0397	0,01	0,01	0	0	0
3	0,1145	0,0776	0,0491	0,0395	0,0199	0,01	0,01
4	0,1588	0,1417	0,1151	0,0586	0,0491	0,0297	0,0199
5	0,2567	0,2008	0,1498	0,1143	0,0774	0,0586	0,0491
6	0,414	0,3341	0,2433	0,1775	0,1156	0,0591	0,0199
7	0,2872	0,2326	0,1846	0,1417	0,0966	0,049	0,039
8	0,4473	0,3647	0,3095	0,2575	0,184	0,1588	0,1145
9	0,455	0,4202	0,3179	0,2744	0,2026	0,1238	0,0776
10	0,4794	0,4461	0,3777	0,3085	0,2797	0,2171	0,01845

Продовження таблиці 3.5

Висота розташування електродоту від верхнього рівня пального матеріалу, м	Ймовірність наявності джерела запалення Qi на відстані до найближчої межі пального матеріалу R1, м						
	8,5	8,75	9	9,25	9,5	9,75	10 і більше
0,1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0,01	0,01	0	0	0	0	0
5	0,0297	0,0199	0,01	0,01	0,01	0	0
6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0
7	0,0297	0,0297	0,0199	0,01	0,01	0	0
8	0,0776	0,0491	0,0395	0,0298	0,01	0	0
9	0,0588	0,0493	0,0397	0,01	0,01	0	0
10	0,1415	0,0964	0,0587	0,0298	0,0298	0	0

Додаток 1
до Правил безпечної експлуатації
електроустановок

**Форма наряду-допуску для виконання робіт в
електроустановках і вказівки щодо його заповнення**

Лицьова сторона наряду

Підприємство _____
Підрозділ _____

Наряд-допуск N
(для виконання робіт в електроустановках)

Керівнику робіт (наглядачу) _____
(прізвище, ініціали,

_____ група з електробезпеки)

допускачу _____
(прізвище, ініціали, група з електробезпеки)

з членами бригади: _____
(прізвища, ініціали, група з електробезпеки)

доручається: _____

Роботу почати дата _____ год _____ хв _____

Роботу закінчити дата _____ год _____ хв _____

Таблиця 1. Заходи щодо підготовки робочих місць

Назва електроустановок, в яких треба про- вести вимкнення і встановити заземлення	Що повинно бути вимк- нено і де заземлено
1	2

Окремі вказівки: _____

Наряд видав дата _____ год _____ хв _____

Підпис _____ Прізвище, ініціали _____

Наряд продовжив до: дата _____ год _____ хв _____

Підпис _____ Прізвище, ініціали _____ дата _____

Таблиця 2 - Дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск

Дозвіл на підготовку ро- бочих місць і на допуск видав (посада, прізвище або підпис)	Дата, час	Підпис працівника, який отримав дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск
1	2	3

Робочі місця підготовлені. Під напругою залишились: _____

Допускач _____

(підпис)

Керівник робіт (наглядач) _____

(підпис)

Зворотна сторона наряду

Таблиця 3 - Інструктаж членів бригади (цільовий) у разі первинного допуску

Члени бригади (прізвище, ініціали)	Підписи членів бригади, які пройшли інструктаж
1	2

Підписи працівників, які провели інструктаж:

Допускач _____

Керівник робіт (наглядач) _____

Таблиця 4 - Щоденний допуск до роботи та її закінчення

Бригада проінструктована і допущена на робоче місце				Робота закінчена, бригада виведена	
Найменування робочого місця	Дата, час	Підписи		Дата, час	Підпис керівника робіт (наглядача)
		допускача	керівника робіт (наглядача)		
1	2	3	4	5	6

Таблиця 5 - Зміни в складі бригади

Працівник, введений до складу бригади (прізвище, ініціали, група)	Працівник, виведений зі складу бригади (прізвище, ініціали, група)	Дата, час	Дозволив (підпис)
1	2	3	4

Робота повністю закінчена, бригада виведена, заземлення, встановлені бригадою, знято, повідомлено (кому) _____
(посада)

(прізвище, ініціали)

Дата _____ год _____ хв _____

Керівник робіт (наглядач) _____

(підпис)

Додаток 2
до Правил безпечної експлуатації
електроустановок

Порядок обліку робіт, що виконуються
за нарядами і розпорядженнями

Порядок обліку робіт за нарядами та розпорядженнями визначає керівництво підприємства.

