

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

О. Г. ЯНЧИК, В. Ф. РАЙКО, Н. Д. УСТИНОВА,
С. В. КОТЛЯРОВА, О. І. ІЛЬІНСЬКА

ОРГАНІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ В ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Навчальний посібник

з дисциплін «Електробезпека» та «Організація безпечного
електроспоживання» для студентів першого(бакалаврського) та
другого (магістерського) рівнів із спеціальності:
263 – Цивільна безпека

Рекомендовано Вченою радою НТУ «ХПІ»

Харків
ТОВ «ПланетаПрінт»
2022

УДК 331.453
О 40

Рецензенти:

Артем'єв С. Р., канд. техн. наук, доцент, Національний
університет цивільного захисту України;

Петренко Ю. А., д-р техн. наук, професор, Харківський
національний автомобільно-дорожній університет

*Рекомендовано Вченою радою НТУ «ХПІ» як навчальний
посібник для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека»,
протокол № 12 від 29.12.2021 р.*

Авторський колектив: О. Г. Янчик, к.т.н, с.н.с., В. Ф. Райко,
к.т.н., проф., Н. Д. Устинова, С. В. Котлярова, О. І. Ільїнська, к.т.н.

Янчик О.Г.

О 40 Організація електробезпеки в професійній діяльності: навч. посіб.
для студентів першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів із
спеціальності 263 – Цивільна безпека / О. Г. Янчик, В. Ф. Райко,
Н. Д. Устинова, С. В. Котлярова, О. І. Ільїнська – Харків: НТУ «ХПІ», 2022. –
304 с.

ISBN 978-617-7897-77-3

Наведено теоретичні основи та практичні заняття за програмами дисци-
плін «Електробезпека» та «Організація безпечного електроспоживання» по ор-
ганізації безпечних умов праці для працівників, які використовують електроус-
тановки на підприємствах, організаціях та установах.

Призначено для студентів вищих навчальних закладів.

Іл. 28. Табл. 78. Бібліограф. 26 найм.

ISBN 978-617-7897-77-3

УДК 331.453

ЗМІСТ

Перелік скорочень та умовних позначень	6
Вступ.....	8
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ЗАХОДИ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ У ВИКОРИСТАННІ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК.....	10
1.1. Загальні питання щодо організації безпечних умов користувача електроустановки	10
1.2. Вимоги законодавчих та нормативно-правових документів щодо забезпечення безпечних умов праці при роботі з використанням електроустановок	12
1.3. Види, типи та характеристики електроустановок	16
1.4. Причини ураження електричним струмом при роботі з електроустановками.....	19
1.5. Особливості дії електричного струму на організм людини	26
1.6. Технічні способи та засоби захисту працюючих від ураження електричним струмом	37
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК	64
2.1. Допуск електроустановок до експлуатації	64
2.2. Вимоги до роботодавця (керівника споживача) щодо безпечної експлуатації електроустановок	67
2.3. Вимоги до електротехнічних працівників.....	70
2.4. Порядок визначення кваліфікаційної групи з електро- безпеки.....	73
2.5. Організаційні заходи, що убезпечують працівників під час роботи	79
2.5.1. Перелік основних організаційних заходів.....	79
2.5.2. Працівники, відповідальні за безпеку робіт	80
2.5.3. Порядок видачі та оформлення наряду.....	83
2.5.4. Підготовка робочого місця і допуск до виконання робіт	85
2.5.5. Нагляд під час виконання робіт за нарядом	87
2.5.6. Виконання робіт за розпорядженнями та в порядку поточної експлуатації	91

2.5.7. Опосвідчення електроустановок споживачів	94
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКИ ЗАХОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК СПОЖИВАЧЕМ	98
Практичне заняття 3.1. Розрахунок напруги дотику та кроку, у наслідок ураження електричним струмом	98
Практичне заняття 3.2. Розрахунок заземлювача однофазного споживача електричної енергії.....	113
Практичне заняття 3.3. Розрахунок заземлення на здатність вимикатися.....	122
Практичне заняття 3.4. Визначення небезпеки ураження елек- тричним струмом	135
Практичне заняття 3.5. Розрахунок захисного заземлення елек- троустановки	141
Практичне заняття 3.6. Розрахунок і проектування захисних за- ходів від ударів блискавкою	151
Практичне заняття 3.7. Організація безпечної експлуатації еле- ктроустановок	164
Практичне заняття 3.8. Розробка посадової інструкції	189
Розрахунково-графічне завдання 3.9. Аналіз ступеня небезпе- ки ураження людини в електричних мережах напругою до 1000 В.....	200
Практичне заняття 3.10. Розрахунок заземлювального при- строю для виробничого приміщення з підвищеною небезпекою.....	209
Додаток 1. Форма наряду-допуску для виконання робіт в елек- троустановках.....	220
Додаток 2. Розрахункові данні для визначення здатності зазем- лювального пристрою роз'єднувати електричну мережу	222
Додаток 3. Нормативні значення для розрахунку захисного заземлення	235
Додаток 4. Довідкові данні для проектування захисних заходів від ударів блискавкою	239
Додаток 5. Кваліфікаційна характеристика професій.....	249
Додаток 6. Завдання на розрахунки виробничого освітлення	275

Додаток 7. Методика та алгоритм визначення захисного пристрою для однофазного споживача електричного струму	282
Додаток 8. Розрахунок заземлення на здатність вимикати.....	288
Додаток 9. Приклад порядку складання плану виробничого приміщення.....	293
Додаток 10. Приклад електричної схеми розрахункової ділянки	294
Додаток 11. Зразок титульної сторінки та змісту розрахунково-графічного завдання.....	295
Додаток 12. Приклад паспорту заземлювального пристрою.....	297
Додаток 13. Вказівки щодо висновків та періодичності проведення робіт	299

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВРУ – відкрите розподільче устаткування.

ГЗШ – головна заземлювальна шина.

ГЕ – група з електробезпеки, видається після здачі кваліфікаційного екзамену.

ЕУ – електрична установка.

ЕОМ – електронна обчислювальна машина.

ЕМІБ – електромагнітний імпульс блискавки.

ЗА – захисний апарат.

ЗРУ – закрите розподільче устаткування.

ЗП – запобіжник плавкий

КЗ – коротке замикання.

К.К.Д. – коефіцієнт корисної дії.

КЛ – кабельна лінія електропередачі.

L_1, L_2, L_3 – лінійний (фазний) провідник.

М-провідник – провідник середньої точки, який електрично з'єднаний з середньою точкою джерела живлення і використовується для розподілення електричної енергії.

ПЗ – переносне заземлення.

ПЛ – повітряна лінія електропередачі.

ПУЕ – правила улаштування електроустановок.

ПЗВ – пристрій захисного вимкнення.

РБЗ – рівні блискавкозахисту.

РУ розподільче устаткування.

РГЗ – розрахунково-графічного завдання.

Н-провідник – нейтральний провідник.

РЕ-провідник – захисний провідник в електроустановках, призначений для захисту від ураження електричним струмом.

PEN-провідник – провідник в електроустановках напругою до 1 кВ, який поєднує в собі функції захисного (РЕ) і нейтрального (N) провідників.

Система TN – система, в якій мережа живлення має глухе заземлення однієї точки струмовідних частин джерела живлення, а

електроприймачі і відкриті провідні частини електроустановки приєднуються до цієї точки за допомогою відповідно N- або М- і захисного РЕ-провідників.

Система TN-S – система TN, в якій N- або М- і РЕ-провідники розділено по всій мережі.

Система TN-C – система TN, в якій N- або М- і РЕ-провідники поєднано в одному PEN-провіднику по всій мережі.

Система TN-C-S – система TN, в якій N- або М- і РЕ-провідники поєднано в одному провіднику в частині мережі, починаючи від джерела живлення.

Система TT – система, одну точку струмовідних частин джерела живлення якої заземлено, а відкриті провідні частини електроустановки приєднано до РЕ-провідника, з'єднаного із заземлювачем, електрично незалежним від заземлювача, до якого приєднано точку струмовідних частин джерела живлення

Система IT – система, в якій мережу живлення ізольовано від землі чи заземлено через прилади або пристрої, що мають великий опір, а відкриті провідні частини електроустановки приєднано до заземленого РЕ-провідника.

Умовні позначення:



N-провідник (М-провідник)

PEN-провідник

захисний провідник (РЕ-провідник)

Вступ

Організація електробезпеки в професійній діяльності є однією з основних проблем у менеджменті безпеки праці на підприємстві, в організаціях та установах усіх форм власності, як споживачів у використанні електроустановок.

Актуальність проблем електробезпеки нині характеризується такими умовами: широким застосуванням електричного струму в усіх без винятку проявах життя і діяльності людини: на виробництві, транспорті, побуті; виникненням електротравм а великої їх кількості при роботі з електроустановками.

Актуальністю вивчення дисциплін «Електробезпека» на першому (бакалаврському) освітньому рівні та «Організація безпечного електроспоживання» – другому (магістерському) рівні, із спеціальності: 263 – «Цивільна безпека» є забезпечення майбутніх фахівців методичними основами електробезпеки при виконанні робіт на електричних установках, а також оволодіння ними методами виявлення потенційних джерел небезпеки та захисту від дії на людину електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля та статичної електрики.

Зміст навчального посібника надає можливість студентам практично виконувати розрахунки з організації безпечної роботи, використовуючи електроустановки, відповідні електричні мережі. У навчальному посібнику підготовлено методичний матеріал для проведення лекційних та практичних занять на основі законодавчих документів та нормативно-правових актів з охорони праці України, а також рекомендацій Міжнародної електричної комісії.

Метою наведених практичних занять є набуття навичків щодо забезпечення захисту працюючих від ураження електричним струмом, проведення моніторингу технічного стану електроустановок та складання рекомендацій щодо покращення безпечних умов праці.

Навчальний посібник розрахований на студентів спеціальності 263 – «Цивільна безпека», що вивчають питання електробезпеки. Його зміст може бути корисним для студентів інших спеціальностей, а також для інженерів, котрі за родом своєї діяльності як користувачі електричних установок повинні бути знайомими з основними положеннями і вимогами з електробезпеки на підприємствах та в організаціях.

Навчальний посібник складається з трьох розділів. У першому розділі розглядаються загальні заходи безпеки в електричних установках. У другому розділі – основи організації безпечної роботи з використанням електроустановок, а в третьому розкриті методи розрахунків заходів забезпечення захисту працюючих від ураження електричним струмом, а також наведено розрахунково-графічні і розрахункові завдання. У додатках приведений довідковий матеріал для проведення розрахунків.

Даний навчальний посібник написаний на основі лекцій, які читають автори з дисциплін «Електробезпека», «Організація безпечного електроспоживання», «Основи професійної безпеки та здоров'я людини» та «Безпека праці в професійній діяльності».

Автори будуть дуже вдячні усім колегам за критичні зауваження та побажання.

Розділ 1

ЗАГАЛЬНІ ЗАХОДИ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ У ВИКОРИСТАННІ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

Небезпека ураження електричним струмом виникла з початком його використання в засобах виробництва та побуті ще в кінці XIX століття. Для чого стало необхідністю зрозуміти механізм дії електричного струму на живий організм і розробити правила безпечної поведінки людей під час експлуатації електроустановок як комплексу взаємопов'язаних устаткування і споруд, що призначаються для виробництва або перетворення, передачі, розподілу чи споживання електричної енергії. Ці теоретичні основи були закладені провідними вченими тих часів як Л. Гальвані, А. Вольті, Г. Ом, Д. Джоуль, Є. Ленц, Ж. Марату та ряду інших вчених.

Входячи з цього в нормативних документах з'являється поняття: *електробезпека* – це система організаційних і технічних заходів, засобів та способів, які забезпечують захист від шкідливої і небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля та статичної електрики.

1.1. Загальні питання щодо організація безпечних умов користувача електроустановки

Наукові та промислові досягнення, застосування новітніх ізолювальних матеріалів, автоматичних комутаційних та захисних апаратів, удосконалення правил, регламентів, інструкцій значно підвищили рівень електробезпеки сучасних електроустановок та зменшили їх небезпечність.

Що стосується окремої електроустановки – електробезпека установки – відсутність з боку електроустановки такої загрози життю, здоров'ю та майну людей, тваринам, рослинам і довкіллю, яка перевищує допустимий ризик.

Електроенергетика не тільки стала основою всякого виробництва, але й повсякденне наше життя неможливе без неї. Щоб ство-

рити безпечні умови праці під час експлуатації електроустановок на виробництві, а також безпечно використовувати побутові струмоприймачі, необхідно знати:

- як електричний струм діє на організм людини;
- як уберегтися від шкідливого і небезпечного впливу його на людину;
- які засоби і способи захисту від ураження струмом повинні застосовуватися за тих чи інших умов;
- як звільнити від дії та надати первинну допомогу людині, що постраждала від струму.

Для вимірювання електричного струму та розрахунків заходів захисту від можливого ураження ним людини застосовуються такі одиниці:

Сила струму (I) визначається кількістю електрики (заряду), яка проходить за одиницю часу через площу перетину провідника (для постійного струму):

$$I = q / t, \quad (1.1)$$

де q – заряд; t – час.

Прийнявши $I = 1$ А, а $t = 1$ с, отримаємо одиницю кількості електрики в 1 кулон (К).

Електрична напруга (U) – це різниця потенціалів між двома точками електричного кола, це робота, яка здійснюється при проходженні по ділянці кола електричного заряду.

За одиницю напруги прийнятий 1 вольт (В).

Опір (R) – фізична величина провідника, яка характеризує протидію проходженню електричного струму у електричному ланцюгу:

$$R = U / I. \quad (1.2)$$

При $U = 1$ В і $I = 1$ А, опір приймається рівним 1 Ом.

Робота електричного струму (A) визначається за формулою

$$A = U \cdot I \cdot t = U \cdot q. \quad (1.3)$$

Потужністю електричного струму (P) називається робота, яка виконується за одиницю часу:

$$P = A / t = (U \cdot I \cdot t) / t = U \cdot I. \quad (1.4)$$

Потужність прийнято позначати у ватах: 1 Вт = 1 В · 1 А.

1.2. Вимоги законодавчих та нормативно-правових документів щодо забезпечення безпечних умов праці при роботі з використанням електроустановок

Для розгляду змісту законодавчих та нормативно-правових документів з питань електробезпеки застосовуються деякі поняття та визначення:

- *електрообладнання* – пристрої, у яких виробляється, трансформується, перетворюється, розподіляється чи споживається електроенергія; комутаційні апарати в розподільних пристроях електроустановок; усі види захисту електроустановок;
- *електрична мережа* – сукупність електроустановок для передачі та розподілу електричної енергії;
- *електричні проводи* – металеві провідники, що складаються з одного або кількох дротів, призначених для передавання і розподілу електроенергії, електричних сигналів, виготовлення електричних машин, різних приладів.

На основі законодавчої бази розробленні та прийняті нормативно-правові документи для керівництва щодо електробезпеки, а саме:

Законодавчі документи

- Закон України «Про охорону праці». Затв. ВР України 14.10.92 1992 р., № 2695-ХІІ (із змінами);
- Закон України «Про електроенергетику». Затв. ВР України 16.10.1997 р., № 575/97 (із змінами № 514- VIII від 04.06.2015);
- Закон України «Про метрологію і метрологічну діяльність». Затв. ВР України 15.01.2015 р., № 124-VIII;

- Закон України «Про захист прав споживачів». Затв. ВР України 01.12.2005р., № 3161-IV;
- Закон України «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності». Затв. ВР України 01.12.2005 р., № 3164-IV;
- Закон України «Про підтвердження відповідності». Затв. ВР України 17.05.2001 р., № 2406- III;
- Закон України «Кодекс цивільного захисту України». Затв. ВР України 02.10.2012 р., № 5403 - VI (із змінами і доповненнями від 02.06.2016 р., № 1404-VIII);

Технічні регламенти

- Постанова КМ України від 29.10.2009 №1149 «Технічний регламент безпеки низьковольтного електричного обладнання»;
- Постанова КМ України від 7.10.2003 № 1585 «Технічний регламент модулів оцінки відповідності та вимог щодо маркування національним знаком відповідності»;

Державні стандарти України

- ДСТУ Б В.2.5-82:2016 «Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом». Затвер. наказом Мінрегіону України від 01.07. 2016 № 204;
- ДСТУ EN 60204-1:2015 «Безпечність машин. Електрообладнання машин. Частина 1. Загальні вимоги» (en 60204-1:2006; a1:2009; ac:2010, idt);

Державні нормативні акти з охорони праці

- НПАОП 40.1-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Наказ № 4 Держнаглядохоронпраці України від 09.01.1998;
- НПАОП 40.1-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. Наказ № 272 Мінпраці України від 21.06.2001;
- НПАОП 40.1-1.07-01 Правила експлуатації електрозахисних засобів. Наказ № 253 Мінпраці України від 05.06.2001;

➤ НПАОП 0.00-6.15-99 Порядок проведення опосвідчення електроустановок споживачів. Наказ № 258 Держнаглядохоронпраці України від 30.12.1999;

➤ НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. Затв. Наказом Мінсоцполітики України від 14.02.2018 р. № 207;

➤ НПАОП 0.00-8.18-04 Порядок проведення огляду, випробування та експертного обстеження (технічного діагностування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки. Затв. постановою КМ України № 687 від 26 травня 2004 р.;

➤ НПАОП 0.00-1.71-13 Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями. Наказ № 966 Міненерговугілля України від 19.12.2013;

Правила та державні будівельні норми

➤ Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. Затв. наказом Мінпаленергетики від 25.07.2006 № 258 у редакції наказу Міненерговугілля України 13.02.2012 № 91 (зі змінами та доповнення відповідно до наказів Міненерговугілля України № 91 від 13.02.2012, № 905 від 16.11.2012, № 273 від 16.05.2013, № 7 від 11.01.2017;

➤ Правила улаштування електроустановок. Глава 1.7 Заземлення та захисні заходи від ураження електричним струмом: Затв. наказом № 476 Міненерговугілля України від 21.07.2017 р. ДП «Національна енергетична компанія «Укренерго». Київ. 2017. С. 75 – 115;

Галузево-нормативні та керівні документи (ГНД, ГКД)

➤ ГНД 34.12.102-2004 «Положення про спеціальну підготовку і навчання з питань технічної експлуатації об'єктів електроенергетики». Затв. наказом Мінпаленергетики України № 75 від 09.02.2004;

➤ ГКД 34.20.507-2003 «Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила». Затв. наказом Мінпаленергетики України № 296 від 13.06.2003;

➤ ГКД 34.35507-96 «Оперативні перемикання в електроустановках. Правила виконання». Затв. наказом Міненергетики України від 01.09.1996;

Міжнародні стандарти МЕК

Міжнародна електротехнічна комісія (МЕК; англійська назва *International Electrotechnical Commission*, скорочено IEC) – це міжнародна організація із стандартизації у сфері електричних, електронних і суміжних технологій.

Деякі із стандартів МЕК розробляються спільно з Міжнародною організацією із стандартизації (ISO). Вона заснована в 1906 році, складалась з представників національних служб стандартів і є першою міжнародною організацією зі стандартизації. Спершу до складу МЕК увійшли 13 країн світу, а на початок 2013 року в її складі були 82 країни.

Україна до складу цієї комісії увійшла в 1993 році на підставі Декрету КМ України № 46-93 від 10.05.1993, розділ IV; протокол № 11 засідання Валютно-кредитної ради КМУ від 20.10.1993. Представляє Україну як повноправний член в МЕК Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»).

Головна мета МЕК (IEC) – розробка міжнародних стандартів у сфері електротехніки та радіотехніки і активне сприяння їх добровільному прийняттю і використанню.

Згідно з Угодою 1976 року ISO і IEC створюють єдину систему міжнародної стандартизації, проте сфери їх діяльності чітко розмежовані. Структура технічних органів IEC така ж, як й ISO, самі ж стандарти носять більш конкретний характер.

МЕК сприяла розвитку і розповсюдженню стандартів для одиниць вимірювання, особливо це стосується таких одиниць, як Гаусс, Герц, і Вебер. Також комісія МЕК запропонувала систему одиниць, яка, зрештою, стала системою СІ. В 1938 році був виданий міжнародний словник з метою уніфікації електричної термінології. Ці зусилля продовжуються, і Міжнародний електротехнічний словник залишається важливою роботою в електричних і електронних галузях промисловості.

Стандарти МЕК мають номери в діапазоні 60 000– 79 999 і їх назви мають вид типу IEC 60411 Графічні символи. Номери старих

стандартів МЕК були перетворені в 1997 році шляхом додавання числа 60 000, наприклад, стандарт ІЕС 27 отримав номер ІЕС 60027. Стандарти, розвинені спільно з Міжнародною організацією із стандартизації, мають назви вигляду: ISO/ІЕС 7498-1:1994 Open Systems Interconnection: Basic Reference Model.

Згідно з Розпорядженням КМ України №1163-р від 26.11.2014 року. ДП «УкрНДНЦ» виконує функції Національного органу стандартизації. Правові та організаційні засади стандартизації в Україні, порядок формування та реалізації державної політики у цій сфері, а також права, обов'язки та функції Національного органу стандартизації, визначаються Законом України «Про стандартизацію» № 1315-VII від 05.06.2014.

Національний фонд нормативних документів здійснює розповсюдження міжнародних та регіональних стандартів до таких організацій:

- ✓ Міжнародної організації зі стандартизації з 2017 року;
- ✓ Міжнародної електротехнічної комісії з 2018 року;
- ✓ Німецького інституту стандартів з 2017 року;
- ✓ Американського товариства випробування матеріалів з 2015 року.

Офіційні копії стандартів ІЕС розповсюджуються відповідно до Ліцензійної угоди про відтворення і продаж стандартів ІЕС між ДП «УкрНДНЦ», МЕК (ІЕС) та Українським національним комітетом ІЕС з 23 серпня 2018 року.

На сьогоднішній день проводиться відповідна робота щодо удосконалення законодавчої та нормативної бази з електробезпеки у різних галузях діяльності з використанням електроустановок.

1.3. Види, типи та характеристики електроустановок

Відповідно до нормативно-правових документів з питань електробезпеки порядок використання електричного струму, його розподіл та заходи щодо безпечної експлуатації електроустановок визначено:

А) Схеми електромереж:

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

Б) Характеристики електричних мереж живлення за типом системи струмопровідних провідників для:

змінного струму

- ✓ однофазна двопровідна;
- ✓ однофазна трипровідна;
- ✓ трифазна чотирипровідна;
- ✓ трифазна п'ятипровідна.

постійного струму

- ✓ двопровідна; трипровідна.

В) Електричні проводи

Електричні проводи – металеві провідники, що складаються з одного або кількох дротів, призначені для передавання і розподілу електроенергії, електричних сигналів, виготовлення електричних машин, різних приладів.

Електричні проводи можуть бути:

а) Ізольовані – покриті шаром ізоляційного матеріалу.

Ізольований провід складається з струмопровідної жили (одно- або багатодротової) і зовнішньої ізоляційної оболонки.

За конструкцією проводи бувають одно-, дво-, три- і багатожильні. Крім зовнішньої ізоляційної оболонки, проводи можуть мати обмотку з шовку, бавовни або скловолокна, спільну ізоляційну і захисну оболонку з гуми, пластмаси, тканинне або металеве обплетення.

б) Неізольовані: ізоляційне покриття відсутнє (використовують головним чином для повітряних ліній електропередачі і в контактній мережі електричного транспорту).