Роботи за нарядами та розпорядженнями слід обліковувати в призначеному для цього журналі за пропонованою нижче формою.

В журналі у відповідних графах реєструють первинний допуск до роботи за нарядами і повне її закінчення, допуск до роботи за розпорядженням та її закінчення (за винятком робіт за розпорядженнями, які виконуються самими оперативними працівниками або під їхнім наглядом і запис про які роблять тільки в оперативному журналі). Крім того, первинні та щоденні допуски до робіт за нарядами оформляють записом в оперативному журналі, у цьому разі зазначають тільки номер наряду і робоче місце.

Сторінки журналу слід пронумерувати, а журнал прошнурувати та скріпити печаткою. Термін зберігання журналу після останнього запису становить 6 місяців.

Журнал обліку робіт за нарядами і розпорядженнями

Номер розпорядження	Номер наряду	Місце і найменування роботи. Заходи безпеки	Керівник робіт або наглядач (прізвище, ініціали)	Члени бригади, яка працює за розпорядженням (прізвище, ініціали)	Працівник, який дав розпорядження (прізвище, ініціали)	Дозвіл на допуск (дата, час)	Роботу закінчили (дата, час)
1	2	3	4	5	6	7	8

Примітки: 1. У разі великої кількості робіт за розпорядженнями запис їхніх порядкових номерів дозволяється щомісяця починати знову.

2. У разі виконання робіт за нарядами заповнюються тільки графи 2, 7, 8.

**ВИМОГИ ДО ОСІБ, ЩО ДОПУСКАЮТЬСЯ ДО РОБІТ З ОБСЛУГОВУВАННЯ
ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК І ДО УПРАВЛІННЯ МАШИНАМИ Й УСТАТКУВАННЯМ
З ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ**

Особи, що допускаються до робіт з обслуговування електроустановок, повинні бути не молодше 18 років.

Особи, що допускаються до робіт з обслуговування електроустановок, повинні проходити попередній і періодичні медичні огляди, які повинні проводитися в строки, установлені Міністерством охорони здоров'я.

Особи, що допускаються до робіт з обслуговування електроустановок, а також до керування машинами або устаткуванням з електроприводом, повинні мати відповідну кваліфікацію згідно з тарифно-кваліфікаційним довідником робіт і професій робітників, зайнятих у будівництві й на ремонтно-будівельних роботах, відповідну кваліфікаційну групу з безпеки, проходити інструктаж і перевірку знань з безпеки (електробезпечності) відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів і Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів.

Особи, що допускаються до керування будівельними машинами й устаткування з електроприводом, повинні мати кваліфікаційну групу з безпеки не нижче II. Підтвердження кваліфікаційної групи слід проводити щорічно із записом у журналі перевірки знань з безпеки.

Особи, що допускаються до керування ручними електричними машинами, повинні мати I кваліфікаційну групу з безпеки.

Присвоєння I кваліфікаційної групи з безпеки слід оформлювати записом у журналі перевірки знань з безпеки. Особи, що мають I кваліфікаційну групу, повинні проходити інструктаж не рідше одного разу на квартал.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРОТРАВМИ

Виникнення електротравми в результаті впливу електричного струму або електричної дуги може бути пов'язане:

- з однофазним (однополюсним) дотиком неізольованої від землі (основи) людини до неізольованих струмовідних частин електроустановок, що перебувають під напругою;
- з одночасним дотиком людини до двох струмовідних неізольованих частин (фаз, полюсів) електроустановок, що перебувають під напругою;
- з наближенням на небезпечну відстань людини, неізольованої від землі (основи), до струмовідних, не захищених ізоляцією, частин електроустановок, що перебувають під напругою;
- з дотиком людини, неізольованої від землі (основи), до металевих корпусів (корпусу) електроустановки, що перебуває під напругою;
- з включенням людини, що перебуває в зоні розтікання струму замикання на землю, на «напругу кроку»;
- з дією атмосферної електрики при грозових розрядах;
- з дією електричної дуги;
- зі звільненням людини, що перебуває під напругою.