Маркування електричних проводів: А – струмопровідна жила алюмінієва (якщо цієї літери немає, жила мідна); П – провід; ПП – провід плоский; Ш – шнур (на початку марки), в середині марки – обмотка шовкова, Б – побутовий; В – ізоляція поліхлорвінілова; Н – ізоляція наїритова; Р – ізоляція гумова; М – монтажний; Г – гнучкий (струмопровідна жила складається з кількох тоненьких дротин); цифра після марки проводу означає кількість струмопровідних жил у проводі. Через знак множення може зазначатись переріз жили в квадратних міліметрах, наприклад: АППВ – 3х1,5.

Залежно від призначення ізольовані проводи поділяються на такі

установочні – застосовують для монтажу електричного обладнання, для прихованої й відкритої проводки у виробничих і житлових приміщеннях. Це проводи марок: ПВ, ПН, ППВ, АПВ, АППВ;

монтажні – використовуються для рухомого і фіксованого монтажу електропроводок на щитах, панелях. При фіксованому монтажі для цього застосовують проводи марок: ПВ, ПН, АПВ, МГШВ. Якщо частини електропроводів переміщуються без порушення електричного кола, застосовують тільки гнучкі проводи (МГШВ та ін.).

Позначка електричних проводів відповідно до МЕК 60445:2010 для змінного трифазного струму наведена на рис. 1.1: фази L_1 (А) – коричневий колір; фази L_2 (В) – чорний колір; фази L_3 (С) – сірий колір; нейтральний провідник N – блакитним кольором; захисний провідник РЕ – поздовжніми смугами жовтого та зеленого кольорів; об'єднаний захисний та нейтральний PEN – поздовжніми смугами жовтого, зеленого та блакитного кольорів;

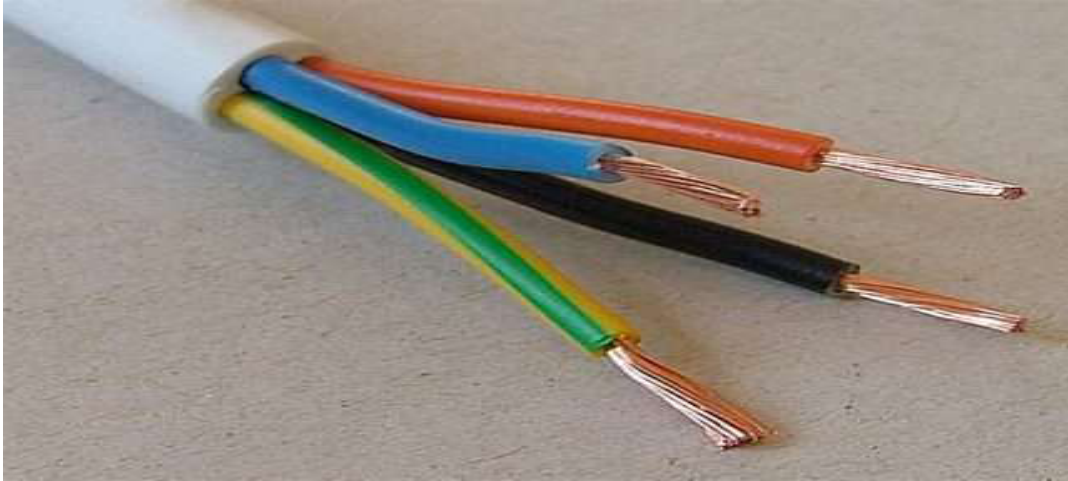


Рисунок 1.1 – Кольорова позначка електричних проводів

Додаткові кольори фазних проводів наведені на рис. 1.2: червоний; фіолетовий; рожевий; оранжевий; білий; бірюзовий.

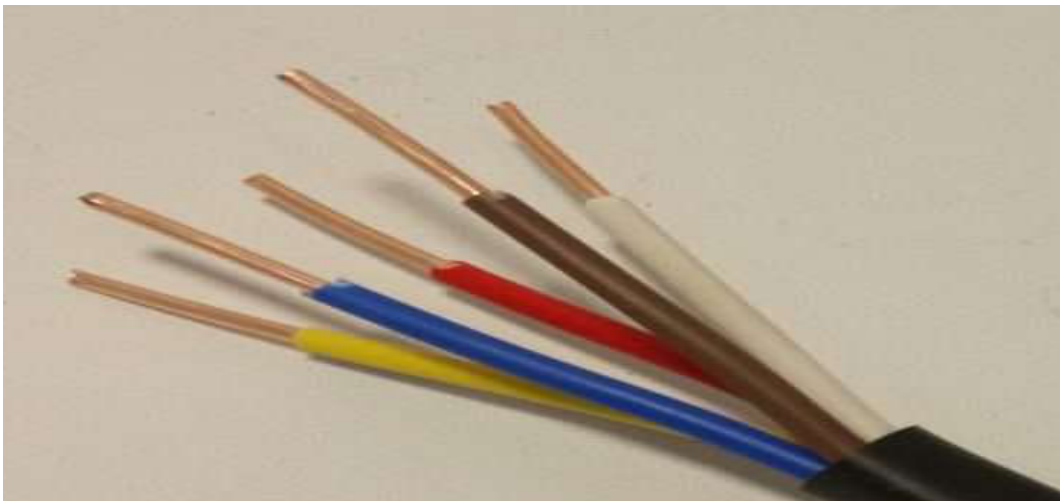


Рисунок 1.2 – Додаткова кольорова позначка електричних проводів

1.4. Причини ураження електричним струмом при роботі з електроустановками

Небезпечна та шкідлива дія на людей *електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля* виявляється у вигляді електротравм та професійних захворювань.

Ступінь небезпечної та шкідливої дії цих факторів залежить:

- від роду та величини напруги і сили електричного струму;

- від частоти електричного струму;
- від шляху протікання струму крізь тіло людини;
- від тривалості дії електричного струму чи електромагнітного поля на організм людини;
- від умов зовнішнього середовища.

Небезпека ураження електричним струмом при виконанні робіт з використанням електроустановок можлива:

- у разі безпосереднього дотику до частин електрообладнання не менше, ніж у двох точках з різними потенціалами;
- розтікання електричного струму від електричної установки в землю (наближення до струмопровідних частин на недопустимій відстані в електроустановках напругою понад 1000 В, ураження атмосферною електрикою).

Відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.5-82:2016 та ПУЕ (1.7.12, 1.7.13) визначенні терміни причин ураження електричним струмом:

прямий дотик – електричний контакт людей або тварин із струмопровідними частинами, що перебувають під напругою, або наближення до них на небезпечну відстань;

електричний контакт – стан двох або більше провідних частин, які торкаються одна до одної випадково або навмисне і утворюють єдину неперервну провідну частину;

непрямий дотик – електричний контакт людей або тварин з відкритою провідною частиною, яка опинилася під напругою внаслідок пошкодження ізоляції.

Розглянемо типові причини ураження електричним струмом як наслідок недотримання заходів безпеки при роботі з електроустановками:

Прямий дотик характеризується напругою електричного струму. Напруга між двома точками, до яких одночасно доторкнулась людина, називається напругою дотику (U_d).

Небезпека дотику оцінюється величиною струму, що проходить крізь тіло людини (I_l) і залежить від низки інших факторів:

- схеми вмикання людини в електричне коло;
- напруги електромережі;

- схеми електромережі та режиму роботи її нейтралі;
- якості ізоляції струмопровідних частин від землі;
- шляху проходження струму крізь тіло людини тощо.

На наведених рисунках 1.3–1.5 показанні приклади схем можливого «включення» людини під напругу.

Схему «включення» людини під напругу у випадку однофазного дотику в трифазній чотирипровідній мережі з глухозаземленою нейтраллю наведено на рис.1.3.

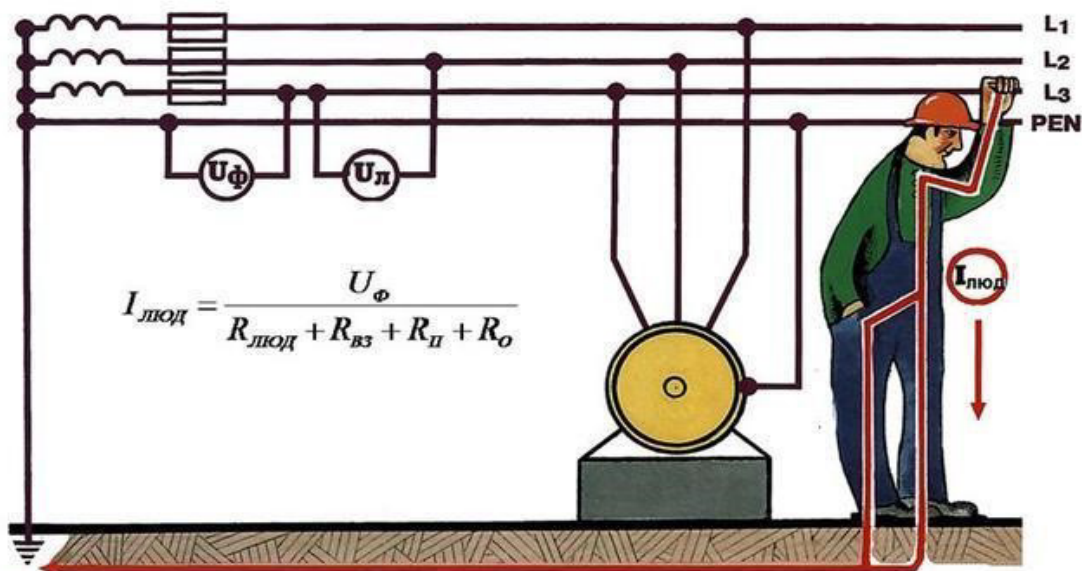


Рисунок 1.3– Схема «включення» людини під напругу у випадку однофазного дотику в трифазній чотирипровідній мережі з глухозаземленою нейтраллю:

U_{ϕ} – фазна напруга; $R_{люд}$ – опір тіла людини (1 кОм); $R_{вз}$ та $R_{п}$ – опір взуття і підлоги відповідно; $R_{о}$ – опір заземлення нейтралі трансформатора

Схему включення людини під напругу у випадку однофазного дотику в мережі з ізолюованою нейтраллю наведено на рис. 1.4.

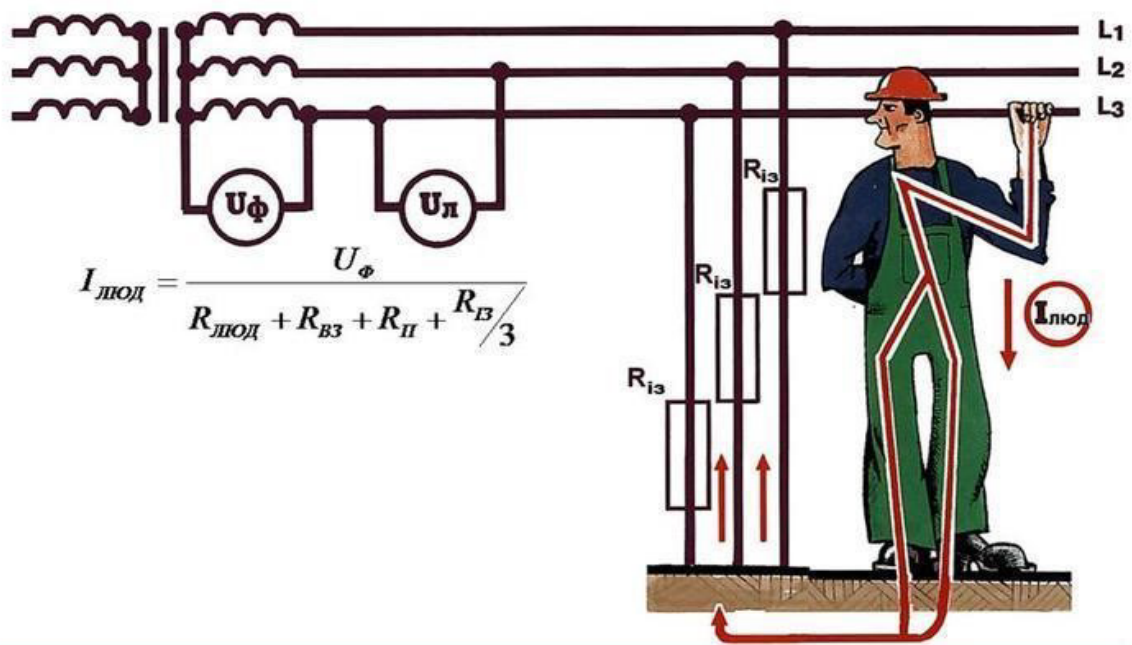


Рисунок 1.4 – Схема включення людини під напругу у випадку однофазного дотику в мережі з ізолюваною нейтраллю

U_{ϕ} – фазна напруга; $R_{\text{люд}}$ – опір тіла людини (1кОм); $R_{\text{вз}}$ та $R_{\text{п}}$ – опір взуття і підлоги; $R_{\text{из}}$ – опір ізоляції фазних проводів мережі щодо землі

Схему включення людини під напругу у випадку двофазного дотику в мережі з ізолюваною нейтраллю, наведено на рис. 1.5.

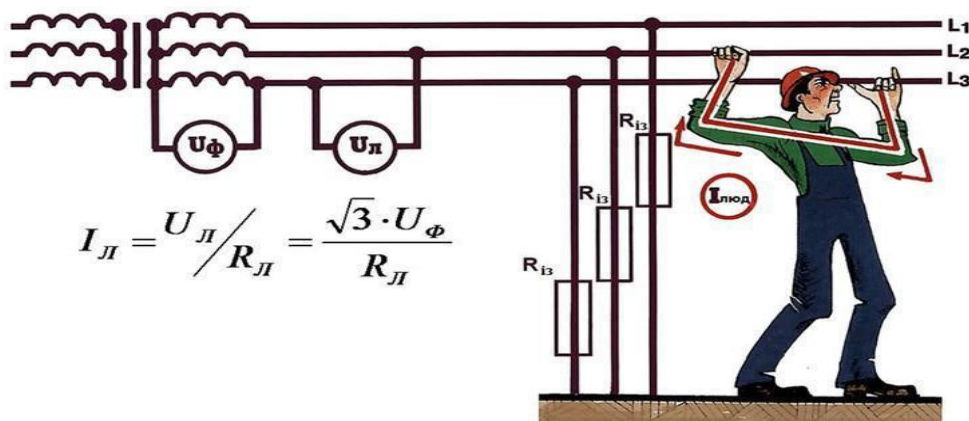


Рисунок 1.5 – Схема включення людини під напругу у випадку двофазного дотику в мережі з ізолюваною нейтраллю

$U_{\text{л}}$ та U_{ϕ} – лінійна і фазна напруга; $R_{\text{л}}$ – опір тіла людини (1кОм)

Непрямий дотик – характеризується явищем розтікання електричного струму за межі електроустановок, у зв'язку з цим проявляється крокова напруга.

Крокова напруга – електрична напруга, що виникає між двома точками поблизу струмопровідної лінії, яка торкається землі, на відстані $x = 1,0$ м одного кроку.

Причинами розтікання струму в землю можуть бути:

- замикання струмопровідної частини на заземлений корпус електрообладнання;
- падіння електричного проводу, який знаходиться під напругою 0,4 кВ і вище, на землю;
- використання землі в якості провідника;
- приближення до електроустановок з напругою понад 1000 В за небезпечні межі;
- улучення блискавки в заземлену конструкцію.

Шлях протікання струму не припиняється, якщо лінія електропередачі не була відключена.

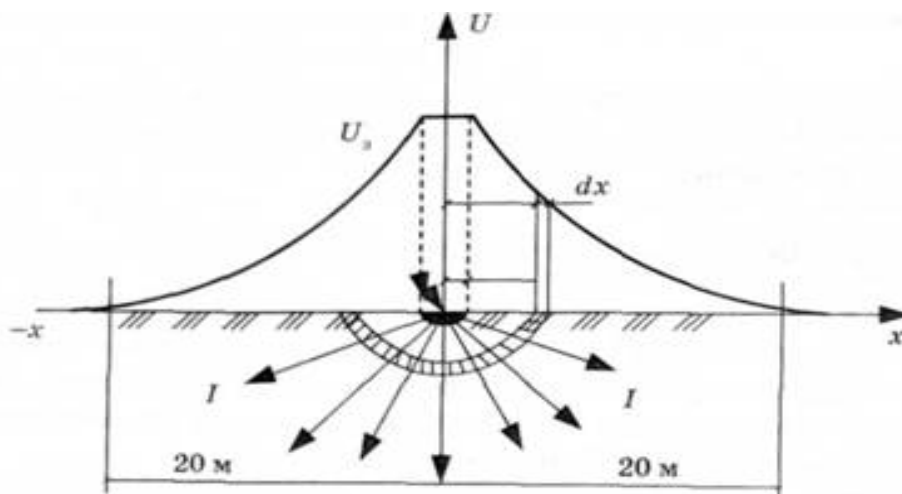


Рисунок 1.6 – Схема розтікання електричного струму

Чим ближче людина знаходиться до місця витоку струму, тим вищою є небезпека ураження при пересуванні в небезпечній зоні. На відстані 1 м від заземлювача зниження напруги становить 68 %, на відстані 10 м – 92 %. Практично на відстані 20 м і більше

від місця торкання струмопровідної частини небезпечний вплив електричного струму на людину зводиться до нуля.

Для визначення крокової напруги проводяться розрахунки її потенціалів, φ .

Потенціал напруги відносно землі φ_3 розраховується за формулою:

$$\varphi_3 = I_{\text{л}} \cdot R_3. \quad (1.5)$$

Рівняння потенціальної кривої для заземлювачів будь-якої форми:

$$\varphi_3 = I_3 \cdot \rho / 2\pi \cdot x, \quad (1.6)$$

де I_3 – струм, що стікає в землю через заземлювач, А; ρ – питомий опір ґрунту, Ом · м; x – відстань від заземлювача, м.

Розподілення потенціалів на поверхні землі (потенціальна крива) наведено на рисунку 1.7.

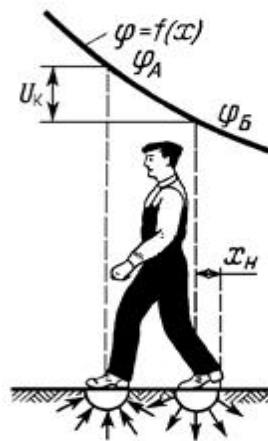


Рисунок 1.7 – Розподіл потенціалів на поверхні землі

$$U_k = \varphi_B - \varphi_A = \varphi_x - \varphi_{x+a}. \quad (1.7)$$

де φ_A , φ_B – потенціали напруги ніг людини; φ_x , φ_{x+a} – точки потенціальної кривої.

Одночасно крокова напруга є не що інше, як спадок напруги в опорі тіла людини:

$$U_k = I_{\text{л}} \cdot Z, \quad (1.8)$$

де $I_{\text{л}}$ – струм, що проходить крізь тіло людини шляхом «нога – нога»; Z – опір тіла людини.

Оскільки φ_{x} та $\varphi_{\text{x} + \text{a}}$ є складовими потенціалу $\varphi_{\text{з}}$, то крокову напругу можна подати і так:

$$U_k = \varphi_{\text{з}} \cdot \beta_1, \quad (1.9)$$

де β_1 – коефіцієнт крокової напруги.

Коефіцієнт кроку, який враховує форму потенційної кривої дорівнює $\beta_1 = < 1$.

Максимальні значення U_k та β_1 , будуть за найменшої відстані від заземлювача, коли людина однією ногою стоїть на заземлювачі, а другою – на відстані кроку від нього. Пояснюється це найбільшою кривизною потенційної кривої в цьому місці.

Правила застереження від враження електричним струмом з причини крокової напруги:

- в разі виявлення замикання на землю в електроустановках від 6 до 35 кВ забороняється наближатися до місця стоку струму в землю на відстань, меншу ніж 4 м – в закритих розподільчих устаткуваннях (РУ), і меншу ніж на 8 м – у відкритих РУ та на повітряних лініях (ПЛ);
- не слід наближатися ближче ніж на 8 м до обірваного проводу повітряних ліній 6 – 35 кВ, що лежить у полі, на дорозі;
- до опори вказаних ПЛ, якщо на ізоляторі видно іскріння або з під опори виходить пара, дим; до дерева, гілля якого торкається до проводу.

Захист від дії крокової напруги здійснюється:

- вирівнюванням потенціалів шляхом створення групових заземлювачів, контурів заземлення;
- використанням ізолювальних засобів захисту (діелектричне взуття).

1.5. Особливості дії електричного струму на організм людини

Небезпечна та шкідлива дія на людей електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля та статичної електрики виявляється у вигляді електротравм та професійних захворювань.

Особливостями дій електричного струму на людину може бути:

- відсутність зовнішніх ознак небезпеки ураження електричним струмом;
- тяжкість травмування;
- людина не може самотійно, без сторонньої допомоги, звільнитися від дії струму, бо струм, що перевищує за величиною пороговий невідпускаючий струм промислової частоти, викликає судомне скорочення м'язів і не дає людині рухатися;
- загроза післядії електричного струму подальшого механічного травмування (наприклад, людина, працюючи на висоті, була уражена електричним струмом, знепритомніла і впала).

Залежно від виду електричного струму, величини його напруги, сили струму та частоти визначенні можливі шляхи його проходження крізь тіло людини, які показані на рисунку 1.8.

Ураження людини електричним струмом залежить від шляху проходження, виду струму (постійний чи змінний), сили і точки дотику (опору).

Дуже небезпечні, але зустрічаються не так часто, такі схеми включення людини в електромережу:

- двофазне включення: петля «голова – руки». При цьому електрострум проходить через важливі органи людини: головний мозок, серце і легені;
- однофазне включення з глухо заземленою нейтраллю: петля «голова – ноги».

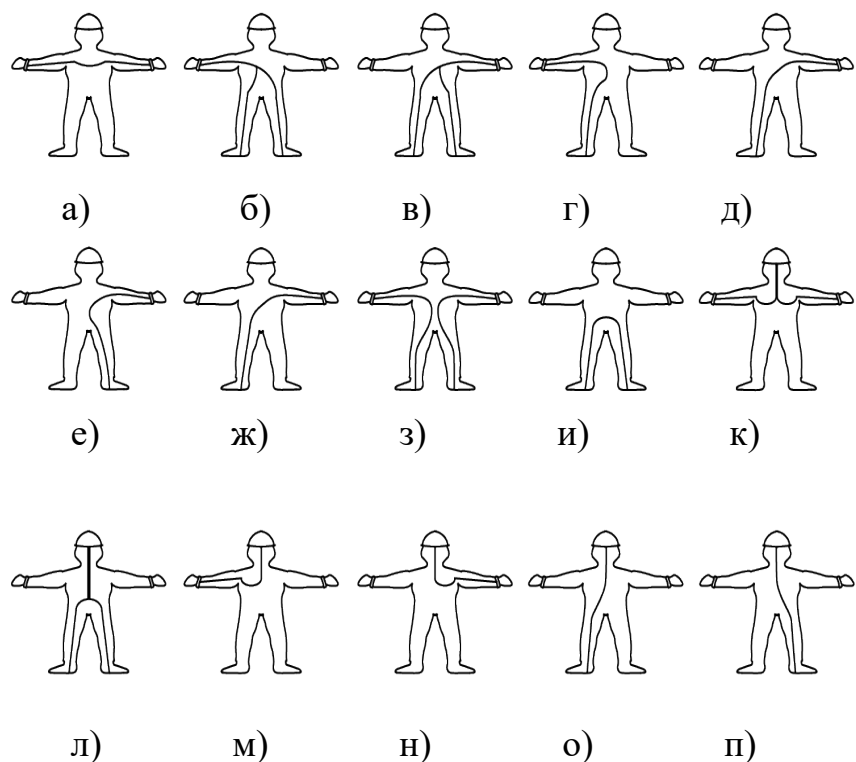


Рисунок 1.8 – Характерні шляхи проходження струму в тілі людини (петлі струму)

а) рука – рука; б) права рука – ноги; в) ліва рука – ноги; г) права рука – права нога; д) права рука – ліва нога; е) ліва рука – ліва нога; ж) ліва рука – права нога; з) обидві руки – обидві ноги; и) нога – нога; к) голова руки; л) голова – ноги; м) голова – права рука; н) голова – ліва рука; о) голова – права нога; п) голова – ліва нога

Менш небезпечні схеми включення, але зустрічаються частіше, такі:

- однофазне включення: петля «рука – ноги». Статистично до 87 % від усіх електротравм;
- двофазне включення: петля «рука – рука». Електрострум проходить через грудну клітину людини. Уражаються серце і легені.

При контакті електричного провідника із землею, при пробі ізоляції на землю в електричній установці, а також у місцях розташування заземлення чи блискавкозахисного пристрою, поверхня землі може виявитися під електричною напругою. Виникає так зва-

на крокова напруга для двох точок, розташованих на різних відстанях від місця торкання провідника і землі, як наслідок цього, складається схема включення: петля «нога – нога».

Найбільш небезпечні шляхи проходження електричного струму крізь тіло потерпілого показанні на рисунку 1.9.

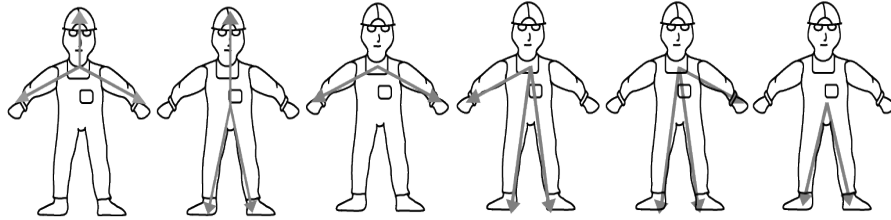


Рисунок 1.9 – Найбільш небезпечні шляхи ураження людини електричним струмом

Наукові та практичні дослідження дії електричного струму на організм людини показують її наслідки, а саме: термічна, теплова, електролітична, електрохімічна, біологічна, рефлекторна, пряма, а також механічна (динамічна) дія струму.

Надаємо роз'яснення цих наслідків дії електричного струму на організм людини.

Термічна дія струму проявляється в опіку окремих ділянок тіла, у нагріванні до високої температури кровоносних судин, нервів, серця, мозку та інших органів, які перебувають на шляху струму, викликаючи в них суттєві функціональні розлади.

Теплова дія електричного струму (згідно з законом Джоуля – Ленца) визначається величиною опору біологічних тканин; величиною струму і тривалістю його протікання крізь тіло людини.

Термічна дія струму проявляється в опіку окремих ділянок тіла, у нагріванні до високої температури кровоносних судин, нервів, серця, мозку та інших органів, які перебувають на шляху струму, викликаючи в них суттєві функціональні розлади.

Електролітична (електрохімічна) дія струму проявляється в розкладанні органічної рідини, у тому числі і крові, що викликає значні порушення її фізико-хімічного складу.

Електрохімічна дія проявляється в агрегації тромбоцитів і лейкоцитів, що призводить до розвитку некрозу і може спричинити такі важкі тромбоемболічні ускладнення, як осередкова пневмонія, інфаркт легенів.

Біологічна дія струму проявляється в подразненні та збудженні живих тканин організму, а також у порушенні внутрішніх біоелектричних процесів, що протікають у нормально діючому організмі і тісно пов'язані із його життєвими функціями.

Рефлекторна дія струму – це коли зовнішній струм (струм ураження) може порушити нормальний характер дії біоструму на тканини і органи людини, викликати специфічні розлади в організмі.

Пряма дія електричного струму полягає в тому, що струм, проходячи крізь організм, подразнює живі тканини, викликаючи в них відповідну реакцію – збудження, що є одним із основних фізіологічних процесів. Так, коли струм проходить безпосередньо крізь м'язову і тканину, то збудження, викликане подразнюючою дією струму, проявляється у вигляді *самовільного скорочення м'язів*.

Механічна (динамічна) дія струму проявляється в розшаруванні нервових стволів, розриві та інших подібних пошкодженнях біологічних тканин організму, у тому числі м'язів, стінок кровоносних судин, судин легеневої тканини в результаті електродинамічного ефекту, а також миттєвого вибухоподібного утворення пари від перегрітої струмом тканинної рідини та крові.

Як наслідок, дія електричного струму призводить до отримання людиною електричних травм (електротравм), які є причинами втрати часткової або повної працездатності працівників, а в деяких випадках і летальних наслідків.

Електротравми – це травми (рани, пошкодження), які викликані дією струму чи електричної дуги. В свою чергу, електротравми умовно поділяються на види:

- місцеві електротравми;
- загальні (електричні удари).

Розглянемо ці види травмування працюючих під час їхньої роботи з використанням електроустановок.

Місцеві електротравми – досить виражене місцеве порушення цілісності тканин тіла, у тому числі кісткових тканин, викликане дією електричного струму чи електричної дуги. Найчастіше це – поверхневі пошкодження, тобто ураження шкіри, інших м'яких тканин, зв'язок, кісток.

Характерні ознаки місцевих електротравм: електричний та дуговий опіки; електричні знаки; металізація шкіри; механічні пошкодження; електроофтальмія.

Електричний опік – це пошкодження поверхні тіла чи внутрішніх органів електричною дугою або великими струмами, що проходять крізь тіло людини.

Струмовий опік зумовлений проходженням струму безпосередньо крізь тіло людини в результаті дотику до струмопровідної частини.

Струмовий опік – наслідок перетворення електричної енергії в теплову.

Ступені опіку:

перший – почервоніння шкіри;

другий – утворення водяних пухирів;

третій – омертвіння всієї товщини шкіри;

четвертий – обвуглення шкіри, тканин.

Дуговий опік зумовлюється появою електричної дуги між струмопровідною частиною електрообладнання та тілом людини або між струмопровідними частинами електроустановки.

Електричні знаки (знаки струму або електричні мітки) – це виразно окреслені плями сірого чи жовтого кольору на поверхні шкіри людини.

Металізація шкіри – проникнення у верхні шари дрібних частинок розплавленого під дією електричної дуги металу.

Механічні пошкодження виникають як наслідок різких скорочень м'язів під дією струму, що проходить крізь тіло людини. Це призводить до розриву сухожилля, шкіри, кровоносних судин, нервової тканини. Механічні пошкодження відбуваються в основному в установках до 1 кВ у випадку тривалого (декілька секунд) перебування людини під напругою.

Електроофтальмія – запалення зовнішніх оболонок очей, рогівки і кон'юнктиви (слизової оболонки), що виникає під дією потужного потоку ультрафіолетового опромінювання. Таке опромінення можливе під час утворення електричної дуги, яка, крім видимого світла, інтенсивно випромінює ультрафіолетові та інфрачервоні промені.

Загальні електротравми характеризуються порушенням діяльності всього організму людини. Цей вид електротравми, в більшості фахівцями називається як *електричний удар*, тому в подальшому розглянемо його характеристику.

Електричний удар – збудження живих тканин організму електричним струмом, що проходить через них, яке супроводжується мимовільним судомним скороченням м'язів.

Ступені ударів електричним струмом:

перший – судомне скорочення м'язів, яке супроводжується сильним болем, але без втрати свідомості;

другий – судомне скорочення м'язів з утратою свідомості за наявності дихання та роботи серця;

третій – втрата свідомості і порушення серцевої діяльності або дихання;

четвертий – клінічна смерть, тобто відсутність дихання та кровообігу.

Клінічна, або уявна, смерть – перехідний стан від життя до смерті, який настає з моменту припинення діяльності серця і легень. При цьому немає ознак життя людини: відсутнє дихання, серце не працює, відсутня реакція на больові подразники, зіниці ока різко розширені і не реагують на світло.

Причинами смерті від електричного струму можуть бути: припинення дихання, зупинка серця і електричний шок.

Фібриляція серця – хаотичні неодночасні скорочення волокон серцевого мускула (фібрил), за яких серце не в змозі проганяти кров по судинах.

Електричний шок – своєрідна велика нервово-рефлекторна реакція організму у відповідь на надмірне подразнення електричним струмом.

Особливості травмування електричним струмом: відсутність зовнішніх ознак небезпеки ураження електричним струмом; тяжкість травмування; людина не може самостійно, без сторонньої допомоги, звільнитися від дії струму, бо струм, що перевищує за величиною пороговий невідпускаючий струм промислової частоти, викликає судомне скорочення м'язів і не дає людині рухатися; можливість після дії електричного струму подальшого механічного травмування (наприклад, людина, працюючи на висоті, була уражена електричним струмом, знепритомніла і впала).

При визначенні причин та наслідків травмування людини електричним струмом враховуються ряд основних факторів електричного характеру:

- ✓ вид струму (постійний чи змінний);
- ✓ частота змінного струму;
- ✓ шлях проходження струму в тілі людини;
- ✓ точки дотику до струмопровідних частин;
- ✓ тривалість дії струму;
- ✓ психічний стан людини;
- ✓ фактор несподіваності.

Ступінь ураження людини визначається величиною електричного струму, який пройде скрізь тіло (орган) людини за формулою:

$$I_{\text{л}} = U_{\text{л}} / Z_{\text{л}}, \quad (1.10)$$

де $I_{\text{л}}$ – величина струму, що проходить крізь тіло людини; $U_{\text{л}}$ – величина напруги, прикладеної до тіла людини, визначено як різниця потенціалів у точках дотику людини до струмопровідних частин ($U_{\text{л}}$

$= \varphi_2 - \varphi_1$); $Z_{\text{л}}$ – значення опору, який тіло людини чинить протіканню струму.

Вплив величини електричного струму на організм людини під час проходження струму шляхом «рука – рука» або «рука – нога» наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Вплив електричного струму на організм людини під час проходження струму шляхом «рука – рука» або «рука – нога».

Струм, мА	Характер дії струму	
	Змінний струм	Постійний струм
1	2	3
0,6– 1,5	Початок відчуття – легке свербіння, пощипування шкіри рук під електродами.	Не відчувається.
2,0– 4,0	Відчуття струму поширюється на зап'ястя руки, легка судорога руки.	Не відчувається.
5,0– 7,0	Больове відчуття посилюється на все зап'ястя і супроводжується судорогою, слабкі болі відчуються по всій руці, аж до передпліччя.	Початок відчуття легкого нагрівання шкіри під електродом.
8,0– 10	Сильні болі і судороги по всій руці з передпліччям. Руки важко, але ще можливо відірвати від електрода.	Посилення відчуття нагрівання.
10– 15	Ледве переносимі болі по всій руці. Руки неможливо відірвати від електродів.	Подальше посилення відчуття нагрівання як під електродами, так і навколо них.
20– 25	Руки паралізуються миттєво, відірватись від електродів неможливо. Сильні болі, затрудняється дихання.	Подальше посилення відчуття нагрівання шкіри, поява відчуття внутрішнього нагрівання. Незначне скорочення м'язів рук.

Продовження таблиці 1.1

50– 80	Дихання паралізується через кілька секунд, порушується робота серця. У разі тривалого протікання струму може настати фібриляція серця.	Відчуття дуже сильного поверхневого та внутрішнього нагрівання, сильний біль по всій руці та в грудях. Затруджене дихання. Руки неможливо відірвати від електродів через сильний біль при спробі порушити контакт.
100	Фібриляція серця через 2– 3 с, ще через кілька секунд – параліч дихання.	Параліч дихання під час тривалого протікання струму.
300	Те ж саме, але за коротший проміжок часу.	Фібриляція серця через 2– 3 с, ще через кілька секунд – параліч дихання.
Понад 5000	Дихання паралізується негайно через долі секунди, фібриляція серця, як правило, не настає; можлива тимчасова зупинка серця в період протікання струму. Під час протікання струму (декілька секунд) виникають сильні опіки, руйнування тканин.	

1. *Відчутний струм* – це струм, який під час проходження крізь тіло людини викликає відчутне подразнення як легке поколювання, свербіння – при дії змінного струму промислової частоти, при постійному струмі – як легке нагрівання шкіри в місцях дотику до струмопровідних частин.

Це значення струму становить:

- 0,5–1,5 мА для змінного струму;
- 5–7 мА – для постійного струму.

2. *Пороговий відчутний струм* – це область відчутних струмів і найменше їх значення.

3. *Невідпускаючий струм* – це струм, що викликає в разі проходження крізь тіло людини непереборні судомні скорочення м'язів руки, у якій затиснутий провідник.

Найбільший постійний струм, коли людина може витримати біль, що виникає в момент відривання рук від електродів, становить 50–80 мА.

Значення *порогових невідпускаючих струмів* для різних людей є неоднаковими і також залежать від віку та статі. Середні величини їх складають: для чоловіків – 16 мА для 50 Гц і 80 мА – для постійного струму; для жінок – відповідно 11 мА і 50 мА; для дітей – відповідно 8 мА і 40 мА.

Струм 100 мА і більше (50 Гц), проходячи крізь тіло (шляхом рука – рука, або рука – ноги) подразнює мускул серця і через 1–2 с може наступити фібриляція або повна зупинка серця.

Струм, що викликає фібриляцію серця під час його проходження крізь організм людини, називається фібриляційним, а найменше його значення – пороговим фібриляційним струмом.

При частоті 50 Гц фібриляційними є струми в межах від 100 мА до 5 А, а пороговим фібриляційним струмом – 100 мА (у разі тривалості дії більше 1 с).

Для *постійної напруги* значення фібриляційного струму знаходиться в межах від 300 мА до 5 А.

При фібриляційних струмах першим уражається серце, що призводить до зупинки кровообігу, кисневого голодування головного мозку і викликає рефлексивну зупинку дихання. Ураження серця настає швидко, не більше ніж через 2 с від початку дії струму.

Електричний опір кола крізь тіло людини, що виникає при електротравмі, складається із опору проводів (активного чи індуктивного), опору машин, апаратів чи приладів, які опинилися послідовно ввімкнені з тілом людини, електричного опору перехідних контактів між струмопровідними частинами обладнання, до яких доторкнулась людина, і опору самого тіла людини.

Опір тіла людини при накладенні електродів на чисту суху шкіру, без пошкоджень, і напрузі 15–20 В коливається в межах 3–

100 кОм. Основна доля опору приходить на шкіру. У місцях дотику з пошкодженою шкірою опір тканин тіла становить 300–500 Ом.

Опір тіла людини ($Z_{\text{л}}$) можна умовно вважати як такий, що складається із трьох послідовно ввімкнених опорів: двох однакових опорів зовнішнього шару шкіри ($Z_{\text{ш}}$) та внутрішнього опору тіла ($Z_{\text{в}}$), що включає в себе опір внутрішніх шарів шкіри та опір внутрішніх тканин тіла і має значення 500–700 Ом. В електричних розрахунках за середню величину опору тіла приймають $Z_{\text{л}} = 1 \text{ кОм}$.

В одному і тому ж місці прикладення електродів до тіла опір його залежить від значення прикладеної напруги.

Із збільшенням напруги опір тіла зменшується приблизно так, як при напрузі:

- у 100 В він становить 1000 Ом;
- 110 В – 950 Ом;
- 220 В – 600 Ом;
- 380 В – 500 Ом;
- 1000 В – 400 Ом.

Допустимі значення дії електричного струму на організм людини наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Допустимі для людини значення струму при різному часі його дії

Час протікання струму через людину, с	Допустима сила струму, мА	Опір тіла людини, Ом	Напруга на людину, В
0,2	250	700	175
0,5	100	1000	100
0,7	75	1065	80
1	65	1150	75
30	6	3000	18
понад 30	1	6000	6

Надання першої допомоги постраждалому при ураженні електричним струмом є головним завданням із збереження життя як тому, хто попав в зону ураження, так і тому, хто надає допомогу. Наводиться алгоритм дії людини, яка надає допомогу:

1) Звільнення від дії електричного струму:

- відключити електроустановку від споживання електричного струму;
- відкинути обірваний електричний провід;
- відтягнути постраждалого за сухий одяг від місця ураження електричним струмом;
- перерубати або перерізати електричний провід.

2) Оцінка стану постраждалого:

- свідомість (ясна, порушена, відсутня);
- колір слизової оболонки (рожевий, синюшний, блідний);
- дихання (нормальне, утруднене, відсутнє);
- пульс (визначається добре, визначається повільно, відсутній);
- зіниці ока (звуженні, розширені).

3) Надати першу допомогу постраждалому:

- визначити найбільшу загрозу для життя та вжити необхідні заходи з надання допомоги;
- провести штучне дихання та непрямий масаж серця, ввести протишокові препарати;
- викликати швидку допомогу або транспортувати потерпілого до найближчого медичного закладу;
- підтримувати життєдіяльність потерпілого до прибуття медичних працівників.

1.6. Технічні способи та засоби захисту працюючих від ураження електричним струмом

З метою забезпечення безпечних умов праці із застосування електроустановок в розділі 1.2 наведено перелік основних нормативно-правових актів з охорони праці, правил та галузевих нормативних і керівних документів, в яких визначено технічні способи та за-

соби захисту працівників від випадкового ураження електричним струмом. В таблиці 1.3 наведено розподіл *технічних способів* залежно від напруги, яку використовує електроустановка, та виду робіт, при яких можлива дія електричного струму на організм працюючого.

Таблиця 1.3 – Технічні способи для забезпечення захисту від випадкового прямого та непрямого дотику до струмопровідних частин

№ п/п	Технічний спосіб	Вид напруги в ЕУ		Захист від типових причин ураження електричним струмом	
		До 1 кВ	Понад 1 кВ	Прямого дотику	Непрямого дотику
1	Ізолювання струмопровідних частин, площадок та приміщень	+	+	+	+
2	Посилення або подвійна ізоляція	+	+	—	+
3	Захисні оболонки та огороження	+	+	+	+
4	Встановлення захисних бар'єрів	+	+	+	+
5	Безпечне розташування Струмопровідних частин поза зоною досяжності	+	+	+	+
6	Захисне заземлення	+	+	+	+
7	Додатковий захист за допомогою пристрою захисного вимикання (ПЗВ)	+	+	+	+
8	Система наднизьких напруг (СННН)	+	+	+	+
9	Система зрівнювання потенціалів	+	+	—	+
10	Електричне розділення мережі (електричний поділ кіл)	+	+	—	+
11	Попереджувальна сигналізація і блокування	+	+	+	+
12	Застережні знаки і плакати	+	+	+	+

Технічні засоби захисту від ураження електричним струмом поділяються на *основні* і *додаткові* і мають назву – електрозахисні засоби (ЕЗЗ). ЕЗЗ – це засоби, які захищають від ураження електричним струмом, а також від впливу електричного поля. До *основних* ЕЗЗ належать засоби, які тривалий час витримують робочу напругу електроустановки і ними дозволено торкатися до струмопровідних частин, що перебувають під напругою, таблиця 1.4.

Таблиця 1.4 – Розподіл основних ЕЗЗ за видами напруги, яку споживає електроустановка

№ п/п	Назва засобу	Вид напруги в ЕУ	
		До 1 кВ	Понад 1 кВ
1	Ізолювальні штанги	+	+
2	Ізолювальні кліщі	+	+
3	Електровимірювальні кліщі	+	+
4	Показчики напруги	+	+
5	Інструмент з ізолювальним покриттям	+	–
6	Діелектричні рукавички	+	–
7	Пристрої для створення безпечних умов праці під час випробувань і вимірювань в електроустановках: показчики напруги для фазування, показчики пошкодження кабелів	–	+

Додатковий ЕЗЗ сам по собі не спроможний за даної напруги забезпечити захист від ураження електричним струмом, він доповнює основний засіб захисту, а також може захищати від прямого та не прямого дотику.

Таблиця 1.5 – Розподіл додаткових ЕЗЗ за видами напруги, яку споживає електроустановка

№ п/п	Назва засобу	Вид напруги в ЕУ	
		До 1 кВ	Понад 1 кВ
1	2	3	4
1	Діелектричне взуття	+	+
2	Діелектричні килими	+	+
3	Діелектричні рукавички	–	+

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4
4	Ізолювальні підставки	+	+
5	Ізолювальні накладки	+	+
6	Ізолювальні ковпаки	+	+
7	Сигналізатори напруги	+	+
8	Штанги для перенесення і вирівнювання потенціалу	–	+
9	Захисні огорожі (щити, ширми)	+	+
10	Переносні заземлення	+	+
11	Плакати і знаки безпеки	+	+

Безпеку працівників, які виконують роботи з ЕУ, і сторонніх осіб також забезпечують виконанням таких заходів:

- ✓ дотриманням відповідних відстаней до струмопровідних частин або шляхом закриття, огорожі струмопровідних частин;
- ✓ застосуванням блокування апаратів та захисних пристроїв для запобігання помилкових операцій і доступу до струмопровідних частин;
- ✓ застосуванням попереджувальної сигналізації, написів і плакатів;
- ✓ застосуванням пристроїв для зниження напруженості електричних і магнітних полів до допустимих значень;
- ✓ використанням засобів захисту і пристосувань, у тому числі для захисту від впливу електричного і магнітного полів в електроустановках, в яких їх напруженість перевищує допустимі норми.

А також застосування засобів індивідуального захисту загального призначення:

- захисні каски – для захисту голови;
- захисні окуляри і щитки – для захисту очей та обличчя;
- протигази і респіратори – для захисту органів дихання;
- рукавиці – для захисту рук;
- запобіжні пояси та страхувальні линви (канати).

Важливим питанням щодо організації електробезпеки є правильний підбір і розстановка електроустановок у виробничому приміщенні з урахуванням його класифікації:

А) *за ступенем ризику:*

- без підвищеної небезпеки;
- з підвищеною небезпекою;
- особливо небезпечні.

Б) *за характером внутрішнього середовища:*

- *сухими приміщеннями* називаються приміщення, відносна вологість повітря яких не перевищує 60 %;

- *вологими приміщеннями* називаються такі приміщення, у яких пара чи волога, що конденсується, виділяється тимчасово і в невеликих кількостях, а відносна вологість повітря перевищує 60 %, але не більше 75 % ;

- *сирими приміщеннями* називають такі приміщення, у яких відносна вологість повітря тривалий час перевищує 75 %;

- *особливо сирими приміщеннями* називаються приміщення, у яких відносна вологість повітря близька до 100 % ;

- *жаркі (гарячі)* – це такі приміщення, у яких під впливом різного теплового випромінювання температура перевищується постійно чи періодично (понад однієї доби) за 35 °С ;

- *запилені* – це приміщення, у яких за умов виробництва виділяється технологічний пил у такій кількості, що може осідати на проводах, проникати в середину машин, апаратів. Вони підрозділяються на приміщення зі *струмопровідним пилом* і з *неструмопровідним пилом*;

- *приміщеннями з хімічним активним чи органічним (біологічним) середовищем* називаються приміщення, у яких постійно або протягом тривалого часу утримується агресивна пара, газ, рідини, утворюються запліснявіння або пліснява, що руйнують ізоляцію та струмопровідну частину електрообладнання.

Розглядаючи кваліфікації виробничих приміщень, можна зробити висновок щодо факторів, які впливають на електробезпеку в середині них:

- ✓ підвищена температура та відносна вологість у виробничому приміщенні;
- ✓ наявність струмопровідного пилу;
- ✓ наявність струмопровідної підлоги;
- ✓ присутність парів агресивного середовища;
- ✓ порушення вимог щодо розміщення та обладнання електроустановок.

У таблиці 1.3 наведено технічні способи для забезпечення захисту працюючих від випадкового ураження електричним струмом при виконанні робіт з використанням електроустановок, коротко їх розглянемо.