Тяжкість електротравми залежить від струму, що протікає через тіло людини, частоти струму, фізіологічного стану організму, тривалості впливу струму, шляху струму в організмі й виробничих умов.

Зовнішніми проявами електротравми можуть бути опіки, електричні знаки на шкірному покриві, металізація поверхні шкіри тіла людини.

КЛАСИФІКАЦІЯ УМОВ РОБІТ ЗА СТУПЕНЕМ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕЧНОСТІ

Умови без підвищеної небезпеки ураження людей електричним струмом: відсутність умов, що створюють підвищену або особливу небезпеку.

Умови з підвищеною небезпекою ураження людей електричним струмом:

а) наявність вологості (пари або волога, що конденсується виділяються у вигляді дрібних крапель і відносна вологість повітря перевищує 75%);

б) наявність пилу, що проводить струм (технологічний або інший пил, осідаючи на дротах, проникаючи усередину машин і апаратів і відкладаючись на електроустановках, погіршує умови охолодження й ізоляції, але не викликає небезпеки пожежі або вибуху);

в) наявність основ, що проводять струм (металевих, земляних, залізобетонних, цегельних);

г) наявність підвищеної температури (незалежно від пори року й різних теплових випромінювань температура перевищує довготривало 35 °С, короткочасно 40 °С);

д) наявність можливості одночасного дотику людини до металоконструкцій будинків, технологічних апаратів, механізмів тощо, що мають з'єднання із землею, з одного боку, і до металевих корпусів електроустаткування – з іншого.

Особливо небезпечні умови ураження людей електричним струмом:

а) наявність вогкості (дощ, сніг, часте обприскування й покриття вологою стелі, підлоги, стін, предметів, що перебувають усередині приміщення);

б) наявність хімічно активного середовища (постійно або довгостроково утримуються агресивні пари, гази, рідина, утворюються відкладення або цвіль, що руйнують ізоляцію й струмовідні частини електроустаткування);

в) наявність одночасно двох або більше умов підвищеної небезпеки.

Примітка. Класифікація наведена згідно з НПАОП 40.1-1.21-98.

ВИЗНАЧЕННЯ ОХОРОННОЇ ЗОНИ

Охоронною зоною уздовж повітряних ліній електропередачі є ділянка землі й простору, розташована між вертикальними площинами, які проходять через паралельні прямі віддалені від крайніх дротів (при невідхиленому їх положенні) на відстані, м:

для ліній напругою:	
до 1 кВ включно	2
від 1 кВ до 20 кВ включно	10
35 кВ	15
110 кВ	20
150 кВ	25
220 кВ	
330 кВ	30
440 кВ	
500 кВ	
700 кВ	40
800 кВ (постійний струм)	30

ЛІТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности в энергетике: учебник для студ. высш. учеб. заведений / [В. Г. Еремин, В. В. Сафронов, А. Г. Схиртладзе, Г. А. Харламов]. — Москва : Издательский центр «Академия», 2010. — 400 с.
2. Бургсдорф В. В., Якобс А. Й. Заземляющие устройства электроустановок. — Москва : Энергоатомиздат, 1987. — 500 с.
3. Гажаман В. І. Електробезпека на виробництві. Київ : 2002. — 272 с.
4. ГНД 34.12.102-2004. Положення про спеціальну підготовку і навчання з питань технічної експлуатації об'єктів електроенергетики. / Затв. наказом Міністерства палива та енергетики України від 09.02.2004 під №75, зареєстроване у Міністерстві юстиції України від 05.04.2004 під №418/9017.
5. ГОСТ 12.1.009-97 ССБТ «Электробезопасность. Термины и определения».
6. ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
7. ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
8. ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89). Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (КОД IP).
9. Гордон Г. Ю. Электротравматизм и его предупреждение. / Г. Ю. Гордон, Л. И. Вайнштейн. — Москва : Энергоатомиздат, 1986. — 256 с.
10. Долин П. А. Основы техники безопасности в электроустановках. Москва : Энергоатомиздат, 1984. — 448 с.
11. ДСТУ ІЕС 61557-1:2004 Електробезпечність низьковольтних розподільних систем напругою до 1000 В змінного струму та 1500 В постійного струму. Устаткування для випробування, вимірювання або контролю захисних заходів. Частина 1. Загальні вимоги (ІЕС 51557-1:1997 IDT).
12. ДСТУ EN 61557-2:2005 Електробезпечність низьковольтних розподільних систем напругою до 1000 В змінного струму та 1500 В постійного струму. Обладнання для випробування, вимірювання або контролю захисних заходів. Частина 2. Опір ізоляції (ІЕС 51557-2:1997 IDT).
13. ДСТУ EN 61557-3:2005 Електробезпечність низьковольтних розподільних систем напругою до 1000 В змінного струму та 1500 В постійного струму. Обладнання для випробування, вимірювання або контролю захисних заходів. Частина 3. Повний електричний опір (ІЕС 51557-3:1997 IDT).
14. ДСТУ EN 61557-4:2005 Електробезпечність низьковольтних розподільних систем напругою до 1000 В змінного струму та 1500 В постійного струму. Обладнання для випробування, вимірювання або контролю захисних заходів. Частина 4. Повний електричний опір (ІЕС 51557-4:1997 IDT).
15. ДСТУ EN 61557-5:2005 Електробезпечність низьковольтних розподільних систем напругою до 1000 В змінного струму та 1500 В постійного струму. Обладнання для випробування, вимірювання або контролю захисних заходів. Частина 5. Опір на землю (ІЕС 51557-5:1997 IDT).
16. ДСТУ EN 61557-6:2004 Електробезпечність низьковольтних

розподільних систем напругою до 1000 В змінного струму та 1500 В постійного струму. Обладнання для випробування, вимірювання або контролю захисних заходів. Частина 6. Пристрої залишкового струму у TT та TN системах (IEC 51557-6:1997 IDT).

17. ДСТУ EN 61557-8:2005 Електробезпеність низьковольтних розподільних систем напругою до 1000 В змінного струму та 1500 В постійного струму. Обладнання для випробування, вимірювання або контролю захисних заходів. Частина 8. Пристрої контролю ізоляції для систем IT (IEC 51557-8:1997 IDT).

18. ДСТУ IEC 61310-1-2001. Безпечність машин. Позначення, маркування та приведення в дію. Частина 1. Вимоги до візуальних, звукових і тактильних сигналів (IEC 61310-1:1995, IDT).

19. ДСТУ IEC 61310-2-2001. Безпечність машин. Позначення, маркування та приведення в дію. Частина 2. Вимоги до маркування (IEC 61310-2:1995, IDT).

20. ДСТУ 61010-2-031:2004. Безпечність електричного обладнання для вимірювання, керування і лабораторного застосування. Частина 2. Окремі вимоги до електричних ручних щупів для електричного вимірювання та випробування (ГОСТ МЭК 61010-2-031:2004, IDT).

21. ДСТУ 61010-2-032:2004. Безпечність електричного обладнання для вимірювання, керування і лабораторного застосування. Частина 2. Окремі вимоги до амперметричних ручних кліщів для електричного вимірювання та випробування (ГОСТ МЭК 61010-2-032:2004, IDT).

22. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять.

23. ДСТУ IEC 60695-1-1-2002. Випробування на пожежну небезпеку електротехнічних виробів. Частина 1. Настанови щодо оцінювання пожежної небезпеки. Загальні положення (IEC 60695-1-1:1999, IDT).

24. ДСТУ IEC 60695-2-2-2002. Випробування на пожежну небезпеку електротехнічних виробів. Частина 2. Методи випробувань. Розділ 2. Випробування голчастим полум'ям (IEC 60695-2-2:1991, IDT).