Ізолювання струмопровідних частин, площадок та приміщень як технічний спосіб захисту від випадкового ураження електричним струмом. Основу цього способу складає *ізоляція* як технічне пристосування, що відділяє провідник від навколишніх предметів і людей. Вона поділяється на посилену, додаткову та подвійну.

Посилена ізоляція – потовщена або багат шарова ізоляція. Прикладом посиленої ізоляції є конструкція круглого багатожильного кабелю чи проводу, де кожна жила має свою ізоляцію, а всі жили разом мають спільну ізоляційну оболонку.

Додаткова ізоляція має призначення захищати від ураження електричним струмом у разі пошкодження основної ізоляції і доповнювати її.

Подвійна ізоляція складається із основної і додаткової. У разі виходу з ладу однієї із ізоляцій друга ізоляція захищає від дотику до частин, що перебувають під напругою.

До ізолювання робочого місця, струмопровідних частин ЕУ, виробничого приміщення, зони та майданчика в нормативно-правових актах з охорони праці визначені вимоги:

- ✓ ізоляція повинна витримувати випробувальну напругу змінного струму не менше 2000 В протягом 1 хв.;
- ✓ струм витoku за нормальних умов не повинен перевищувати 1 мА;

✓ опір ізолювальної підлоги і стін, виміряний у кожній точці, повинен бути не менше:

✓ 50 кОм за номінальної напруги електроустановок до 500 В;

✓ 100 кОм за номінальної напруги електроустановок понад 500 В;

✓ ізоляція підлоги і стін не повинна піддаватись впливу вологи;

✓ металеві конструкції приміщення і відкриті електропровідні частини електрообладнання віддалені одна від одної на відстань не менше 2 м, а за межами зони доступності – не менше 1,25 м;

✓ металеві конструкції приміщення (металеві труби холодної і гарячої води, батареї опалення) повинні бути закриті декоративними решітками із ізоляційного матеріалу;

✓ встановлені ефективні бар'єри (перешкоди) між відкритими електропровідними частинами і металевими конструкціями. Бар'єри мають бути ізольовані від землі і відкритих електропровідних частин обладнання або виготовлені із ізоляційного матеріалу.

Захисні оболонки та огороження повинні бути надійно закріплені і мати достатню міцність та довговічність.

Якщо необхідно зняти постійну огорожу чи відкрити оболонку або її частину, то це можливо зробити лише:

- за допомогою ключа чи спеціального інструмента або після знеструмлення струмопровідних частин, які захищають ці огороження чи оболонки;

- якщо встановлені проміжні бар'єри, які забезпечують ступінь захисту не менше IP2X і які можна зняти також за допомогою спеціального ключа або інструмента.

Ступінь захисту оболонки позначається буквами «IP» з двома цифрами, наприклад: IP54.

Перша цифра означає ступінь захисту людей від дотику з частинами, що знаходяться під напругою, чи наближення до них і від дотику до рухомих частин, розміщених в середині захисної оболонки, а також від попадання в середину виробу твердих сторонніх тіл.

Друга цифра вказує на ступінь захисту оболонки від попадання води.

Таблиця 1.6 – Ступені захисту від доступу до небезпечних частин, позначені першою цифрою

Перша цифра	Ступені захисту	
	Короткий опис	Визначення
0	Захист відсутній	Спеціальний захист відсутній
1	Захист від твердих тіл розміром понад 50 мм	Захист від проникнення в оболонку руки людини та твердих тіл розміром понад 50 мм.
2	Захист від твердих тіл розміром понад 12 мм	Захист від проникнення в оболонку пальців або предметів довжиною до 80 мм і від проникнення твердих тіл розміром понад 12 мм.
3	Захист від твердих тіл розміром понад 2,5 мм	Захист від проникнення в оболонку інструмента, дроту тощо діаметром чи товщиною понад 2,5 мм.
4	Захист від твердих тіл розміром понад 1,0 мм	Захист від проникнення в оболонку дрота та інших твердих тіл розміром понад 1,0 мм.
5	Захист від пилу	Проникнення в оболонку пилу в кількості, недостатній для порушення роботи виробу.
6	Пилонепроникність	Проникнення пилу в оболонку унеможливлено.

Таблиця 1.7 – Ступені захисту від доступу до небезпечних частин, позначені другою цифрою

Друга цифра	Ступені захисту	
	Короткий опис	Визначення
1	2	3
0	Захист відсутній	Спеціальний захист відсутній
1	Захист від крапель води	Краплі води, які падають вертикально на оболонку, не повинні шкідливо діяти на виріб.
2	Захист від крапель води при нахилі під кутом 15°	Краплі води, які падають вертикально, не повинні шкідливо впливати на виріб, якщо його оболонку нахилити до 15 ° відносно нормального положення.

Продовження таблиці 1.7

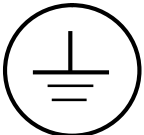
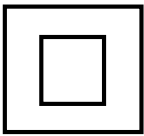
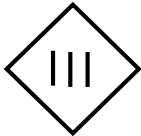
1	2	3
3	Захист від дощу	Дощ, що падає на оболонку під кутом 60° від вертикалі, не повинен шкідливо впливати на виріб.
4	Захист від бризок	Вода, розбризкана на оболонку в будь-якому напрямку, не повинна шкідливо впливати на виріб.
5	Захист від водяних струменів	Струмінь води, направлений на оболонку в будь-якому напрямку, не повинен шкідливо діяти на виріб.
6	Захист від хвиль води	Вода при хвилюванні не повинна попадати в середину оболонки в кількості, достатній для пошкодження виробу.
7	Захист під час занурення у воду	Вода не повинна проникати в оболонку, занурену в воду, за певних умов тиску та часу в кількості, достатній для пошкодження виробу.
8	Захист під час тривалого занурення у воду	Виріб, придатний для тривалого занурення в воду за умов, встановлених виготовлювачем.

Суцільні огорожі не обов'язкові у таких випадках:

- для щитків, встановлених в електротехнічних приміщеннях і лабораторіях;
- для щитків, встановлених на висоті не менше 2,5 м, а також у незапиленних пожежобезпечних приміщеннях (крім щитків, розміщених на сходових клітках житлових та громадських будівель);
- для щитків, у яких кожух є частиною щитка;
- для квартирних щитків з лічильниками;
- для щитків, встановлених у нішах;
- для пускорегулювальних та захисних апаратів, розташованих у спеціальних приміщеннях.

В ДСТУ ІЕС 61140:2005 визначені стандарти щодо застосування електрообладнання в електроустановках напругою до 1 кВ, які наведено в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Застосування електрообладнання в електроустановках напругою до 1 кВ

Клас електрообладнання згідно (ДСТУ ІЕС 61140)	Маркування на електрообладнанні або в інструкції	Призначення захисту	Умови та сфера застосування
0	Лише для застосування в не струмопровідному середовищі або в разі виконання захисту за рахунок відокремлення кіл	У разі непрямого дотику	У непровідних приміщеннях, зонах, площадках. Відокремлення електричних кіл забезпечують окремо для кожного електрообладнання
I	Захисний затискач знак букви PE або жовто-зелені смуги 	У разі непрямого дотику	З'єднання заземлювального затискача електрообладнання з PE-провідником електроустановки. Застосовується, якщо вимоги стосовно окремих місць приміщень не обмежують застосування електрообладнання цього класу.
II	Знак 	У разі непрямого дотику	У всіх приміщеннях і за будь-яких умов, якщо спеціальні вимоги не обмежують застосування електрообладнання цього класу
III	Знак 	У разі непрямого дотику і за певних умов прямого дотику	Підключити тільки до систем БННН (<i>SELV system</i>) та ЗННН (<i>PELV system</i>)

Технічний спосіб як *захисне заземлення* є простим, ефективним і поширеним способом захисту людини від ураження електричним струмом при дотику до металевих поверхонь, які виявились під напругою. Це забезпечується зниженням різниці потенціалів

між обладнанням, що виявилось під напругою, і землею до безпечної величини.

Захисне заземлення реалізується у вигляді спеціального електричного сполучення із землею або її еквівалентом струмопровідних елементів обладнання, які не повинні перебувати під напругою, але в процесі експлуатації можуть опинитися під напругою, *наприклад*, у разі пошкодження ізоляції, дефектів дугогасних пристроїв, комутаційних апаратів, в аварійних випадках тощо.

Принципи забезпечення захисного заземлення ґрунтуються:

- на зниженні до безпечної величини напруги дотику та крокової напруги;
- зменшенні до безпечного значення різниці потенціалів між заземлювальним провідним предметом та іншими провідними предметами, що мають природне заземлення;
- відведенні струму витoku при контакті заземленого провідного предмета з фазним проводом;
- у системах з глухозаземленою нейтраллю – ініціювання спрацювання запобіжника при попаданні фазного потенціалу на заземлену поверхню.

Захисне заземлення застосовується у мережах :

- до 1 кВ змінного струму – трифазних трипровідних з ізолюваною нейтраллю, однофазних двопровідних, ізолюваних від землі,
- постійного струму – двопровідних з ізолюваною середньою точкою обмоток джерела струму;
- понад 1 кВ змінного та постійного струму – при будь-якому режимі нейтралі або середньої точки обмоток джерела живлення.

До частин зазначених електроустановок, що підлягають заземленню, належать:

- ✓ корпуси електричних машин, трансформаторів, апаратів, світильників, приводи комутаційних апаратів та вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів;
- ✓ каркаси розподільних щитів, щитів керування, щитків та шаф, частини, які знімаються чи відчиняються, якщо на них встановлено

електрообладнання напругою понад 42 В змінного або 110 В постійного струму;

- ✓ металеві конструкції розподільних пристроїв, металеві кабельні конструкції та кабельні з'єднувальні муфти, металеві оболонки проводів, оболонки та броня контрольних та силових кабелів, металеві рукави та труби електропроводки, кожухи і опорні конструкції шинопроводів, лотки, короби, струни, троси та сталеві смуги, на яких закріплені кабелі і проводи (крім струн, тросів і смуг, на яких прокладені кабелі з заземленою чи заземленою металевою оболонкою чи бронею), а також інші металеві конструкції, на яких встановлено електрообладнання;

- ✓ металеві оболонки та броня контрольних і силових кабелів і проводів напругою до 42 В змінного і до 110 В постійного струму, прокладених на спільних металоконструкціях, у сталевих трубах, коробах і лотках з кабелями та проводами, металеві оболонки та броня яких підлягає заземленню чи зануленню;

- ✓ металеві корпуси пересувних та переносних електроприймачів (крім електроінструменту класів II та III);

- ✓ електрообладнання, яке встановлене на рухомих частинах верстатів, машин і механізмів;

- ✓ будівлі та виробничі конструкції, стаціонарно прокладені трубопроводи всіх призначень, металеві корпуси технологічного обладнання, підкранові і залізничні рейки – з метою вирівнювання потенціалів. При цьому природні контакти в з'єднаннях вважаються за достатні;

- ✓ нейтральні проводи повітряних ліній електропередачі (ПЛ) до 1 кВ змінного струму та нейтральні проводи ліній постійного струму;

- ✓ гаки та штирі фазних проводів, встановлених на залізобетонних опорах ПЛ до 1 кВ, а також арматура цих опор;

- ✓ залізобетонні та металеві опори ПЛ 3 – 35 кВ з метою захисту від перенапруги.

Конструктивними елементами захисного заземлення є:

- заземлювальні пристрої;

- захисні провідники;
- з'єднання і приєднання провідників системи захисту від ураження електричним струмом.

Вимоги до заземлювальних пристроїв:

- надійно і довго служити для виконання вимог до захисту від ураження електричним струмом;
- протікання через них струмів, що зумовлені замиканнями на землю, та струмів витоку, що не створювали небезпеки (термічної, термомеханічної, електромеханічної, ураження електричним струмом);
- забезпечити виконання вимог до заземлювальних пристроїв функціонального і (або) блискавкозахисного заземлення, якщо використовується спільна система заземлення.

Визначати характеристики заземлювального пристрою слід з урахуванням конкретних умов експлуатації (зокрема, параметрів ґрунту і сезонних змін питомого опору шарів землі через висихання та промерзання ґрунту, що властиві для найбільш несприятливих погодних умов місцевості, в якій розміщений даний заземлювальний пристрій).

Якщо при виконанні заземлювального пристрою застосовуються провідники із різних матеріалів, треба враховувати можливість електролітичної корозії.

Основні системи захисту від ураження електричним струмом визначені в ДСТУ EN 60204-1:2015, ДСТУ Б В.2.5-82:2016 та ПУЕ–2017 на підставі ІЕС-60364 МЕК, залежно від способу заземлення розподільчої мережі та застосовуваних заходів захисту від ураження електричним струмом. Розподільчі мережі поділяються на мережі із заземленою нейтраллю та мережі з ізольованою нейтраллю, залежно від конфігурації струмопровідних ліній з нейтральним провідником і типами систем заземлення включно.

У зв'язку з цим використовуються такі позначення:

Перша літера (I або T) характеризує зв'язок із землею джерела живлення.

T (від лат. *terra* – земля) – безпосереднє приєднання однієї точки струмопровідних частин джерела живлення до заземлювального пристрою. У трифазних мережах напругою 127/220 В або 220/380 В такою точкою, як правило, є нейтраль джерела живлення (якщо нейтраль недоступна, то заземлюють фазний провідник), у трипровідних мережах однофазного струму і постійного струму – середня точка, а у двопровідних мережах – один з виводів джерела однофазного струму або один з полюсів джерела постійного струму.

I (від англ. *isolated* – ізолюваний) – усі струмопровідні частини джерела живлення ізолювано від землі або одну точку заземлено через великий опір (наприклад, через опір приладів контролю ізоляції, через розрядник тощо).

Мережі з ізолюваною нейтраллю (*I*) можуть бути:

- малими мережами, такими, як системи безпечної наднизької напруги (БННН, або англ. *SELV system*) з електричним відокремлюванням з використанням безпечних відповідних за призначенням трансформаторів;
- середніми за розміром – такими, які використовуються для живлення окремих цехів промислових підприємств.

Друга літера (T або N) характеризує зв'язок із землею відкритих провідних частин і сторонніх провідних частин (заземлення обладнання).

N (від англ. *Neutral* – нейтраль) – безпосередній зв'язок відкритих провідних частин електроустановки з точкою заземлення джерела живлення через *PEN*- або *PE*-провідник;

T – безпосередній зв'язок відкритих провідних частин із землею, незалежно від характеру зв'язку джерела живлення із землею.

Класифікація типів систем заземлення електричних мереж живлення напругою до 1 кВ за ПУЕ передбачає такі системи заземлення: *TN-C*, *TN-S*, *TN-C-S*, *TT*, *IT*:

- система *TN* – система, в якій мережа живлення має глухе заземлення однієї точки струмопровідних частин джерела живлення, а електроприймачі і відкриті провідні частини електроустановки при-

єднуються до цієї точки за допомогою відповідно N - або M - і захисного PE -провідників;

- система $TN-C$ – система TN , в якій захисний і нейтральний провідники (N - або M - і PE -провідники) є суміщеними в одному провіднику на усій його протяжності;

- система $TN-S$ – система TN , у якій захисний і нейтральний провідники (N - або M - і PE -провідники) є розділеними на усій її протяжності;

- система $TN-C-S$ – система TN , у якій функції захисного і нейтрального провідників (N - або M - і PE -провідники) суміщені в одному провіднику у якійсь з її частин, починаючи від джерела живлення.

На рисунках 1.10 та 1.11 наведено схеми різновидів системи TN .

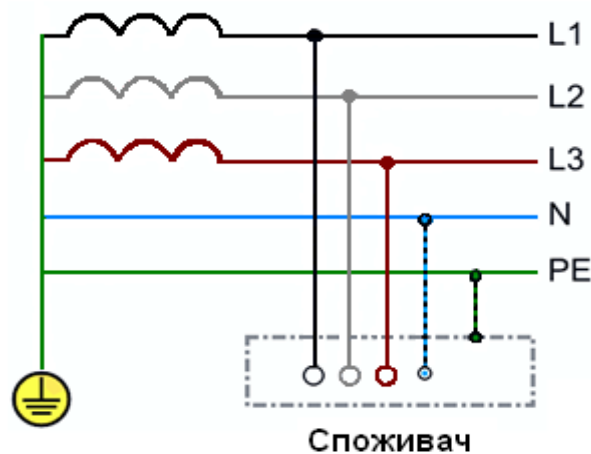


Рисунок 1.10 – Схема системи захисного заземлення типу $TN-S$

Система TT – система заземлення, у разі застосування якої заземлюється одна точка струмопровідних частин мережі (нейтральна або середня точка джерела живлення або точка лінійного провідника), а всі відкриті провідні частини електроустановок споживачів електроенергії приєднуються до одного або декількох заземлювальних пристроїв, заземлювачі яких є електрично незалежними від заземлювача заземлювального пристрою струмоведучих частин мережі.

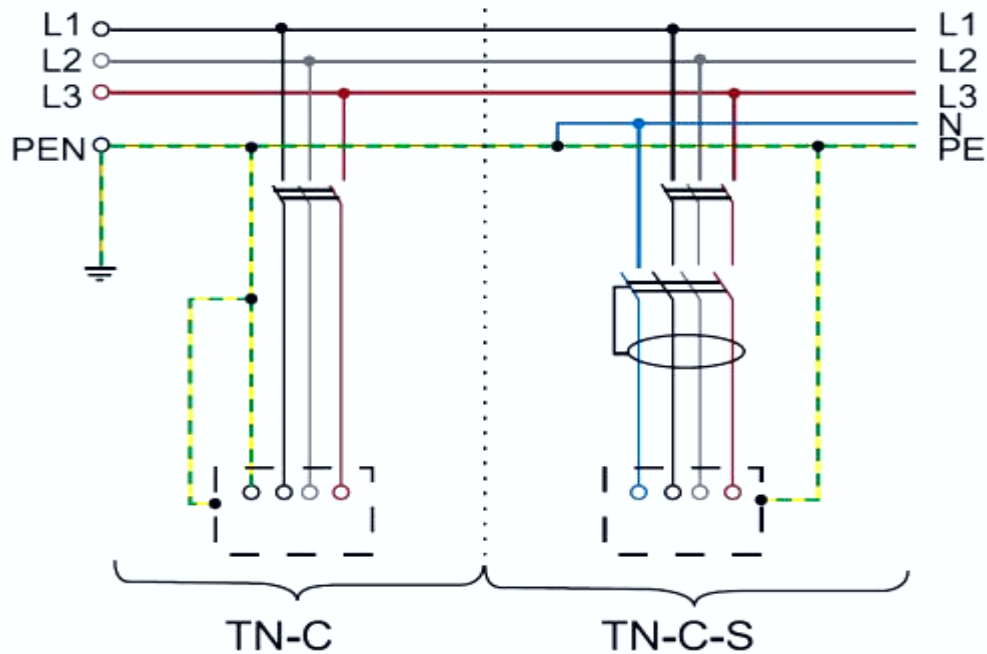


Рисунок 1.11 – Схема систем захисного заземлення типів *TN-C* і *TN-C-S*

Система IT – система заземлення, у разі застосування якої всі точки струмоведучих частин мережі ізольовані від землі або одна з них (нейтральна або середня точка джерела живлення, штучна нейтральна точка джерела живлення, точка лінійного провідника) з'єднана із землею через достатньо великий опір, а всі відкриті провідні частини електроустановок споживачів електроенергії заземлені.

В Україні основною схемою живлення електроустановок до 1000 В у містах і селах є чотирипровідна мережа напругою 380 / 220 В із глухозаземленою нейтраллю (*TN-C*).

У правильно спроектованій системі захисного заземлення поява струму витоку приводить до негайного спрацьовування захисних пристроїв (пристроїв захисного відключення (ПЗВ), його функція – автоматичне вимикання живлення, яке реагує на диференційний струм).

Отже, захисне заземлення є ефективним лише у комплексі з використанням ПЗВ. У цьому випадку при більшості порушень ізоляції потенціал на заземлених предметах не перевищить безпечних

величин. Більш того, несправну ділянку мережі буде вимкнено протягом дуже короткого часу (час спрацьовування ПЗВ становить десяти або соті частки секунди).

В свою чергу, заземлювальні пристрої складаються із таких елементів:

- заземлювачі;
- заземлювальні провідники;
- головні заземлювальні шини.

Розглянемо основні характеристики цих елементів.

Заземлювач – це провідна частина (провідник) або сукупність з'єднаних між собою провідних частин (провідників), які перебувають в електричному контакті із землею безпосередньо або через проміжне провідне середовище.

Заземлювач може спричиняти вимикання споживачів за умови короткого замикання чи появи різницевого струму, засобами аварійного захисту та пристроями захисного відключення.

Заземлювачі можуть бути як *природними*, так і *штучними*.

Природний заземлювач – такий заземлювач, який первісно монтується для інших цілей, ніж заземлення, але, крім своїх безпосередніх функцій, одночасно може виконувати функції заземлювача. Його функції можуть виконувати:

- металеві і залізобетонні конструкції будинків та споруд, які знаходяться в контакті із землею, в тому числі залізобетонні фундаменти, які мають гідроізоляційні покриття, в неагресивних, найменш агресивних та середньоагресивних середовищах;
- свинцеві оболонки прокладених у землі кабелів, а також інші довговічні металеві покриття кабелів, з яких забезпечено стікання струму замикання у землю;
- інші провідні частини, які розміщені в землі і забезпечують виконання вимог, наприклад, обсадні труби артезіанських колодязів, свердловин, шурфів.

Штучний заземлювач – такий заземлювач, який спеціально монтують і використовують з метою заземлення. Штучні заземлювачі виготовляють із сталі: чорної, з цинковим чи мідним покриттям,

нержавіючої або міді, за формою: стержні; штаби; профіль; канати; металеві гранчасті конструкції, що укладаються в фундамент будинків та споруд під час будівництва (фундаментні заземлювачі).

Фундаментні заземлювачі можуть виконувати свої функції за таких умов:

- принаймні близько 50 % вертикальних і горизонтальних стрижнів сталеві арматури з'єднані між собою зваркою або надійно зв'язані дротом;
- всі вертикальні стержні сталеві арматури з'єднані між собою зваркою або надійно зв'язані дротом;
- забезпечена електрична неперервність з'єднань сталеві арматури кожного блоку збірної залізобетону з арматурою суміжних блоків;
- сталеві арматури залізобетону не є попередньо напруженою.

Матеріал і розміри заземлювачів повинні забезпечувати стійкість заземлювачів до корозії та їх механічну міцність.

Матеріалом, з якого виготовляють заземлювачі, є сталі прутки, кутники, смуги, розміри яких повинні бути не менше:

- діаметр круглих прутків: не оцинкованих – 10 мм, оцинкованих – 6 мм;
- поперечний переріз прямокутних заземлювачів – 48 мм²;
- товщина прямокутних заземлювачів – 4 мм;
- товщина полиці кутової сталі – 4 мм.

За розміщенням в ґрунті та формою електродів заземлювачі розрізняються як такі:

- ✓ заглиблені;
- ✓ вертикальні (сталі прутки чи кутова сталь, занурені в ґрунт);
- ✓ глибинні (сталі прутки, заглиблені вертикально понад 10 м);
- ✓ горизонтальні (сталі прутки чи смуги, що закладаються в ґрунт горизонтально);
- ✓ комбіновані (вертикальні та горизонтальні, об'єднані в одну систему).

Кількість заземлювачів, їх розміщення і габаритні показники повинні забезпечувати виконання вимог до опору заземлювального пристрою.

Штучні заземлювачі слід застосовувати:

- у разі відсутності придатних для цілей заземлення природних заземлювачів;
- як додаток до придатних для цілей заземлення природних заземлювачів, якщо останні не можуть забезпечити виконання вимоги до опору заземлювального пристрою, або для зниження до прийнятної значення густини струму, що протікає через них (наприклад, через арматуру залізобетонного фундаменту).

У разі застосування штучних заземлювачів у місцях із великим питомим опором землі для забезпечення ефективності заземлювального пристрою можуть вживатися такі заходи:

- занурення у землю вертикальних заземлювачів підвищеної довжини, якщо значення питомого опору нижніх шарів землі менше, ніж верхніх;
- улаштування виносних заземлювачів, якщо поблизу електроустановки є місця із меншим питомим опором землі;
- укладання у траншеї навколо горизонтальних заземлювачів, які розміщені у скельових структурах, вологого глинистого ґрунту з наступним трамбуванням і засипанням щебеню доверху траншеї;
- застосування штучної обробки ґрунту з метою зниження його питомого опору.

Траншеї для горизонтальних заземлювачів повинні заповнюватися однорідним ґрунтом, який не містить щебеню і будівельного сміття.

Не слід розміщувати заземлювачі в місцях, де земля підсушується під дією штучного нагріву, наприклад, поблизу трубопроводів теплових мереж. Штучні заземлювачі не слід фарбувати.

Заземлювальні провідники – це провідники, якими приєднують обладнання до заземлювача. Для цього використовують спеціально передбачені *РЕ*-провідники. Крім спеціальних провідників, як

заземлювальні провідники в електроустановках (крім вибухонебезпечних зон) можуть бути використані:

- металеві конструкції будівель;
- арматура залізобетонних будівельних конструкцій і фундаментів;
- металеві конструкції виробничого призначення ;
- сталеві труби електропроводок;
- металеві кожухи та опорні конструкції шинопроводів, металеві короби та лотки ЕУ;
- стаціонарні, відкрито прокладені металеві трубопроводи різних призначень, крім трубопроводів для горючих і вибухонебезпечних речовин, каналізації та центрального опалення.

Забороняється використовувати як заземлювальні провідники:

- несучі троси тросової електропроводки;
- металеві оболонки ізоляційних трубок;
- металорукави;
- броню та свинцеві оболонки кабелів і проводів;
- неізольовані алюмінієві провідники, прокладені в землі.

Головна заземлювальна шина – призначена для виконання заземлення і (або) основної системи зрівнювання потенціалів у будинку (споруді), вона має відповідати таким вимогам:

- повинна бути термічно і корозійностійкою та мати високу механічну міцність та провідність;
- конструкція повинна забезпечувати надійне приєднання до неї провідників і передбачати можливість зручного індивідуального їх від'єднання;
- приєднання і від'єднання провідників повинні бути можливі тільки за допомогою інструмента; може бути виготовлена з будь-якого металу (міді, латуні тощо) або сплаву, який спроможний забезпечити виконання вимог Правил;
- допускається виконання із сталі, не рекомендується – із алюмінію.

Також встановлені відповідні кольорові позначки:

для змінного трифазного струму:

- шина фази L_1 (А) – жовтим кольором;
- шина фази L_2 (В) – зеленим кольором;
- шина фази L_3 (С) – червоним кольором;
- шина нульова робоча N – блакитним кольором;
- шина захисна PE – повздовжніми смугами жовтого та зеленого кольорів;

для змінного однофазного струму:

- шина L_1 (А), що приєднана до початку обмотки джерела живлення – жовтим кольором;
- шина L_2 (В), що приєднана до кінця обмотки – червоним кольором;

для постійного струму:

- позитивна шина (+) – червоним кольором;
- негативна шина (–) – синім кольором;
- захисна робоча шина М – блакитним кольором.

На рисунку 1.12 наведено приклад підключення споживачів електричного струму до відповідної трифазної електричної мережі.

Заземлювальні пристрої електроустановок напругою до 1 кВ в електричних мережах з глухозаземленою нейтраллю, мають в своїй схемі з'єднання нейтральну або середню точку або один з виводів джерела живлення необхідно надійно приєднувати до заземлювача за допомогою заземлювального провідника.

Не допускається використовувати PEN (PE - або N -) провідники, які з'єднують нейтраль з розподільним щитом, як заземлювальні.

Якщо в PEN -провіднику, який з'єднує нейтраль джерела трифазного струму з шиною PEN розподільчого щита напругою до 1 кВ, встановлено трансформатор струму, то заземлювальний провідник слід приєднувати не до нейтралі джерела безпосередньо, а до PEN - провідника і, за можливості, відразу за трансформатором струму. У такому випадку поділ PEN -провідника на PE - і N - прові-

дників в системі *TN-S* слід виконувати також поза трансформатором струму.

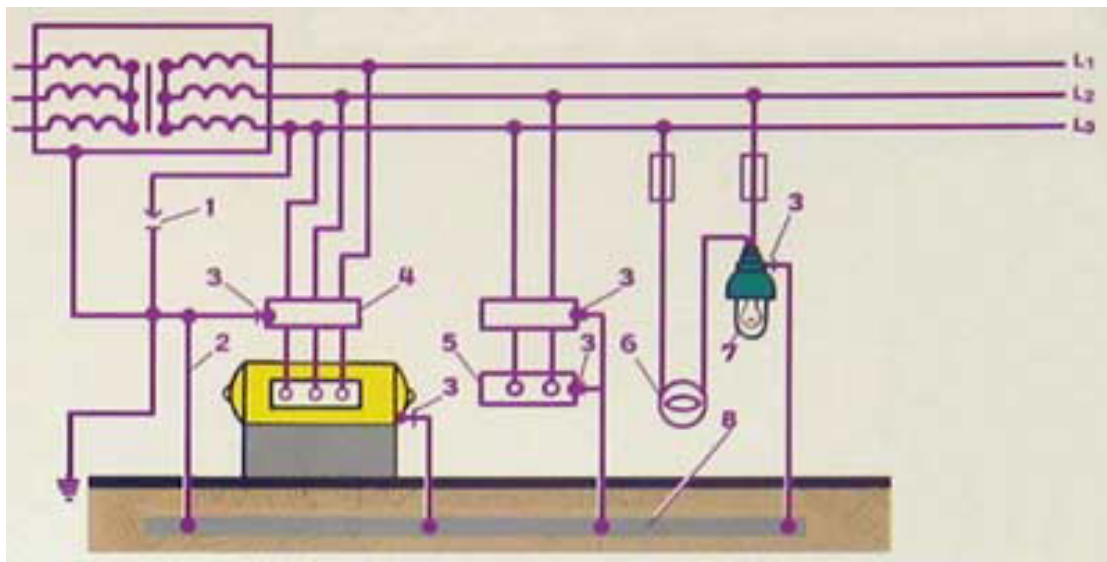


Рисунок 1.12 – Схема підключення споживачів електричного струму до трифазної електричної мережі:

1 – пробивний запобіжник; 2 – магістраль заземлення; 3 – гвинт приєднання заземлення або захисного провідника; 4 – захисний апарат в металевому корпусі; 5 – однофазний електроприймач; 6 – вимикач; 7 – світильник; 8 – заземлювальна шина

Трансформатор струму треба розташовувати якомога ближче до виводу нейтралі джерела живлення.

Виведення *PEN*- або *N*- провідника від нейтралі джерела на розподільний пристрій слід здійснювати: у разі виведення фаз шишами – шиною на ізоляторах; у разі виведення фаз кабелем (проводом) – жилою кабеля (проводу).

Провідність *PEN*- або *N*- провідника від нейтралі джерела до розподільного пристрою повинна бути не меншою, ніж 50 % провідності вивідного фазного провідника.

Розглядаємо заземлювальні пристрої електроустановок напругою до 1 кВ в електричних мережах з ізолюваною нейтраллю. Опір заземлювального пристрою R , Ом, який використовують для захисного заземлення відкритих провідних частин в електроустановках з ізолюваною нейтраллю, повинен відповідати умові

$$R \leq U_d / I, \quad (1.11)$$

де U_d – допустима напруга дотику, значення якої в приміщеннях без підвищеної небезпеки приймається 50 В; I – повний струм замикання на землю (на відкриті провідні частини), А.

Виконання зазначеної умови може не перевірятися, якщо опір заземлювального пристрою R не перевищує:

- 4 Ом – у разі потужності джерела живлення більшою, ніж 100 кВ·А;
- 10 Ом – у разі потужності джерела живлення або сумарної потужності паралельно працюючих джерел живлення до 100 кВ·А.

Електропровідність заземлювальних провідників повинна складати не менше 1/3 провідності фазних провідників.

Як правило, не вимагається застосовувати: мідні провідники перерізом понад 25 мм²; алюмінієві – понад 35 мм²; сталеві – понад 120 мм².

Для цивільного обладнання електроустановок до 1 кВ із системами заземлення *TN-S*, *TN-C-S* поперечний переріз *PEN*-провідників повинен бути не менше перерізу *N*-провідників: не менше 10 мм² по міді; 16 мм² по алюмінію.

Відповідно до Вимог «Правила улаштування електроустановок. Глава 1.7 Заземлення та захисні заходи від ураження електричним струмом», визначено – опір заземлювального пристрою (ЗП), до якого приєднано *N*-провідник джерела живлення або виводи джерела однофазного струму (табл.1.9).

Цей опір необхідно забезпечувати з урахуванням використання всіх заземлювачів, приєднаних до *PEN* (*PE*)-провідника, якщо кількість відхідних ліній не менша двох. Опір заземлювача *PE*-провідник, до якого безпосередньо приєднано *N*-провідник джерела живлення або виводи джерела однофазного струму провідника (табл.1.10). ст.

Таблиця 1.9 – Джерела живлення або виводи джерела однофазного та трифазного струму (опір ЗП, до якого приєднано *N*-провідник джерела живлення)

Джерела однофазного струму			
Напруга, В	380	220	127
Опір, Ом	2	4	8
Джерела трифазного струму			
Напруга, В	660	380	220
Опір, Ом	2	4	8

Таблиця 1.10 – Джерела живлення або виводи джерела однофазного та трифазного струму (опір заземлювача – *РЕ*-провідник)

Джерела однофазного струму			
Напруга, В	380	220	127
Опір, Ом	15	30	60
Джерела трифазного струму			
Напруга, В	660	380	220
Опір, Ом	15	30	60

Сумарний опір всіх заземлювачів, приєднаних до *PEN*-провідника кожної лінії наведено (табл.1.11).

Таблиця 1.11 – Джерела живлення або виводи джерела однофазного та трифазного струму (сумарний опір всіх заземлювачів, приєднаних до *PEN*-провідника)

Джерела однофазного струму			
1	2	3	4
Напруга, В	380	220	127
Опір, Ом	15	30	60

Продовження таблиці 1.11

1	2	3	4
Джерела трифазного струму			
Напруга, В	660	380	220
Опір, Ом	5	10	20

Отже заземлення електрообладнання, а точніше – заземлення відкритих провідних частин, – є одним з численних заходів, що можуть бути використані для захисту від ураження електричним струмом. Заземлення відкритих провідних частин передбачає створення еквіпотенціального середовища, що знижує ймовірність появи напруги на тілі людини. В системі *TN* заземлення відкритих провідних частин забезпечує створення для струму замикання кола з малим опором. Це полегшує роботу пристроїв захисту від надструмів.

Контрольні запитання

1. Які існують типи місцевих електротравм? Наведіть характеристику кожного з них.
2. Як класифікуються загальні електротравми? Наведіть характеристику кожної групи загальних електротравм.
3. Які чинники електричного характеру і якою мірою впливають на тяжкість електротравми?
4. Які чинники неелектричного характеру і якою мірою впливають на тяжкість електротравми?
5. Які чинники виробничого середовища і якою мірою впливають на тяжкість електротравми?
6. Прямий дотик , визначення, технічні способи та засоби для забезпечення захисту від ураження електричним струмом.
7. Непрямий дотик (крокова напруга). Робота в зоні крокової напруги.
8. Електротравматизм. Величина струму, небезпечного і смертельного для життя людини.
9. Фібриляція серця. Надання першої допомоги при ураженні електрострумом.
10. Що таке електричний струм, електричне поле, електрична дуга та якими основними параметрами вони характеризуються?
11. Якими ефектами супроводжується протікання електричного струму через організм людини і які види травм можливі в результаті дії струму?
12. В чому полягає небезпека електричної дуги для організму людини?
13. Перелічіть параметри трифазної мережі з ізольованою нейтраллю, що визначають ступінь ураження людини електричним струмом при однофазному дотику.
14. Які технічні заходи і засоби використовуються для захисту людини у разі роботи в електроустановках у мережах з ізольованою нейтраллю?

15. Наведіть перелік основних електрозахисних засобів, що використовуються при виконанні робіт в електроустановках низької напруги (до 1000 В).

16. Складові захисного пристрою, їх призначення.

17. Типи систем заземлення, їх характеристика.

18. Характеристика електричних мереж.

19. Технічні способи і засоби для забезпечення захисту від випадкового прямого дотику до струмопровідних частин.

20. Технічні способи і засоби для забезпечення захисту від випадкового непрямого дотику до струмопровідних частин.

21. Класи електробладнання та їх характеристика.

22. Наведіть визначення мережі з ізольованою нейтраллю.

23. Заземлення. Призначення та загальні технічні вимоги.

24. Заземлювачі, нейтральні та захисні провідники.

25. Особливості заземлення електроустановок, що експлуатуються у вибухонебезпечних зонах.

Розділ 2

ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

Робота щодо забезпечення безпечної експлуатації електроустановок здійснюється згідно з обов'язковими, для всіх споживачів електроенергії, незалежно від їх відомчої приналежності, правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів та правилами техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів. Обслуговування діючих електроустановок, проведення в них оперативних переключень, організація та виконання ремонтних, монтажних, налагоджувальних робіт і випробувань здійснюються спеціально підготовленим електротехнічним персоналом.

Відповідно до Порядку видачі дозволів на виконання робіт підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 26 жовтня 2011 р. №1107, суб'єкт господарювання, який має намір розпочати (продовжити) виконання робіт підвищеної небезпеки або експлуатацію об'єктів, машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки повинен одержати відповідний дозвіл Держпраці або його територіального органу.

2.1. Допуск електроустановок до експлуатації

До устаткування підвищеної небезпеки віднесено електроустановки і електрообладнання та електрозварювальне обладнання. До робіт підвищеної небезпеки віднесено роботи в діючих електроустановках, роботи верхолазні, роботи зварювальні. Тут названі лише ті із видів робіт і видів об'єктів, устаткування, які необхідні для експлуатації та ремонту більшості електроустановок.

Для одержання дозволу суб'єкт господарювання подає (надсилає поштою) до Держпраці або його територіального органу заяву відповідного зразка, до якої додаються:

- на початок (продовження) виконання робіт підвищеної небезпеки – висновок експертизи щодо спроможності суб'єкта господарювання забезпечити додержання вимог законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці та промислової безпеки під час виконання заявленої роботи;
- при експлуатації об'єкта, устаткування;
- спроможності суб'єкта господарювання забезпечити додержання вимог законодавства під час експлуатації об'єкта, а також експлуатаційну документацію (копії інструкцій з експлуатації, паспорти, настанови тощо) українською мовою або, як виняток, російською мовою (для об'єкта, який виготовлено за кордоном).

Строк дії дозволів становить:

- на початок виконання роботи підвищеної небезпеки або експлуатації об'єкта – 3 роки;
- на продовження виконання роботи підвищеної небезпеки або експлуатації об'єкта – 5 років.

Для отримання висновку експертизи необхідно звернутися з листом до експертної організації, яка має дозвіл Держпраці на проведення оцінки відповідності об'єкта експертизи вимогам законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці та промислової безпеки (регіональний експертно-технічний центр), для проведення експертизи установок та видів робіт. До листа додати затверджений керівником і погоджений службою охорони праці підприємства перелік робіт та об'єктів, установок підвищеної небезпеки.

Після проведення експертизи експертною організацією і усунення підприємством вказаних експертом зауважень підприємство отримує позитивний експертний висновок, який є підставою для отримання в територіальному органі чи центральному апараті Держпраці дозволу на початок (продовження) виконання робіт у діючих електроустановках та експлуатації електрообладнання.

Заново збудовані електроустановки повинні бути прийняті державною (для підприємств державної форми власності) або технічною (для підприємств недержавної форми власності) комісією після виконання необхідних випробувально-вимірюваних робіт і

передачі закінченого будівництва будівельно-монтажною організацією підприємству за актом відповідно до п. 4 розділу IV «Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів».

Прийняття державною (технічною) комісією устаткування, яке пройшло комплексне випробування, є необхідною умовою для оформлення акту-допуску на підключення електроустановки до електричної мережі.

Підключення електроустановки до електричної мережі проводиться впродовж п'яти робочих днів після виконання таких вимог:

- ✓ наявність схеми електропостачання і електроустановки, схеми розрахункового обліку електричної енергії, що відповідають вимогам чинних нормативних документів, технічним умовам, проектній документації, яка узгоджена в установленому порядку;
- ✓ наявність виконавчої, технічної, приймально-здавальної і випробувальної документації, наданої в повному обсязі, що відповідає вимогам нормативних документів;
- ✓ укладений договір про постачання електричної енергії, установлені та перевірені засоби розрахункового (комерційного) обліку;
- ✓ наявність на підприємстві електротехнічного персоналу та особи, відповідальної за електрогосподарство, або наявність укладеного договору про обслуговування електроустановок споживача з організаціями чи фізичними особами, які атестовані, пройшли навчання, перевірку знань та мають право на виконання таких робіт;
- ✓ підприємством оплачені послуги з приєднання до електричних мереж електропередавальної організації відповідно до умов договору про приєднання згідно з погодженим обома сторонами кошторисом.

Для оформлення підключення ЕУ до електричної мережі замовник надає інспектору Держенергонагляду (електропередавальній організації) електроустановку для здійснення технічного огляду, а також необхідну документацію.

Технічний огляд проводиться для об'єктів:

- напругою понад 1 кВ або призначених для живлення струмоприймачів I категорії з надійності електропостачання та її особливої

групи – представниками Держенергонагляду та Держпраці;

- напругою до 1 кВ II та III категорій надійності з електропостачання – представником електропередавальної організації.

Результати технічного огляду щодо відповідності нових та реконструйованих ЕУ та мереж технічним умовам, нормам, правилам і стандартам фіксується у відповідному акті огляду.

Підключення електроустановки до електричної мережі здійснюється власником мережі (електропередавальною організацією або основним споживачем) відповідно до договору щодо користування даної мережі.

2.2. Вимоги до роботодавця (керівника споживача) щодо безпечної експлуатації електроустановок

Згідно з законодавством роботодавець зобов'язаний створити на кожному робочому місці умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці. Роботодавець чи уповноважена ним особа (керівник споживача) зобов'язаний забезпечити утримання, експлуатацію і обслуговування електроустановок відповідно до вимог чинних нормативних документів.

З цією метою роботодавець (керівник) повинен:

- призначити відповідального за справний стан і безпечну експлуатацію електрогосподарства та його заступника з числа працівників, які мають електротехнічну підготовку і пройшли перевірку знань у встановленому порядку (далі – особа, відповідальна за електрогосподарство);
- забезпечити достатню кількість електротехнічних працівників;
- затвердити Положення про енергетичну службу підприємства, а також посадові інструкції та інструкції з охорони праці;
- встановити такий порядок, щоб працівники, на яких покладено обов'язки з обслуговування електроустановок, вели ретельні спостереження за дорученим їм обладнанням і мережами (оглядом,

перевіркою дії, випробуваннями і вимірюваннями);

- забезпечити перевірку знань працівників у встановлені строки;
- забезпечити проведення протиаварійних, приймально-здавальних і профілактичних випробувань та вимірювань електроустановок згідно з вимогами правил і норм;
- забезпечити проведення періодичного опосвідчення стану безпеки електроустановок;
- забезпечити дотримання встановлених режимів енергоспоживання електроенергії та потужності;
- забезпечити електротехнічних працівників випробуваними електрозахисними засобами, засобами індивідуального захисту, інструментом.
- отримати дозвіл Держпраці на виконання робіт в діючих електроустановках і експлуатацію власних електроустановок та електрообладнання.

Розпорядчий документ про призначення особи, відповідальної за електрогосподарство, та особи, яка буде її замінювати, видається після успішної перевірки знань з питань електробезпеки, технічної експлуатації електроустановок (технології виконання робіт) та пожежної безпеки і надання цим особам групи IV з електробезпеки для обслуговування ЕУ на напругу до 1 кВ або групи V – для обслуговування ЕУ на напругу понад 1 кВ.

Особа, відповідальна за електрогосподарство споживача, повинна мати відповідну групу з електробезпеки та освіту за відповідним напрямком (спеціальністю) енергетичного профілю, а також стаж роботи за цим напрямком:

- для особи з повною вищою освітою (спеціаліст, магістр) – стаж не менше 1 року;
- для особи з базовою вищою освітою – не менше 2-х років.

У разі, якщо у споживача використовуються ЕУ II та III категорій з надійності електропостачання на напругу до 1 кВ, допускається, як виняток, призначити особу, відповідальну за електрогос-

подарство споживача, з числа працівників, які мають групу з електробезпеки не нижче IV та стаж роботи:

- з професійно-технічною освітою за відповідним напрямом енергетичного профілю – не менше 3-х років;
- з повною загальною середньою освітою, яка пройшла спеціальну підготовку – не менше 4-х років.

У разі економічної недоцільності створення електротехнічної служби у споживача, який має ЕУ II та III категорій з надійності електропостачання на напругу до 1 кВ, ЕУ споживача передаються за договором на обслуговування спеціалізованій організації.

Споживачам, у яких встановлена потужність ЕУ не перевищує 10 кВ, заступника особи, відповідальної за електрогосподарство, можна не призначати.

Споживач, який має в своєму користуванні: електроустановки з напругою споживання електричного струму напругою до 380 В, а також електропобутових та освітлювальних приладів, що розташовані в приміщеннях без підвищеної небезпеки і не знаходяться у вибухонебезпечних чи пожежонебезпечних зонах, відповідальну особу за електрогосподарство можуть не призначати.

В такому разі *керівник споживача* після проведення з ним електропередавальною організацією інструктажу з питань технічної експлуатації електроустановок споживачів в обсязі, що відповідає II групі електробезпеки, відповідає за виконання функцій щодо організації технічної та безпечної експлуатації таких ЕУ та умов споживання. Інструктаж проводиться під час укладання або переоформлення договору про постачання електричної енергії.

Для виконання робіт в діючих ЕУ або для їх обслуговування споживач має право залучити спеціалізовану організацію.

Експлуатація ЕУ на напругу понад 1 кВ, власником яких є населення, допускається, якщо власник має V групу з електробезпеки або уклав договір про надання послуг щодо обслуговування цих ЕУ з електропередавальною чи спеціалізованою організацією.

Забороняється експлуатація ЕУ споживача у разі відсутності:

- власних електротехнічних, електротехнологічних працівників

відповідної кваліфікації;

– договору про надання послуг щодо обслуговування ЕУ з електропередавальною чи спеціалізованою організацією у разі неможливості самостійного здійснення організацією експлуатації власних ЕУ.

2.3. Вимоги до електротехнічних працівників

Обслуговування діючих електроустановок, виконання в них оперативних перемикань, організація і виконання ремонтних, монтажних чи налагоджувальних робіт і випробувань здійснюється спеціально підготовленими електротехнічними працівниками (електротехнічним персоналом). Електротехнічні працівники (ЕТП) повинні перебувати у складі енергетичної служби підприємства, установи, організації тощо. ЕТП підприємства визначаються як адміністративно-технічні, оперативні, оперативно-ремонтні, ремонтні, електротехнологічні.