25. ДСТУ IEC 60519-1:2003. Безпечність електротехнічного обладнання. Частина 1. Загальні технічні вимоги (IEC 60519-1:1984, IDT).

26. ДСТУ 3135.0-95 Безпека побутових та аналогічних електричних приладів. Загальні вимоги (IEC 60335-1:1991, IDT).

27. ДСТУ 4171-2003. Маркування електричного обладнання стосовно показників електроживлення. Вимоги безпеки (IEC 61293:1994, IDT).

28. ДСТУ EN 62305-1:2012 Захист від блискавки. Частина 1. Загальні принципи (EN 62305-1:2011, IDT).

29. Електробезпека: підручник / С. В. Панченко, О. І. Акімов, М. М. Бабаєв та ін. Харків : УкрДУЗТ, 2018. – 295 с.

30. Електробезпека : навч. посіб. / В. В. Щербак, О. В. Князьков, А. Т. Чернов, О. Г. Макаревич, О. В. Князькова. – Алчевськ : ДонДТУ, 2014. – 156 с.

31. Закон України «Про охорону праці». Постанова Верховної Ради

України від 14.11.92 №2695-ХП.

32. Звіт про науково-дослідну роботу «Комплексна методика проведення пожежно-технічної експертизи по встановленню обставин виникнення пожеж в зв'язку з аварійною роботою електротехнічних пристроїв» Київ : НДІСЕ. – 2005.

33. Звіт про науково-дослідну роботу «Методика дослідження дій особового складу органів управління та пожежно-рятувальних підрозділів під час проведення пожежно-технічної експертизи». Харків : ХНДІСЕ. – 2017.

34. Инженерно-техническая экспертиза по охране труда и безопасности жизнедеятельности: учебник / А. С. Беликов, В. В. Сафонов, Е. В. Рабич и др.; под общ. ред. проф. А. С. Беликова. – Днепропетровск : Середняк Т. К., 2015. – 438 с.

35. Инструкция № 49 по оказанию первой помощи пострадавшим от электрического тока и при других несчастных случаях. Министерство транспортного строительства СССР. – Москва : Энергоатомиздат, 1987. – 64 с.

36. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений РД 34.21.122-87. – Москва : Энергоатомиздат, 1989. – 56 с.

37. Кравченко А. М. Посібник з експлуатації електрозахисних засобів. Вимоги, випробування, застосування. / А. М. Кравченко, П. П. Фещенко, В. М. Красінський, О. П. Сегеда. – Київ : Ін-т електродинаміки НАН України, 1988. – 321 с.

38. Луковников А. В., Шкрабак В. С. Охрана труда. Москва : Агропромиздат, 1991. – 319 с.

39. Лут М. Т. Охорона праці в галузі (електробезпека). Методичні вказівки щодо виконання розділу у дипломних проектах студентів зі спеціальності 7.091901 – «Енергетика сільськогосподарського виробництва». – Київ : НАУ, 2000. – 136 с.

40. Манойлов В. Я. Основы электробезопасности. – Москва : Энергоатомиздат, 1985. – 384 с.

41. Манойлов В. Е. Электрические цепи и системы освещения объекта. – Москва : Энергия, 1976. – 330 с.

42. Мегорский Б. В. Методика установления причин пожара. Москва : Стройиздат, 1966. – 467 с.

43. Методы определения причастности к пожарам аварийных режимов в электротехнических устройствах / Г. И. Смелков и др. – Москва : Стройиздат, 1980 – 58 с.

44. Методичні рекомендації щодо проведення судових електротехнічних експертиз і експертних досліджень / В. О. Горбенко, В. О. Дмитрієв, Б. М. Ільченко та ін. // Харків : ХНДІСЕ, 2012. – 52 с.

45. Митричев Л. С., Колмаков А. И., Степанов Б. В. и др. Исследование медных и алюминиевых проводников в зонах короткого замыкания и термического воздействия. – Методические рекомендации – Москва : МВД СССР, 1986.

46. НАПБ А.01.001-95 Правила пожежної безпеки в Україні. Затверджені наказом МВС України від 22.06.95 №400, зареєстровані Мінюстом України

14.07.95 за №219/95.

47. НПАОП 0.00-1.29-97. Правила захисту від статичної електрики. – Київ : Основа, 1997. – 230 с.

48. НПАОП 0.00.-1.30-01. Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями. – Київ: Форт, 2001. – 171 с.

49. НПАОП 40.1-1.07-01. Правила експлуатації електрозахисних засобів. Затв. наказом Міністерства праці і соціальної політики України від 05.06.2001 під № 252.

50. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – Київ : Форт, 1998. – 380 с.

51. Основи безпечної експлуатації електроустановок: підручник / С. В. Панченко, О. І. Акімов, М. М. Бабаєв та ін. – Харків : УкрДУЗТ, 2021. – 149 с.

52. Особливості підготовки матеріалів для призначення судових експертиз: навчальний посібник для працівників правоохоронних органів / М-во юстиції України, Харків. наук.-дослід. ін-т судов. експертиз ім. М. С. Бокаріуса. – Харків : ХНДІСЕ «Промінь», 2018. – 180 с.

53. Охорона праці в електроустановках / В. Г. Іванов [та ін.]. – Київ : Око, 1994. – 226 с.

54. Охрана труда в строительстве: учебник / под общ. ред. А. С. Беликова. – Киев : Основа, 2014. – 592 с.

55. Охрана труда в электроустановках: учеб. для вузов / под. ред. Б. А. Князевского. 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.

56. Плоткин М. З., Миронов Б. А. Рекомендации по исследованию причин пожаров от коротких замыканий в электрических установках с напряжением до 1000 В. – Баку: УПО МООП Азерб. ССР, 1965.

57. Пожежно-технічна експертиза: підручник / за ред. А. С. Белікова. – Дніпро : Журфонд, 2020. – 260 с.

58. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. – Харків : Форт, 2012. – 404 с.

59. Правила улаштування електроустановок [Текст]. – Харків : Форт, 2017. – 760 с.

60. Привалов Е. Е. Электробезопасность. Ч. I. Воздействие электрического тока и электромагнитного поля на человека: учебное пособие. – Ставрополь, 2013. – 132 с.

61. Привалов Е. Е. Электробезопасность. Ч. II. Заземление электроустановок: учебное пособие. – Ставрополь, 2013. – 140 с.

62. Привалов Е. Е. Электробезопасность. Ч. III. Защита от напряжения прикосновения и шага: учебное пособие. – Ставрополь, 2013. – 156 с.

63. Сімакова-Єфремян Е. Б. Комплексні судово-експертні дослідження. Теорія і практика: монографія. Харків : Право, 2016. – 456 с.

64. Сибикин Ю. Д. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий: учебное пособие - Директ-Медиа, 2014. – 235 с.

65. Смелков Г. И. Методы определения причастности к пожарам аварийных режимов в электротехнических устройствах. – Москва : Стройиздат, 1980 – 58 с.

66. Соколовський З. М. Експертне дослідження причинного зв'язку по кримінальним справам. – Київ, 1970.

67. Степаненко С. Г. Методика застосування структуроскопів типів КРМ-ЦК-2М та КРМ-Ц-К3 при визначенні осередків пожеж. – Київ : ДНДЕКЦ МВС України, 2002.

68. Степаненко С. Г. та ін. Дослідження пожеж: довідково-методичний посібник. Пожінформтехніка, 1999. – 224 с.

69. УЗО — устройства защитного отключения: учебно-справочное пособие. – Москва : ЗАО «Энергосервис», 2005. – 232 с.