Керівники і спеціалісти (адміністративно-технічні працівники) – працівники, які організовують а також безпосередньо беруть участь в оперативних перемиканнях, ремонтних, монтажних і налагоджувальних роботах в електроустановках – мають права оперативних, ремонтних чи оперативно-ремонтних працівників.

Оперативні працівники, що здійснюють оперативне керування електрогосподарством у цілому чи окремим цехом, а також оперативне обслуговування електроустановок (спостереження за режимами роботи обладнання, огляд, виконання робіт у порядку поточної експлуатації, оперативні перемикання, підготовка робочих місць, допуск і нагляд за працівниками, відновлення схеми після закінчення робіт). Це черговий персонал в електроустановках великих енергонасичених підприємств.

Виробничі (ремонтні) працівники виконують усі види робіт з ремонту, реконструкції і монтажу електрообладнання. До цієї категорії належать також працівники спеціалізованих служб (випробувальних лабораторій, служб контрольно-вимірювальних приладів і

автоматики тощо), в обов'язки яких входять виконання випробувань, вимірювань, налагоджування і регулювання електроапаратури в діючих електроустановках.

Оперативно-виробничі (оперативно-ремонтні) працівники – ремонтні працівники невеликих підприємств (цехів), спеціально навчені і підготовлені для виконання оперативних робіт на закріплених за ними електроустановках. Це електромонтери з ремонту та експлуатації електроустановок.

На деяких підприємствах можуть бути електротехнологічні працівники, які не входять до складу енергетичної служби, але за характером робіт, що виконуються ними, до них ставляться вимоги щодо безпеки виконання робіт і електробезпеки такі ж, як і до ЕТП. Це працівники, які здійснюють експлуатацію електротехнологічних установок (електролізні, електротермічні, електрозварювальні установки, електроіскрові верстати, верстати з числовим програмним управлінням), регулювання радіо- і телевізійної апаратури, перевірку електровимірювальних приладів, оператори вантажопідіймальних механізмів, ручних електричних машин, пересувних та переносних струмоприймачів тощо.

Електротехнологічні працівники виробничих цехів та дільниць, які здійснюють експлуатацію електротехнологічних установок, повинні мати кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижче II кат. Керівники структурних підрозділів, яким безпосередньо підпорядковані електротехнологічні працівники, повинні мати групу з електробезпеки не нижчу, ніж у підлеглих працівників.

Роботи в діючих електроустановках належать до робіт з підвищеною небезпекою, тому до ЕТП ставляться підвищені вимоги, а саме:

- ✓ попередній (під час прийняття на роботу) і періодичний медичний огляд;
- ✓ особам, які не досягли 18 років, не дозволяється одноособово виконувати роботи в електроустановках;
- ✓ попереднє спеціальне (виробниче) навчання і перевірка знань з питань електробезпеки;

- ✓ періодична перевірка знань з питань електробезпеки;
- ✓ періодична перевірка знань з питань технології виконання робіт (технічної експлуатації) і пожежної безпеки.

Попереднє спеціальне навчання і перевірка знань працівників за його результатами проводяться одноразово до початку самостійної роботи на даному підприємстві (на даній посаді), а також у разі перерви в роботі понад один рік.

Періодична перевірка знань проводиться у такі терміни:

- 1 раз на рік – для ЕТП, які безпосередньо обслуговують електроустановки чи виконують у них налагоджувальні, електромонтажні, ремонтні роботи або профілактичні випробування, а також працівники, які оформляють розпорядження та організовують ці роботи;
- 1 раз на 3 роки – для інженерно-технічних працівників, які не належать до вказаної вище групи, а також інженерів з охорони праці, які допущені до інспектування електроустановок.

Перевірка знань проводиться комісією підприємства. Перевірка знань відповідального за електрогосподарство проводиться цією ж комісією, але за участі інспектора Держпраці та інспектора Держенергонагляду. Перевірка знань з технології виконання робіт (правила експлуатації, робочі інструкції) може проводитися з участю Держенергонагляду окремо від перевірки знань з безпечної експлуатації електроустановок. Результати перевірки знань записуються в «Журнал протоколів перевірки знань» відповідної форми.

Перевірці знань повинно передувати навчання виробниче або самопідготовка згідно з програмою, розробленою відповідальним за електрогосподарство, погодженою із службою охорони праці та затвердженою керівником підприємства.

Навчання і перевірка знань проводиться на основі таких нормативних документів (далі – Правила):

- ✓ Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів;
- ✓ Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів;
- ✓ Правила експлуатації електрозахисних засобів;

- ✓ Правила улаштування електроустановок;
- ✓ Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок;
- ✓ Правила охорони електричних мереж;
- ✓ Правила користування електричною енергією;
- ✓ посадові, робочі, експлуатаційні інструкції;
- ✓ інструкції з охорони праці в об'ємі, необхідному для посадки чи професії працівника.

Після закінчення перевірки знань працівникам надається кваліфікаційна група з електробезпеки.

2.4 Порядок визначення кваліфікаційної групи з електробезпеки

Кваліфікаційна група з електробезпеки – це дозвіл на виконання робіт у діючих електроустановках конкретного підприємства, який надається працівнику терміном на один рік, або як ще називають, група допуску (до робіт). Таких груп є п'ять.

Перша група з електробезпеки надається:

- ЕТП, який тільки прийнятий на роботу і ще не пройшов перевірку знань;
- неелектротехнічним працівникам, у яких під час виконання робіт може виникнути небезпека ураження електричним струмом. Перелік професій таких працівників складає служба охорони праці і затверджує керівник підприємства. Це, наприклад, такі професії, як стропальники, верстатники, працівники, які працюють з електроінструментом класів II та III, електровагами, з електрифікованими касовими апаратами, персональними комп'ютерами тощо.

Перевірку знань на отримання I групи з електробезпеки проводить відповідальний за електрогосподарство підприємства, цеху, організації або, за його письмовим розпорядженням, інша особа, яка має групу з електробезпеки не нижче III. Перевірка проводиться в усній формі шляхом інструктажу з вибірковими запитаннями до працівника. Перевірка закінчується підписами інструктованого і то-

го, хто інструктує, у «Журналі реєстрації інструктажів з питань охорони праці», де в колонці «причина інструктажу» записують «електробезпека». Посвідчення про перевірку знань не видається.

Для отримання першої групи (I) потрібно знати:

- ✓ небезпеку дії електричного струму на організм людини;
- ✓ методи звільнення людини від дії електроструму;
- ✓ надання первинної допомоги потерпілому від електроструму;
- ✓ методи безпечного обслуговування закріпленого за працівником обладнання;
- ✓ шкідливі та небезпечні чинники, наявні на робочому місці працівника.

Спеціальна підготовка і стажування для отримання першої групи не вимагається.

Перевірка знань на відповідність другій – п'ятій групам проводиться в комісії підприємства із врученням посвідчення. Практиканти університетів, коледжів, профтехучилищ і ті, що закінчили профтехучилище до перевірки знань на другу групу, допускаються лише після стажування з першою групою не менше одного місяця, а ЕТП без спеціальної освіти та електротехнологічні працівники – після стажування не менше 2-х місяців. Мінімальний стаж роботи в електроустановках з попередньою групою для ЕТП з вищою технічною та з середньою спеціальною електротехнічною освітою для одержання другої групи не нормується.

Для отримання другої групи (II) необхідно знати:

- те ж, що й для присвоєння першої групи, та мати практичні навички надання першої допомоги потерпілому від дії електричного струму;
- елементарне технічне знайомство з електроустановками (будова та призначення окремих елементів);
- чітке уявлення про небезпеку роботи в електроустановках та наближення до струмопровідних частин;
- вміти користуватися електрозахисними засобами в електроустановках до 1000 В;
- заходи обережності при роботі з електроінструментом та під

час виконання робіт в охоронних зонах електромереж.

На другу групу з електробезпеки, крім ЕТП, перевірку знань проходять електротехнологічні працівники: електрозварювальники, кранівники вантажопідіймальних машин, оператори, які працюють з переносними електромашинами та електрифікованим інструментом класу *I*, а також споживачі, у яких електрогосподарство включає тільки ввідно-розподільний пристрій, освітлювальні установки, прилади побутового призначення номінальною напругою до 220 В.

Особам, молодшим за 18 років, не дозволяється надавати групу вище II і допускати до самостійної роботи.

Друга група не надає права працівникові одноособово обслуговувати електроустановки.

Лише третя група в електроустановках до 1 кВ та четверта в установках понад 1 кВ дає право одноособово обслуговувати електроустановки.

Для отримання III–V груп з електробезпеки вимагається фахове навчання стосовно посади, яку займатиме працівник.

Для отримання третьої групи (III) з електробезпеки необхідно знати:

- те ж, що й для присвоєння другої групи;
- влаштування та безпечну експлуатацію закріпленого за працівником електрообладнання;
- призначення та правила експлуатації всіх електрозахисних засобів;
- правила безпечного виконання спеціальних робіт, які входять до обов'язків працівника (верхолазні роботи, електричні випробування та вимірювання тощо);
- правила допуску до робіт в електроустановках до 1 кВ;
- уміння вести нагляд за працівниками в електроустановках.

Третя група може бути надана працівнику, який успішно пройшов перевірку необхідних знань Правил, має мінімальний стаж практичної роботи в електроустановках з другою групою:

- для ЕТП з вищою технічною чи спеціальною електротехнічною освітою мінімальний стаж – 1 місяць;

- для ЕТП, що закінчили спеціалізовані ПТУ чи без спеціальної освіти, мінімальний стаж – 2 місяці.

Працівник з третьою групою з електробезпеки може виконувати функції керівника робіт, допускача в електроустановках до 1000 В, наглядача.

Для отримання четвертої групи (IV) з електробезпеки необхідно знати те ж, що й для присвоєння третьої групи, крім того:

- електротехніку в об'ємі спеціалізованого профтехучилища;
- повне знання Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів;
- знати схеми та обладнання своєї ділянки;
- знати установки настільки, щоб вільно розбиратися, які елементи повинні бути вимкнені для безпечного виконання робіт, перевіряти виконання необхідних заходів безпеки;
- знати правила допуску до робіт в електроустановках понад 1 кВ, організовувати безпечне ведення робіт і вести нагляд за ними в електроустановках напругою до 1 кВ;
- навчати працівників інших груп Правилам і наданню першої допомоги потерпілим від дії електричного струму.

Четверта група може бути надана працівнику, який успішно пройшов перевірку необхідних знань Правил і має мінімальний стаж практичної роботи в електроустановках з третьою групою:

- для ЕТП з вищою технічною, спеціальною електротехнічною освітою чи які закінчили спеціалізовані ПТУ мінімальний стаж – 3 місяці;
- для ЕТП без спеціальної освіти мінімальний стаж – 12 місяців.

Для отримання п'ятої групи (V) з електробезпеки необхідно:

- знати те ж, що й для присвоєння четвертої групи;
- уміти організовувати безпечне виконання робіт і вести нагляд за ними в електроустановках усіх напруг;
- уміти навчати працівників інших груп Правилам і наданню першої допомоги потерпілому від дії електричного струму;
- розуміти і вміти пояснити, чим викликані вимоги того чи ін-

шого пункту Правил.

Підготовка працівників на п'яту групу повинна вестись у спеціальному закладі, який має ліцензію Міністерства освіти та дозвіл Держпраці на навчання з питань охорони праці.

П'ята група може бути надана працівнику, який успішно пройшов перевірку необхідних знань Правил і має мінімальний стаж практичної роботи в електроустановках з четвертою групою:

- для ЕТП з вищою технічною чи спеціальною електротехнічною освітою мінімальний стаж – 6 місяців;
- для ЕТП, що закінчили спеціалізовані ПТУ, мінімальний стаж – 12 місяців.

Стаж роботи та група з електробезпеки в електроустановках до 1000 В не враховується під час визначення мінімального стажу в електроустановках понад 1 кВ.

Працівнику, який пройшов перевірку знань Правил, комісія видає посвідчення встановленої форми, яке він зобов'язаний мати при собі під час роботи. У разі відсутності посвідчення або після закінчення терміну чергової перевірки знань працівник до роботи не допускається.

Посвідчення про перевірку знань є документом, який засвідчує право працівника на роботу в електроустановках на зазначеній у посвідченні посаді чи за фахом.

Посвідчення підлягає заміні у випадку:

- зміни працівником посади;
- за відсутності місця для записів.

Посвідчення вилучається:

- комісією з перевірки знань – у разі незадовільних знань, показаних працівником;
- керівником структурного підрозділу – у разі закінчення терміну дії медичного огляду.

Працівники, зайняті виконанням спеціальних видів робіт, до яких висуваються додаткові вимоги безпеки, мають бути навчені безпечному виконанню таких робіт. Якщо ЕТП одночасно з перевіркою знання Правил пройшов перевірку знань на право виконання

спеціальних робіт, то про це робиться відповідний запис у журналі протоколів і в посвідченні з перевірки знань.

Після перевірки знань з електробезпеки та Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів кожен ЕТП із числа оперативних чи оперативно-ремонтних працівників повинен пройти стажування на робочому місці (дублювання) тривалістю не менше 2-х тижнів під керівництвом досвідченого працівника, після чого він може бути допущений до самостійної оперативної роботи. Допуск до стажування і до самостійної роботи здійснюється розпорядженням по підприємству.

Позачергова перевірка знань ЕТП з електробезпеки та технології виконання робіт проводиться у таких випадках:

- якщо працівник допустив порушення Правил;
- якщо працівник показав незадовільні знання під час чергової перевірки. Така позачергова перевірка проводиться в терміни, встановлені комісією, але не раніше ніж через один місяць. Необхідність і терміни продовження дії посвідчення визначаються комісією. Не допускається до роботи в електроустановках працівник, який під час третьої перевірки показав незадовільні знання;
- у разі введення в дію нової редакції Правил;
- вимог органів Держпраці чи Держенергонагляду;
- перерви в роботі на даній посаді понад шість місяців;
- переходу на іншу роботу (посаду), пов'язану з обслуговуванням електроустановок.

У разі переходу працівника на інше підприємство чи на іншу роботу (посаду) в межах одного підприємства або коли перерва в роботі менше одного року, йому, за успішної перевірки знань, рішенням комісії може бути надана та ж сама група.

Працівники, що припустилися порушень Правил, без позачергової перевірки знань до робіт в електроустановках не допускаються.

Позачергова перевірка знань не відміняє чергової. Відповідальність за своєчасну перевірку знань у не електротехнічних праців-

ників та ЕТП несе керівник цеху, дільниці, де працюють ці працівники.

Систематичну роботу з ЕТП організовує і особисто контролює особа, відповідальна за електрогосподарство підприємства, цеху. Для цього вона організовує:

- курсове (групове, індивідуальне) навчання з підвищення кваліфікації;
- вивчення Правил, вказаних вище;
- проведення протиаварійних тренувань на робочих місцях для швидкого попередження та ліквідації неполадок і аварій в електрообладнанні;
- щоквартальний інструктаж ЕТП з питань охорони праці.

Обов'язки, завдання та права відповідальної за електрогосподарство особи визначаються посадовою інструкцією.

2.5. Організаційні заходи, що забезпечують працівників під час роботи

2.5.1. Перелік основних організаційних заходів. Роботи в електроустановках щодо їх організації поділяються на такі, що виконуються:

- за нарядом-допуском (далі – наряд);
- за розпорядженням;
- у порядку поточної експлуатації.

Організаційні заходи, що забезпечують працівників під час виконання робіт в електроустановках підрозділяються на довготривалі та такі, що діють на період виконання певних робіт. Довготривалі заходи складаються на рік і підлягають щорічному перегляду.

До довготривалих організаційних заходів належать:

А) затвердження переліків робіт, що виконуються за нарядами, за розпорядженнями та в порядку поточної експлуатації;

Б) призначення осіб, відповідальних за безпечне виконання робіт.

До організаційних заходів, що діють на період виконання робіт за нарядом чи розпорядженням, належать:

- ✓ оформлення робіт нарядом чи розпорядженням;
- ✓ підготовка робочих місць;
- ✓ допуск до роботи;
- ✓ нагляд під час виконання робіт;
- ✓ переведення на інше робоче місце;
- ✓ оформлення перерв у роботі та її закінчення.

Організаційними заходами, які забезпечують безпеку робіт у порядку поточної експлуатації, є:

- визначення необхідності і можливості безпечного виконання робіт у порядку поточної експлуатації;
- складання і затвердження переліку робіт, що виконуються в порядку поточної експлуатації відповідно до місцевих умов;
- призначення виконавців (виконавця) робіт з групою з електробезпеки відповідно до робіт, що виконуються.

Переліки робіт, що виконуються за нарядами, розпорядженнями та в порядку поточної експлуатації складає відповідальний за електрогосподарство працівник і затверджує керівник підприємства. Це можуть бути три окремих переліки або ж один перелік з трьома розділами залежно від складності електроустановок.

Віднесення робіт до того чи іншого переліку залежить від місцевих умов експлуатації конкретних електроустановок та вимог Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

2.5.2. Працівники, відповідальні за безпеку робіт. Призначення осіб, відповідальних за безпечне виконання робіт, оформляється відповідальним за електрогосподарство у вигляді списку і подається на затвердження керівнику підприємства. Працівниками, відповідальними за безпеку робіт, що виконуються в електроустановках, є:

- працівник, який видає наряд, розпорядження;
- працівник, який дає дозвіл на підготовку робочого місця, допуск до роботи;
- працівник, який готує робоче місце;

- працівник, який допускає до роботи (далі – допускач);
- керівник робіт;
- працівник, який наглядає за безпечним виконанням робіт (далі – наглядач);
- члени бригади.

Працівник, який видає наряд, розпорядження, встановлює можливість безпечного виконання роботи, він відповідає за достатність і правильність зазначених у наряді заходів безпеки, за якісний і кількісний склад бригади і призначення працівників, відповідальних за безпечне виконання робіт, а також за відповідність груп з електробезпеки працівників, які зазначені в наряді, роботі, що виконується. Він зобов'язаний у випадках, передбачених Правилами, визначити зміст рядків наряду «Окремі вказівки».

Право видачі нарядів та розпоряджень надається адміністративно-технічним працівникам підприємства, які мають групу V в електроустановках понад 1 кВ та групу IV – в електроустановках до 1 кВ.

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

Працівник, який дає дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск, несе відповідальність за достатність передбачених для виконання робіт заходів з вимкнення та заземлення устаткування і можливість їх здійснення, а також за координацію часу і місця роботи бригад, що допускаються до роботи. Давати дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск до роботи мають право оперативні працівники з групою V в електроустановках понад 1 кВ і з групою IV – в електроустановках до 1 кВ.

Працівник, який готує робоче місце, відповідає за правильне виконання заходів щодо підготовки робочих місць, вказаних у наряді, а також тих, що вимагаються умовами роботи (встановлення замків, плакатів, огорож). Готувати робочі місця мають право чер-

гові або оперативні працівники, які допущені до оперативних перемикань у даній електроустановці.

Допускач відповідає за правильність і достатність вжитих заходів безпеки та їх відповідність характеру і місцю роботи, зазначених у наряді, за правильний допуск до роботи, а також за повноту та якість проведеного ним інструктажу. Допускачами призначаються оперативні або оперативно-ремонтні працівники, які мають групу IV в електроустановках понад 1 кВ і групу III – в електроустановках до 1 кВ.

Керівник робіт відповідає за наступне:

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

Керівник робіт повинен здійснювати постійний нагляд за членами бригади і відстороняти від роботи членів бригади, які порушують вимоги Правил, а також не допускати до роботи тих, хто перебуває у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння, або хворих.

Керівник робіт повинен мати групу IV з електробезпеки під час виконання робіт в електроустановках понад 1 кВ і III групу – в електроустановках до 1 кВ.

Наглядач призначається для нагляду за бригадами будівельних робітників, різноробочих, такелажників та інших неелектротехнічних працівників під час виконання ними робіт в електроустановках за нарядами та розпорядженнями. Наглядач за електротехнічними працівниками, у тому числі і відрядженими, призначається у випадку виконання робіт в електроустановках з особливо небезпеч-

ними умовами, які визначає відповідальний за електрогосподарство працівник.

Наглядач контролює наявність встановлених на місці роботи заземлень, огорож, плакатів, запірних пристроїв та відповідає за безпеку членів бригади від ураження електричним струмом. Наглядачу забороняється поєднувати нагляд із виконанням будь-якої іншої роботи і залишати бригаду без нагляду під час роботи. Наглядачами призначаються електротехнічні працівники, які мають III групу з електробезпеки.

Допускається суміщення обов'язків відповідальних працівників згідно з таблицею 2.1. У разі суміщення обов'язків відповідальний працівник повинен мати групу з електробезпеки не нижче тієї, яка вимагається для працівників, обов'язки котрих він суміщує.

Таблиця 2.1 – Суміщення обов'язків відповідальних працівників

Відповідальний працівник	Обов'язки, які суміщаються
Працівник, який видає наряд	керівник робіт; допускач в ЕУ без місцевих чергових працівників.
Допускач	працівник, який готує робоче місце; керівник робіт; член бригади.
Керівник робіт	працівник, який готує робоче місце; допускач в ЕУ без місцевих чергових працівників.

2.5.3. Порядок видачі та оформлення наряду. Наряд – це письмове завдання на виконання певної роботи в електроустановках, оформлене на бланку спеціальної форми.

Наряд на роботу виписується в двох примірниках за умови дотримання чіткості та ясності записів в обох примірниках. Запов-

нення наряду олівцем, виправлення та перекреслення написаного тексту не допускається

Наряд передається оперативному працівнику або працівнику, який готує робоче місце в електроустановках без місцевих чергових працівників, перед початком підготовки робочого місця.

Допускається передача наряду по телефону працівником, який видає наряд, керівнику робіт або старшому в зміні оперативному працівнику зазначеної в наряді електроустановки. У цьому разі наряд заповнюється в трьох примірниках: один примірник заповнює працівник, який видає наряд, а два – працівник, який приймає його по телефону.

Наряд виписують на одного керівника робіт (наглядача) з однією бригадою. На руки керівнику робіт видається тільки один наряд. На однотипні роботи, які виконуються без зняття напруги однією бригадою, може бути виданий один спільний наряд для виконання їх в порядку черги на кількох розподільних устаканувань (РУ), в одному або різних РУ, у різних приміщеннях підстанцій. Оформлення переведення з одного робочого місця на інше вимагається тільки в разі переходу з одного РУ на інше, з одного поверху РУ на інший.

В електроустановках, де напруга знята з усіх струмопровідних частин, у тому числі й із введів ПЛ та КЛ, і замкнутий вхід до суміжної електроустановки (збірки та щити до 1000 В можуть залишатися під напругою) допускається видавати один наряд для одночасної роботи на всіх електроустановках.

У разі розширення робочого місця чи зміни кількості робочих місць, а також у разі заміни керівника робіт, зміни складу бригади більше ніж на половину, має бути виданий новий наряд.

Наряд видається на термін не більше ніж 15 календарних днів від дня початку роботи і може бути продовжений один раз на термін не більше 15 календарних днів від дня продовження. Продовжити наряд може працівник, який видав його, або інший працівник, який має право видавати наряди на роботи в даній електроустановці.

Система нумерації нарядів, порядок їх реєстрації і зберігання встановлюються письмовим розпорядженням особи, відповідальної за електрогосподарство.

Наряди, роботи за якими закінчені повністю, зберігаються протягом 30 діб.

Чисельність бригади та її склад з урахуванням кваліфікації і груп з електробезпеки працівників визначає працівник, який видає наряд (розпорядження) виходячи із складності роботи, умов її виконання, а також забезпечення можливості повноцінного нагляду за безпечним виконанням робіт усіма членами бригади з боку керівника робіт (наглядача).

Оперативні працівники під час чергування з дозволу вищестоящего оперативного працівника можуть залучатись до участі в роботі ремонтної бригади без включення в наряд, із записом в оперативному журналі після цільового інструктажу і підпису особи, яку інструктували.

Під час робіт за нарядом бригада повинна складатися не менше ніж із двох працівників, враховуючи керівника робіт. До складу бригади допускається включати одного працівника з I групою з електробезпеки на кожного працівника з III групою, але загальна кількість членів бригади з I групою має бути не більше двох.

Змінювати склад бригади дозволяється працівнику, який видав наряд, або іншому працівнику, який має право видачі нарядів в даній електроустановці. Вказівки про зміни складу бригади можуть бути передані по телефону керівнику робіт або допускачу, який у наряді за своїм підписом записує прізвище та ініціали працівника, який дав вказівку про зміну. Керівник робіт зобов'язаний проінструктувати введених до складу бригади працівників про заходи щодо безпечного виконання робіт.

2.5.4. Підготовка робочого місця і допуск до виконання робіт. Підготовка робочих місць і допуск можуть проводитися тільки з дозволу оперативних працівників, а на підприємствах, де таких немає, – з дозволу працівника, який видав наряд чи розпорядження за узгодженням з особою, відповідальною за електрогосподарство.

Забороняється змінювати передбачені нарядом (розпорядженням) заходи з підготовки робочих місць. У разі виникнення сумніву щодо достатності і правильності цих заходів і можливості безпечного виконання роботи ця підготовка має бути припинена.

Підготовку робочих місць, як правило, виконують два працівники, які мають право на оперативні перемикання в даній електроустановці. Дозволяється виконувати підготовку робочого місця керівнику робіт з одним із членів бригади, якщо вони мають право на оперативні перемикання в даній електроустановці. Підготовку робочого місця може виконувати один працівник, крім встановлення переносних заземлень в електроустановках понад 1000 В і виконання перемикань на двох і більше електроустановках, що не мають діючих пристроїв блокування роз'єднувачів від неправильних дій.

Допускач разом з керівником робіт повинні перевірити виконання технічних заходів з підготовки робочого місця. Якщо керівник робіт суміщає обов'язки допускача, то таку перевірку він здійснює разом з одним із членів бригади, який має III групу з електробезпеки.

Допуск до роботи за нарядами та розпорядженнями слід провадити безпосередньо на робочому місці. Допуск проводиться після перевірки виконання технічних заходів з підготовки робочого місця.

У цьому разі допускач повинен:

- перевірити, чи відповідає склад бригади зазначеному в наряді або розпорядженні, та наявність у членів бригади посвідчень про перевірку знань;
- провести інструктаж: ознайомити бригаду зі змістом наряду (розпорядження);
- зазначити межі робочого місця і підходи до нього;
- показати найближче до робочого місця устаткування та струмопровідні частини приєднань, що ремонтуються, та суміжних, до яких забороняється наближатися, незалежно від того, чи перебувають вони під напругою, чи ні;
- довести бригаді, що напруга відсутня, шляхом показом вста-

новлених заземлень та перевіркою відсутності напруги, якщо заземлення не видно з робочого місця, а в електроустановках 35 кВ і нижче (де дозволяє конструктивне виконання) – з наступним дотиком рукою до струмопровідних частин, після перевірки відсутності напруги.

Після інструктажу бригаду повинен проінструктувати керівник робіт щодо безпечного виконання робіт, використання інструменту, пристосувань, механізмів і вантажопідіймальних машин. Без цільового інструктажу допуск бригади до роботи забороняється.

Проведення інструктажів і допуску оформляється підписами допускателя і керівника робіт (наглядача) із зазначенням дати і часу.

Допуск оформляється в обох примірниках наряду, з яких один залишається у керівника робіт (наглядача), а другий – у допускателя. Якщо керівник робіт суміщає обов'язки допускателя, допуск оформляють в одному примірнику наряду. При роботі за розпорядженням час допуску реєструють у журналі обліку робіт за нарядами і розпорядженнями.

2.5.5. Нагляд під час виконання робіт за нарядом. З моменту допуску бригади до робіт нагляд за нею, з метою запобігання порушень вимог правил безпеки, покладається на керівника робіт або наглядача.

Керівник робіт або наглядач повинні весь час перебувати на місці робіт, у міру можливості на тій ділянці, де виконується найвідповідальніша і травмонебезпечна робота. Наглядачеві забороняється поєднувати нагляд з виконанням будь-якої іншої роботи.

З дозволу керівника робіт можливе тимчасове залишення робочого місця одним або декількома членами бригади за умови, що на робочому місці залишається не менше двох працівників, включаючи і керівника робіт. Члени бригади з групою III з електробезпеки можуть виходити чи повертатися на робоче місце самостійно. Члени бригади з групою II і I - тільки у супроводі члена бригади з групою III, або особи, яка має право одноосібного огляду електроустановок. Члени бригади, які повернулися, можуть приступити до роботи лише з дозволу керівника робіт. Під час короточасних від-

лучень членів бригади виводити їх з наряду не вимагається. До їх повернення керівнику робіт (наглядачеві) забороняється залишати робоче місце, якщо приміщення, де розташована електроустановка, не можна замкнути на замок.

Залишатися в закритих і відкритих РУ одному керівнику робіт або членам бригади без керівника не дозволяється, за винятком таких випадків:

- у разі необхідності за умовами виконання роботи (наприклад, регулювання вимикачів чи роз'єднувачів, приводи яких винесені в інше приміщення тощо), одночасного перебування одного чи кілька працівників з групою ІІІ зі складу бригади в різних приміщеннях, на різних робочих місцях однієї електроустановки. Членів бригади, які працюють окремо від керівника робіт, останній повинен привести на їх робоче місце і дати необхідні вказівки щодо безпечного виконання робіт;

- у випадку виконання робіт однією бригадою на різних електроустановках (перевірка диференціального захисту шин, кіл блокування роз'єднувачів з вимикачами тощо). На такі роботи може бути виписаний один наряд для їх одночасного виконання на різних електроустановках або, залежно від характеру робіт, наряд з переведенням з однієї електроустановки на іншу та з оформленням переведення в загальному порядку. У РУ, з яких знято напругу, можна залишатися на робочому місці і продовжувати роботу одному працівнику зі складу бригади.

У разі необхідності відлучитися керівник робіт (наглядач), якщо на цей час його не може замінити працівник, який видав наряд, або оперативний працівник, зобов'язаний вивести бригаду з РУ і замкнути за собою двері та оформити перерву в наряді. У разі вимушеної заміни чи тимчасової відсутності керівника робіт (наглядача) наряд передається працівнику, який його змінив.

Працівник, який видав наряд, і оперативні працівники повинні періодично перевіряти дотримання членами бригади правил безпеки. У разі виявлення порушень або інших обставин, що загрожують безпеці працівників, у керівника робіт вилучається наряд, і бри-

гада виводиться з місця роботи, наряд закривається. Після усунення порушень бригада знову може бути допущена до роботи в загальному порядку з оформленням допуску в наряді.

Якщо порушення правил безпеки було допущено одним із членів бригади, то він має бути відсторонений від роботи.

Розподілення членів бригади по різних робочих місцях допускається у випадках, коли наряд виданий для одночасного виконання робіт на різних робочих місцях.

Під час перерв у роботі протягом робочого дня (на обід чи за умовами виконання робіт) бригада у повному складі виводиться з робочого місця. Двері приміщень РУ і огорож електроустановки замикаються на замок. Наряд залишається у керівника робіт (наглядача). Плакати, огорожі, заземлення залишаються на місці.

Члени бригади не мають права повертатися на робоче місце за відсутності керівника робіт (наглядача). Допуск бригади до роботи після такої перерви здійснюється керівником робіт без оформлення у наряді.

Під час перерв у роботі, викликаних закінченням робочого дня, бригада виводиться з робочого місця (РУ, електроустановки, ПЛ), двері приміщень РУ та огорожі електроустановки замикаються на замок. Плакати, огорожі, заземлення залишаються на місці. Закінчення роботи кожного дня оформляється в таблиці наряду «Щоденний допуск до роботи і її закінчення» підписом керівника робіт (наглядача).

Керівник робіт (наглядач) здає наряд оперативному працівнику, а за його відсутності залишає наряд у папці діючих нарядів. В електроустановках без місцевих оперативних працівників керівнику робіт (наглядачеві) дозволяється після закінчення робочого дня залишати наряд у себе.

Повторний допуск у наступні дні на підготовлене робоче місце здійснює допускач. У цьому разі дозволу від старшого в зміні оперативного працівника не вимагається. Керівник робіт (наглядач) може самостійно допускати бригаду до роботи на підготовлене ро-

боче місце за таких умов: із дозволу допускача і якщо йому це доручено записом в рядку наряду «Окремі вказівки».

Перед повторним допуском бригади на робоче місце керівник робіт (наглядач) повинен упевнитися в наявності необхідних заземлень, огорож, плакатів тощо. Повторний допуск, здійснений черговим або оперативно-ремонтним працівником, оформлюється в обох примірниках наряду, а допуск, що проводиться керівником робіт (наглядачем) – тільки в своєму примірнику наряду.

Пробне вмикання електроустаткування на робочу напругу до повного закінчення роботи може бути зроблено після виконання таких умов:

- бригада виведена з робочого місця;
- наряд з оформленою перервою зданий черговому допускачеві;
- тимчасові огорожі, заземлення, плакати зняті, а постійні огорожі встановлені на місце. Ці операції, як правило, виконуються оперативними працівниками. Дозвіл на тимчасове зняття і наступне встановлення заземлень оформлюється в наряді в рядку «Окремі вказівки»;

- отримано дозвіл на пробне вмикання від чергового або адміністративно-технічного працівника, який має право видавати розпорядження з питань оперативного обслуговування даної електроустановки. Підготовка робочого місця і допуск бригади до роботи після пробного вмикання та наступного дня виконуються в звичайному порядку – як у випадку первинного допуску, з оформленням допуску, що надано у додатку 1 «Форма наряду-допуску для виконання робіт в електроустановках».

Оперативний працівник до повернення керівником робіт, наряду з відміткою про повне закінчення робіт не має права вмикати виведене в ремонт електроустаткування або вносити до схеми зміни, що впливають на умови виконання робіт.

В аварійних випадках оперативний працівник може вмикати електрообладнання за відсутності бригади на робочому місці до повернення наряду лише за дотримання таких умов:

- тимчасові огорожі, заземлення і плакати зняті, а стаціонарні

огородження поставлені на місце, при цьому плакати «Працювати тут» мають бути замінені плакатами «Стій! Напруга»;

- до прибуття керівника робіт і повернення ним наряду в місцях проведення роботи мають бути розставлені люди, які зобов'язані попереджувати як керівника робіт, так і членів бригади про те, що електроустановка ввімкнена і поновлення робіт неприпустиме.

В електроустановках до 1 кВ переведення на інше робоче місце здійснюється керівником робіт без оформлення в наряді.

Під час робіт в електроустановках без зняття напруги на струмопровідних частинах оформлення допуску на інше робоче місце вимагається тільки в разі переведення бригади з ВРУ однієї напруги до ВРУ іншої напруги або з одного приміщення ЗРУ в інше.

В усіх електроустановках під час виконання робіт за розпорядженням оформлення переведення на інше робоче місце не вимагається.

Після повного закінчення робіт робоче місце приводиться до належного стану. Послідовно виконуються:

- виведення бригади з робочого місця;
- зняття тимчасових огорож і плакатів;
- зняття заземлень;
- встановлення на місце стаціонарних огорож і плакатів, зняття огорож і плакатів, вивішених перед початком робіт;
- закриття на замки дверей, приміщень.

Наряд може бути закритим лише після огляду устаткування і місць роботи, перевірки відсутності людей, сторонніх предметів, інструменту на робочих місцях і у разі надання належної чистоти.

Закриття наряду оформлюється керівником робіт записом у наряді та в «Журналі обліку робіт за нарядами і розпорядженнями».

Контроль за правильністю оформлення нарядів здійснюється працівниками, які видали їх, та керівними електротехнічними працівниками періодично, вибірковою перевіркою.

2.5.6. Виконання робіт за розпорядженнями та в порядку поточної експлуатації. Розпорядження про виконання робіт має разовий характер. Термін його дії визначається тривалістю робочо-

го дня виконавців. За необхідності продовження роботи, у разі зміни її умов або складу бригади, розпорядження віддається заново.

Працівник, який віддав розпорядження, призначає керівника робіт (наглядача), членів бригади, визначає можливість безпечного виконання робіт, необхідні для цього організаційні та технічні заходи.

Розпорядження віддається записом у «Журнал обліку робіт за нарядами і розпорядженнями», де вказується:

- ким віддане розпорядження;
- зміст і місце роботи;
- заходи безпеки;
- час виконання роботи;
- прізвища, ініціали робітників групи з електробезпеки, керівника робіт (наглядача) і всіх членів бригади.

Зміна складу бригади, що працює за розпорядженням, у процесі роботи забороняється.

Розпорядження про роботу віддається керівнику робіт і допускачеві або тому, хто дає дозвіл на підготовку робочого місця і на допуск. В електроустановках без місцевих чергових працівників у випадках, коли допуск до роботи не вимагається, розпорядження може бути віддане безпосередньо працівнику, який виконує роботу. Керівник робіт (наглядач) з моменту отримання дозволу на виконання робіт за розпорядженням здійснює нагляд за працівниками, які входять до складу бригади, щодо дотримання ними правил безпеки.

Після закінчення робіт керівник робіт має вивести бригаду з місця роботи, перевірити робоче місце і повідомити про це працівнику, який віддав розпорядження.

Закінчення робіт оформляється у «Журналі обліку робіт за нарядами і розпорядженнями».

У порядку поточної експлуатації виконуються ті види робіт, які зазначені в затвердженому керівником підприємства переліку. Ці роботи є постійно дозволеними роботами, для виконання яких не вимагається оформлення будь-яких додаткових розпоряджень.

У порядку поточної експлуатації без зняття напруги можуть виконуватися такі роботи:

- прибирання коридорів та службових приміщень закритого розподільчого устаткування до постійної огорожі, приміщень щитів керування, у тому числі прибирання за панелями релейної, вимірювальної та іншої апаратури (може виконувати один працівник з групою II);

- прибирання та впорядкування території ВРУ, скошування трави, очищення від снігу доріг і проходів, проїзд на територію ВРУ автотранспорту, транспортування вантажів, їх розвантажування та завантажування тощо;

- догляд за щітками електродвигунів та їх заміна;
- догляд за кільцями і колекторами електричних машин;
- відновлення написів на кожухах устаткування та огорожах;
- ремонт апаратури телефонного зв'язку;
- ремонт освітлювальної апаратури і заміна ламп, розташованих поза камерою та комірками (у разі зняття напруги на ділянці освітлювальної мережі, на якій виконуються ці роботи).

У порядку поточної експлуатації можуть виконуватися роботи із зняттям напруги в електроустановках напругою до 1 кВ:

- ремонт магнітних пускачів, пускових кнопок, автоматичних вимикачів, рубильників, реостатів, контакторів та аналогічної пускової ремонт окремо розташованих магнітних станцій і блоків керування;

- заміна запобіжників;
- ремонт освітлювальної проводки;
- роботи, що виконуються в електроустановках з одностороннім живленням;

- ремонт окремих електроприймачів (електродвигунів, електрокалориферів тощо).

Обслуговування установок зовнішнього і внутрішнього освітлення, а також електроприймачів, приєднаних до групових ліній із захисними апаратами на номінальні струми до 20 А, на території підприємства, у службових та житлових приміщеннях, складах,

майстернях тощо може виконуватися спеціально закріпленими працівниками в порядку поточної експлуатації з повідомленням про місце, початок і закінчення робіт оперативному або адміністративно-технічному працівникові.

Умикати електроустановку після закінчення робіт можна лише після отримання на це дозволу оперативного працівника або працівника, який має право віддавати розпорядження на оперативне обслуговування даної електроустановки.

Дозвіл на вмикання електроустановки в роботу може бути виданий тільки після одержання повідомлень від усіх допускачів і керівників робіт про повне закінчення ними робіт на даній електроустановці. Оперативні або оперативно-ремонтні працівники, які працюють у зміні і допущені до оперативного керування і оперативних перемикачів, одержавши дозвіл на вмикання електроустановки після повного закінчення робіт, повинні перед вмиканням встановити або впевнитися у відновленні постійних огорож.

Право на ввімкнення електроустановки після повного закінчення робіт може бути надано допускачеві із складу оперативно-ремонтних працівників. Надання права на таке ввімкнення має бути записане в рядку наряду «Окремі вказівки». Право на таке ввімкнення може бути надане тільки в тому разі, коли до робіт на даній електроустановці, ПЛ, КЛ чи її ділянці не допущені інші бригади.

2.7. Опосвідчення електроустановок споживачів

Опосвідчення електроустановок – офіційне визначення стану безпеки і умов подальшої безпечної експлуатації електроустановок.

Опосвідчення електроустановок проводиться з метою перевірки:

- відповідності фактичного стану безпеки електроустановок вимогам нормативних документів (визначення технічного стану);
- відповідності умов експлуатації вимогам безпеки;
- наявності та стану документації;
- визначення електроустановок, що вичерпали свій технічний

ресурс.

Опосвідчення стану безпеки електроустановок проводиться комісією підприємства (установи, організації) у складі:

- керівника (головного інженера) – голови комісії;
- керівника енергетичної служби (особи, відповідальної за електрогосподарство);
- керівника служби охорони праці.

Опосвідчення може проводитись одночасно для всіх електроустановок підприємства або для електроустановок окремих господарських ділянок. Проведення профілактичних випробувань та вимірювань в електроустановках під час опосвідчення є обов'язковим, якщо термін їх виконання настав чи закінчився на час опосвідчення.

У разі відсутності на підприємстві (у власника) кваліфікованих спеціалістів, до складу комісії можуть залучатися спеціалісти інших підприємств.

За результатами обстеження електроустановок, згідно з «Критеріями перевірки безпеки електроустановок», складається «Протокол перевірки стану безпеки електроустановок», який завіряється підписом відповідальної за електрогосподарство особи. Виявлені під час обстеження невідповідності (порушення) з посиланням на пункти вимог нормативних документів зазначаються у відповідній колонці протоколу.

На підставі протоколу комісією складається акт опосвідчення стану безпеки електроустановок за формою, наведеною в Правилах. В акті подаються заходи щодо усунення виявлених і наведених в протоколі порушень вимог нормативних документів із зазначенням термінів усунення порушень та відповідальних за це осіб. Якщо в процесі опосвідчення комісією виявлені електроустановки, що вичерпали свій технічний ресурс, то до акту додається «Перелік електроустановок, що вичерпали свій ресурс» про що в кінці акту, як продовження висновків комісії, робиться відповідний запис (наприклад: «Перелік електроустановок, що вичерпали свій ресурс, додається окремо»). Якщо ж таких електроустановок не виявлено, то в

кінці акту роблять такий запис: «Електроустановок, що вичерпали свій технічний ресурс, не виявлено».

Акт підписує комісія, яка проводила опосвідчення, та затверджує керівник підприємства (власник). Акти опосвідчення стану безпеки електроустановок реєструються та зберігаються на підприємстві (у власника).

Копії актів направляються: територіальному органу Держпраці; територіальному органу Держенергонагляду; відділу охорони праці Держадміністрації.

Періодичність опосвідчення електроустановок встановлена 1 раз на 3 роки.

Позачергове опосвідчення електроустановок повинно бути вмотивованим і проводиться за вимогами та участю наглядових органів Держпраці у випадку істотного зростання електротравматизму, наявності категорійних аварій та в інших обґрунтованих випадках.

Електроустановки, які вичерпали свій технічний ресурс, визначаються за даними підприємства-виробника, що наведені в експлуатаційній документації на електроустановку, або ж за нормами амортизаційних відрахувань.

Електроустановки, що вичерпали свій технічний ресурс, підлягають експертизі. Експертиза електроустановок – офіційне підтвердження фактичних значень параметрів безпеки, їх відповідності вимогам нормативної документації та визначення можливості безпечної експлуатації. Експертиза електроустановок проводиться з метою визначення їх технічного стану, установлення можливості, доцільності, умов і терміну подальшої їх безпечної експлуатації, а також установлення потреби проведення ремонту, модернізації, реконструкції або заміни.

Експертиза електроустановок здійснюється експертно-технічними центрами Держпраці України або спеціальними організаціями, уповноваженими на те Держпраці. Обсяг та вартість робіт із проведення експертизи визначається на підставі договору.

Контрольні запитання

1. Обов'язки особи, відповідальної за експлуатацію, електроустановок споживачів.
2. Установка заземлення. Зберігання та облік заземлення.
3. Організація безпечної експлуатації електроустановок.
4. Організація роботи відряджених працівників.
5. Вимоги до працівників, які здійснюють оперативне обслуговування електроустановок.
6. Виконання робіт в електроустановках.
7. Виконання робіт із запобігання аваріям. Короткочасні роботи.
8. Організаційні заходи, що забезпечують безпеку робіт в електроустановках.
9. Вимоги до робіт із застосуванням переносних електричних світильників.
10. Роботи, що виконуються за нарядом-допуском, розпорядженням і в порядку поточної експлуатації.
11. Порядок видачі та оформлення наряду-допуску. Склад бригади, що працює за нарядом.
12. Роботи на комутаційних апаратах і розподільчих пристроях.
13. Підготовка робочого місця і допуск до виконання робіт.
14. Нагляд під час виконання робіт за нарядом. Оформлення перерв у роботі.
15. Переведення бригади на нове місце роботи.
16. Закінчення робіт. Закриття наряду-допуску. Виконання робіт, що виконуються за розпорядженням і в порядку поточної експлуатації.
17. Порядок випробування електричної міцності ізоляції переносного електроінструменту.

Розділ 3

РОЗРАХУНКИ ЗАХОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК СПОЖИВАЧЕМ

Розрахунок заходів та способів з метою забезпечення безпечних умов праці при роботі з електроустановками є дуже важливим організаційним питанням з електробезпеки. В даному розділі приведення практичні завдання із вирішення питань: захисту працюючих при порушенні ізоляційних властивостей електроустановки, розрахунку заземлювальних пристроїв, захисту від статичної електрики та розробки організаційних заходів з електробезпеки на підприємствах, організаціях та установах.

Практичне заняття 3.1

Розрахунок напруги дотику та кроку, в наслідок ураження електричним струмом

Мета роботи. Провести розрахунки можливості ураження людини електричним струмом як наслідок дотику до електроустановки, а також знаходження в межах його розтікання.

Загальні положення. Безпосередні причини ураження людей електричним струмом:

- дотик до неізольованих струмопровідних частин електроустановок, які знаходяться під напругою, або до ізольованих при фактично пошкодженій ізоляції;
- дотик до неструмопровідних частин електроустановок або до електрично зв'язаних з ними металоконструкцій, які опинилися під напругою;
- дія напруги кроку;
- ураження через електричну дугу.

Тяжкість ураження людини у всіх перерахованих вище випадках визначається величиною струму, що проходить через її тіло. Величина струму через людину, в свою чергу, залежить від напруги, під яку потрапляє людина, від опору тіла людини, від опору ізоляції фазних проводів відносно землі, від ємнісної складової мережі, а також від конструкційних особливостей мережі живлення.