70. Электротехнический справочник: в 2-х томах / под ред. В. Г. Герасимова и др. – Москва : Энергоатомиздат, 1987. – 520 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

1. Кримінальний процесуальний кодекс України: Закон України №4651-VI від 13.04.2012. Редакція від 14.01.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4651-17#Text>

2. Цивільний процесуальний кодекс України: Закон України №1618-IV від 18.03.2004. Редакція від 13.08.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1618-15>

3. Господарський процесуальний кодекс України: Закон України №1799-XII від 06.11.91. Редакція від 16.08.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1798-12>

4. Кодекс адміністративного судочинства України: Закон України №2747-IV від 06.07.2005. Редакція від 15.08.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2747-15>

5. Про судову експертизу: Закон України № 4038а-XII від 25.02.94. Редакція від 01.01.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4038-12#Text>

6. Інструкція про призначення та проведення судових експертиз та експертних досліджень: затв. наказом М-ва юстиції України від 08.10.1998. №53/5. Редакція від 02.02.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0705-98#Text>

7. Інструкція про проведення судово-медичної експертизи: затв. наказом М-ва охорони здоров'я України від 17.01.1995. №6. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0254-95#Text>

8. Положення про Центральну експертно-кваліфікаційну комісію при Міністерстві юстиції України та атестацію судових експертів: затв. наказом М-ва юстиції України від 03.03.2015. № 301/5. Редакція від 02.02.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0249-15#Text>

9. Положення про Експертно-кваліфікаційну комісію МВС та атестацію судових експертів Експертної служби МВС: затв. наказом М-ва внутрішніх справ №675 від 21.09.2020. Набрання чинності відбулось 22.01.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0022-21#Text>

10. Положення про експертно-кваліфікаційну комісію Служби безпеки

України та атестацію судових експертів: затв. Наказом Центрального управління Служби Безпеки України №855 від 24.12.2014. Редакція від 04.09.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0044-15#Text>

11. Положення про Експертну службу Міністерства внутрішніх справ України: затв. наказом М-ва внутрішніх справ №1343 від 03.11.2015. Редакція від 29.01.2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1390-15#Text>

12. Порядок атестації та державної реєстрації методик проведення судових експертиз: затв. постановою Кабінету Міністрів України від 03.03.2015. №595 від 02.07.2008. Редакція від 06.05.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/595-2008-%D0%BF#Text>

13. Порядок ведення державного Реєстру атестованих судових експертів: затв. наказом М-ва юстиції України від 29.03.2012. №11 492/5. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0484-12#Text>

14. Авдєєва Г. К. Використання окремих видів спеціальних знань у юридичній діяльності: відео-лекція. (2020). URL: <https://www.youtube.com/watch?v=HeSUvYJCX6U>

15. Авдєєва Г. К. Особливості застосування спеціальних знань у професійній діяльності адвоката (захисника): відео-лекція. (2020). URL: <https://www.youtube.com/watch?v=yeUSxp0nGhc>

Наукове видання

Беліков Анатолій Серафимович
Коваленко Олена Валеріївна
Шаломов Володимир Анатолійович
та інші

Основи електротехнічної експертизи
Монографія

Формат 60× 84 1/16. Ум. друк. арк. 22,67. Обл.-вид. арк. 24,6.
Тираж 100 пр. Зам. № 1408

Видавництво “Журфонд”
49000, Дніпро, пр. Д. Яворницького, 60.
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
ДК №684 від 21.11.2001 р.

Віддруковано:
ПП Вахмістров О. Є., м. Дніпро,
вул. Пісаржевського, буд. 18

Колектив авторів

075 Основи електротехнічної експертизи. Монографія. (А. С. Беліков, О. В. Коваленко, В. А. Шаломов [та ін.] ; під заг. ред. засл. діяча науки і техніки України, д.т.н., проф. А. С. Белікова) - Дніпро: Журфонд, 2022. - 390 с.

ISBN 978–966–934–353–6

У монографії викладено методичні основи із забезпечення інженерно-технічних експертиз з електробезпеки та пожежної безпеки. Призначена для інженерно-технічних працівників підприємств, робітників інститутів судової експертизи при проведенні електротехнічних та пожежно-технічних експертиз, а також для студентів закладів вищої освіти при підготовці бакалаврів та магістрів спеціальності «Цивільна безпека».

УДК 69.05:658.382(075)