У реальній лінії електропередач (повітряній чи кабельній) опір ізоляції проводів відносно землі (r_{i3}) розподіляється по всій довжині ліній електропередач – опорні, підвісні, натяжні ізолятори, ізоляція кабелю. Чим більше протяжність лінії електропередач, тим менший загальний опір ізоляції проводів відносно землі. Необхідний опір ізоляції регламентується чинними нормативами і відповідно до ПУЕ. Ізоляція струмопроводних ліній електропередач виконується з діелектриків, питомий опір яких внаслідок старіння ізоляції з часом, частого зволоження, забруднення, нагрівання, дії агресивного середовища тощо знижується.

Кожна ділянка лінії електропередач, що знаходиться під напругою, крім опору ізоляції, має певну ємність відносно землі.

Ємнісна складова струму (C) через людину у разі потрапляння під напругу в розгалужених мережах може досягати небезпечних для людини значень. Наслідки ураження людини електричним струмом у випадку дотику її до металоконструкцій, які опинилися під напругою, залежать від конструкційних особливостей мережі живлення, а саме від кількості фаз і режиму нейтралі – ізольованої чи глухозаземленої.

Дотик може бути *одно-* або *двополюсним* у однофазних мережах або у мережах постійного струму та *одно-* або *двофазним* у трифазних мережах.

Однофазна мережа, ізольована від землі. В однофазній мережі, ізольованій від землі, за непошкодженої ізоляції (рис. 3.1) величина струму через тіло людини практично не залежить від опору тіла людини і визначається опором ізоляції проводу, до якого доторкнулась людина, відносно землі. Знехтувавши ємнісною складовою струму через людину ($C_1 = C_2 = 0$), та за умови, що $r_1 = r_2 = r_{i3}$, значення струму, що проходить через людину можна визначати як, А:

$$I_{\text{л}} = \frac{U}{2R_{\text{л}} + r_{i3}}, \quad (3.1)$$

де U – напруга мережі, В; $R_{\text{л}}$ – опір людини ($R_{\text{л}} = R_{\text{тіла}} + R_{\text{взуття}} + R_{\text{підлоги}}$), Ом; r_{i3} – опір ізоляції проводів 1 і 2 відносно землі, Ом.

У знаменнику $R_{\text{л}}$ при розрахунку струму через людину за несприятливих умов (відсутності ізолюючого взуття, підлоги) приймають як $R_{\text{тіла}}$ в

межах 10^3 Ом, а $r_{із}$ – відповідно до чинних нормативів на декілька порядків більше.

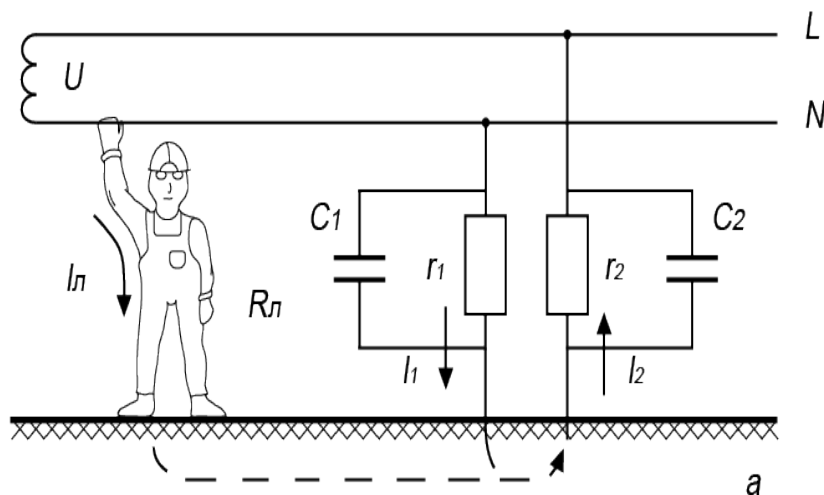


Рисунок 3.1 – Принципова схема включення людини під напругу в однофазній мережі, ізолюваній від землі в нормальному режимі роботи

У разі двополюсного дотику, струм, що проходить через людину, визначається за формулою, А

$$I_{л} = \frac{U}{R_T}, \quad (3.2)$$

де U – напруга мережі, В; R_T – опір тіла людини, Ом, $R_T = 1000$ Ом.

Трифазна мережа, ізолювана від землі. У разі дотику людини до фазного проводу трифазної мережі, ізолюваної від землі виникає мережа замикання на землю, більш розгалужена, ніж в однофазній. Основні елементи цієї мережі: фазний провід С – людина паралельно з опором ізоляції цього проводу відносно землі r_C – земля – опори ізоляції проводів А і В відносно землі r_A і r_B – фазні проводи А і В (рис. 3.2, а).

До цієї мережі прикладена лінійна напруга $U_{лн}$, а не фазна $U_{ф}$, як у однофазній мережі.

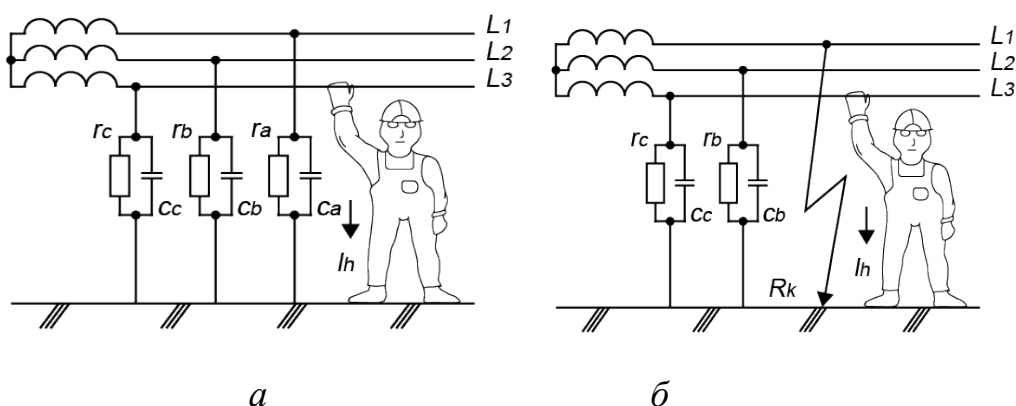


Рисунок 3.2 – Схема включення людини під напругу у випадку однофазного дотику в мережі з ізольованою нейтраллю:

а – нормальний режим роботи мережі (відсутність замикань на землю фазних проводів); б – аварійний режим роботи мережі

За рівності опорів ізоляції ($r_A = r_B = r_C = r_{i3}$) і ємностей ($C_A = C_B = C_C = C$) струм, що проходить через людину, визначиться виразом, А:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{л}} \sqrt{1 + r_{i3} \frac{(r_{i3} + 6R_{\text{л}})}{96R_{\text{л}}(1 + r_{i3}^2 \cdot \omega^2 \cdot C^2)}}}, \quad (3.3)$$

де U_{ϕ} – фазна напруга мережі, В; $R_{\text{л}}$ – опір людини, Ом; r_{i3} – опір ізоляції проводів А, В і С відносно землі, Ом, ω – кутова частота мережі, Гц ($\omega = 2\pi f$, де $f = 50$ Гц – частота промислового струму); C – ємність проводів відносно землі, Ф.

У випадку відсутності ємнісної складової струму, тобто коли $C_A = C_B = C_C = 0$ (що досить ймовірно для нерозгалужених повітряних мереж), за умови $r_A = r_B = r_C = r_{i3}$, величина струму, що проходить через людину, визначиться виразом,

$$I_{\text{л}} = \frac{3U_{\phi}}{3R_{\text{л}} + r_{i3}}, \quad (3.4)$$

де U_{ϕ} – фазна напруга мережі, В; $R_{\text{л}}$ – опір людини, Ом; r_{i3} – опір ізоляції проводів А, В і С відносно землі, Ом.

Порівнюючи вираз (3.1) для величини струму, що проходить через людину, в нормальному режимі роботи електроустановки в однофазній мережі і вираз (3.4), бачимо, що в трифазній мережі $I_{\text{л}}$ практично, в три рази більше.

У випадку однофазного дотику людини в аварійному режимі роботи мережі з ізольованою нейтраллю, тобто, коли один із фазних проводів замкнутий на землю (рис. 3.2, б), струм через людину визначається за формулою, А

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{л}}}{R_{\text{Т}}}, \quad (3.5)$$

де $U_{\text{л}}$ – лінійна напруга мережі, В; $R_{\text{Т}}$ – опір тіла людини.

Трифазна чотирипровідна мережа з глухозаземленою нейтраллю. Нейтраль вторинної обмотки трансформатора, від якого живиться така мережа, заземлена через $R_0 \ll R_{\text{л}}$. У випадку дотику людини до фазного проводу C утворюється мережа струму «фазний провід C – людина – земля – R_0 – фазний провід C », в якій всі елементи з'єднані послідовно.

Струм через людину у випадку однофазного дотику до фазного проводу за непошкодженої ізоляції інших фазних проводів (для рис. 3.2, а) визначиться виразом, А

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{л}} + R_0}, \quad (3.6)$$

де R_0 – опір заземлення, Ом.

У цій мережі найбільший опір має елемент «людина» – 1000 Ом. Опір інших елементів проходженню струму знаходиться в межах 10 Ом. Тому можна вважати, що людина попадає практично під фазну напругу ($U_{\text{дом}} = U_{\text{ф}}$), а величина струму залежить, в основному, від $R_{\text{л}}$.

Тому значення струму, що проходить через людину, у випадку її дотику до неізольованих струмопровідних частин, які знаходяться під напругою, в мережах із глухозаземленою нейтраллю має бути на два порядки більшим, ніж в мережах, ізольованих від землі за нормального стану ізоляції.

В аварійному режимі роботи мережі із глухозаземленою нейтраллю (рис. 3.3, б), струм, що проходить через людину у випадку її однофазного дотику визначиться за формулою, А

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{т}}}, \quad (3.7)$$

де $U_{\text{ф}}$ – фазна напруга мережі, В; $R_{\text{т}}$ – опір тіла людини.

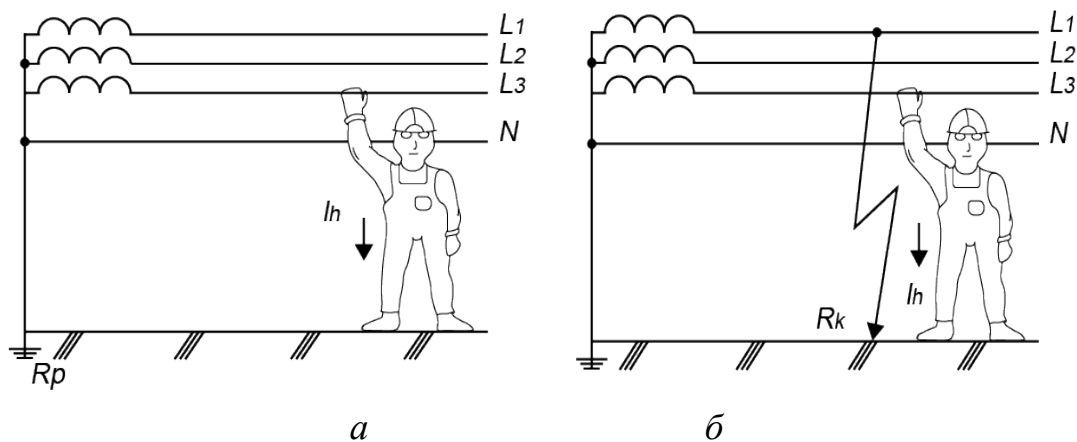


Рисунок 3.3 – Схема включення людини під напругу у випадку однофазного дотику в трифазній чотирипровідній мережі з глухозаземленою нейтраллю: *а* – нормальний режим роботи мережі (відсутність замикань на землю фазних проводів); *б* – аварійний режим роботи мережі

У випадку двофазного дотику людини незалежно від режиму нейтралі трансформатора (рис. 3.4) основна частина струму проходить шляхом «рука-рука».

Величина струму, який пройде через людину, визначиться виразом, А

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{л}}}{R_{\text{т}}}, \quad (3.8)$$

де $U_{\text{л}}$ – напруга мережі, В; $R_{\text{т}}$ – опір тіла людини.

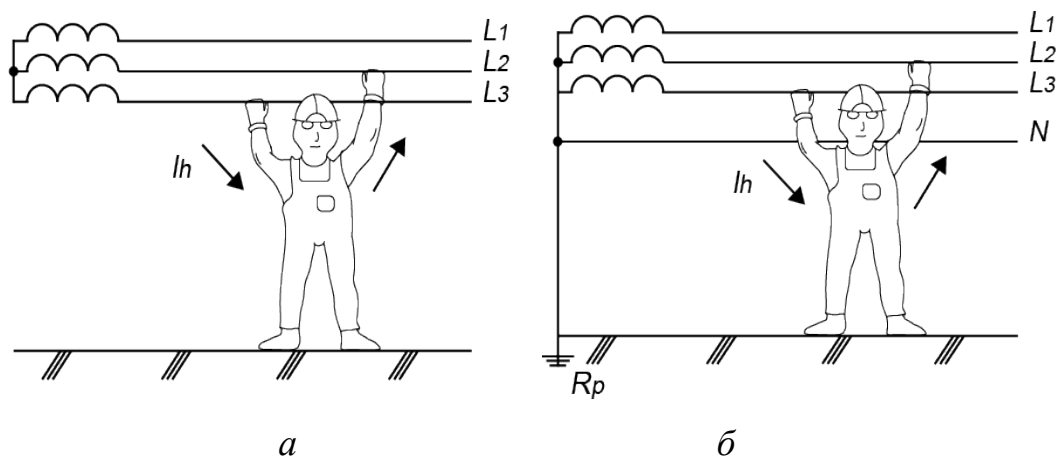


Рисунок 3.4 – Схема включення людини під напругу у випадку двофазного дотику в трифазній чотирипровідній мережі з глухозаземленою нейтраллю:

а – мережа з ізолюованою нейтраллю; б – мережа з глухозаземленою нейтраллю

На виробництві і в побуті найчастіше застосовуються мережі із *глухозаземленою нейтраллю*. І тільки в гірничодобувній промисловості і на торфорозробках, відповідно до вимог електробезпеки, обов'язковим є застосування мереж, ізолюованих від землі.

Такий підхід до вибору режиму нейтралі електричної мережі обумовлений такими обставинами:

- в умовах виробничих підприємств, громадських установ, житлового сектора і т. ін. забезпечення необхідного опору ізоляції у випадку застосування мереж, ізолюованих від землі, пов'язано з певними технічними і економічними проблемами;
- в мережах із глухозаземленою нейтраллю можливо забезпечити більш ефективний захист у випадку пошкодження ізоляції і переході напруги на неструмовідні частини електроустановок.

Непрямий дотик (напруга кроку). У випадку обриву проводів ліній електропередач і їх контактів із землею, пробой кабельних ліній на землю, замикання на неструмопровідні елементи електроустановок, що мають контакт з землею, доторкання людини, яка стоїть на землі, до струмопровідних частин під напругою тощо, земля стає елементом електричної мережі замикання на землю.

Коли струм проходить по землі, на її поверхні виникає специфічне поле потенціалів, характер якого визначається конструкцією заземлювача, властивостями ґрунту тощо.

Закон розподілу потенціалів на поверхні ґрунту залежить від геометричної форми електрода і для різних заземлювачів наведений у довідниках.

Для напівсферичного заземлювача, який знаходиться на поверхні землі (рис. 3.5) за умови однорідності і електричної ізотропності ґрунту можна вважати, що струм у всіх напрямках буде розтікатися рівномірно – як показано стрілками на рис. 3.5 б, і буде дорівнювати I_3 .

Розподіл потенціалів на поверхні землі навколо напівсферичного заземлювача відповідає рівнянню гіперболи, а значення потенціалів змінюється від свого максимального значення ϕ_3 до нуля при віддаленні від заземлювача (рис. 3.5 а, б).

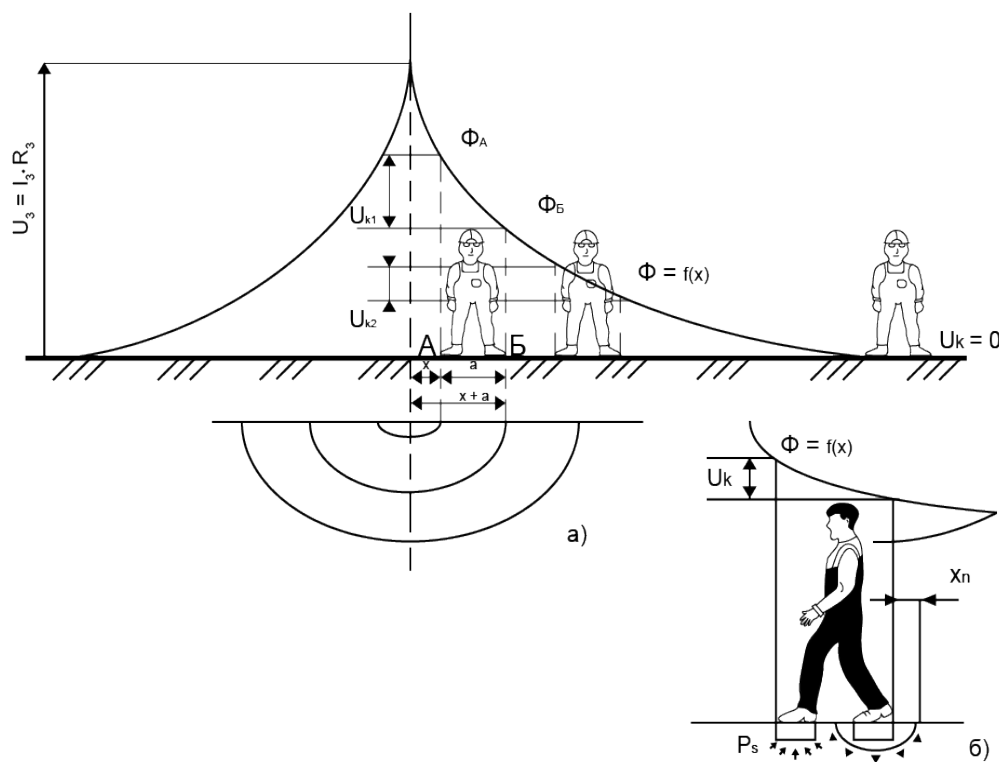


Рисунок 3.5 – Крокова напруга:

а) – загальна схема; б) – розтікання струму з опорної поверхні ніг людини.

Практично зона підвищених потенціалів на поверхні землі відносно її нульового потенціалу при замиканні на землю через напівсферичний заземлювач і однорідному ґрунті обмежується колом із радіусом близько 20 м. Переміщуючись в цій зоні, людина попадає під так звану **напругу кроку** – напругу між двома точками на поверхні землі, які знаходяться одна від одної на відстані кроку і на яких одночасно стоїть людина.

З наближенням до заземлювача величина крокової напруги зростає і при напрузі мережі живлення 0,4 кВ вона може бути небезпечною для людини. Тому «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» за наявності замикання на землю забороняють наближатися до місця замикання ближче 8 м поза приміщенням і 4 м – в приміщенні без застосування засобів захисту – діелектричні боти, калоші, суха дошка тощо.

У загальному вигляді значення напруги кроку може бути визначена як різниця між φ_x та φ_{x+a} , де a – величина кроку, м (0,8 м), відповідно до чого

$$U_k = I \frac{\rho}{2\pi \cdot x} - I \frac{\rho}{2\pi \cdot (x+a)} = I \frac{\rho \cdot a}{2\pi \cdot (x+a)}, \quad (3.9)$$

тобто величина напруги кроку (U_k) пропорційна силі струму (I) замикання на землю, питомому опору провідника (ρ) та величині кроку (a) і обернено пропорційна відстані від заземлювача.

У цілому, заходи захисту людини від дії напруги кроку зводяться до розірвання мережі струму через людину по петлі «нога-нога», або до різкого збільшення опору в цій петлі за рахунок використання різних підручних засобів. За необхідності невідкладного входу в зону небезпечної напруги кроку для надання допомоги потерпілим і т. ін. та за відсутності засобів захисту доцільно переміщуватись в цій зоні обережно, пересуваючи ступні по землі так, щоб вони постійно торкалися одна одної.

Прямий дотик. Дотик людини до корпусу ушкодженого обладнання або до корпусу обладнання, з'єднаного з ушкодженим загальним колом заземлення, зумовлює потрапляння людини під напругу дотику.

Напруга дотику – це напруга між двома точками кола електричного струму, яких одночасно торкається людина, вона дорівнює різниці потенціалів корпусу і точок поверхні ґрунту, де знаходяться ноги людини:

$$U_{\text{дот}} = \varphi_{\text{к}} - \varphi_{\text{х}}, \quad (3.10)$$

де $\varphi_{\text{к}}$ – потенціал корпусу електроустановки, якої торкається людина;
 $\varphi_{\text{х}}$ – потенціал в точці на поверхні ґрунту, де знаходяться ноги людини.

Напруга дотику, на відміну від напруги кроку, збільшується при віддаленні від заземлювача і за межами зони розтікання струму, вона дорівнює напрузі на корпусі обладнання відносно землі. Захист від напруги дотику – вирівнювання потенціалів (встановлення електропровідної підлоги).

Таким чином, згідно із зазначеним вище, до основних факторів, які впливають на тяжкість ураження електричним струмом (на $I_{\text{л}}$) при попаданні людини під напругу, можна віднести:

- значення напруги мережі живлення, U , В;
- значення напруги дотику $U_{\text{дот}}$, В;
- конструкційні особливості мережі живлення – кількість фаз і режим нейтралі;
- значення опору і стан ізоляції – перш за все в мережах живлення, ізольованих від землі;
- протяжність і розгалуженість мережі живлення, які впливають на $r_{\text{із}}$ і ємність відносно землі.

Практичні завдання

Розрахунок сили струму при можливому ураженні ним працюючого

Завдання 1

Визначити силу струму, що проходить через тіло людини у випадку її однофазного дотику до оголеного проводу трифазної мережі з глухозаземленою нейтраллю в а) нормальному і б) аварійному режимі роботи.

Напруга живлячого трансформатора $U = 380/220$ В.

Інші вихідні дані: опір тіла людини $R_{\text{тіла}}$, кОм, опір підлоги $R_{\text{підл}}$, кОм, опір ізоляції $r_{\text{із}}$, кОм і опір взуття $R_{\text{взут}}$, кОм наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані до завдання 1

Вихідні дані	Варіанти														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$R_{\text{тіла}}, \text{кОм}$	1,0	0,9	1,1	1,3	1,2	0,95	1,05	0,8	1,15	0,85	1,4	1,2	0,95	1,05	0,8
$R_{\text{підл}}, \text{кОм}$	1,4	50	22	97	15	1,5	3,0	10	2,5	99	25	1,4	50	22	97
$r_{\text{із}}, \text{Ом}$	500	700	600	300	1000	800	900	200	400	1000	850	600	700	1000	800
$R_{\text{взут}}, \text{кОм}$	1,5	7,5	4,5	2,4	25	2,0	1,0	7,6	3,7	4,8	3,0	7,5	4,5	2,4	25

Завдання 2

Визначити силу струму, що проходить через тіло людини у випадку її однофазного дотику (в нормальному і аварійному режимах) до струмопровідної частини електроустановки в мережі з ізолюованою нейтраллю трансформатора. Оцінити небезпеку таких включень для людини, порівняти отримані значення з допустимими.

Для розрахунку задані: лінійна напруга мережі $U_{\text{Л}}, \text{кВ}$, опір ізоляції фазних проводів ($r_{\text{А}} = r_{\text{В}} = r_{\text{С}} = r_{\text{із}}$), ємність фазних проводів відносно землі ($C_{\text{А}} = C_{\text{В}} = C_{\text{С}} = C$), перехідний опір в місці замикання на землю $R_{\text{К}}, \text{Ом}$, опір тіла людини $R_{\text{тіла}}, \text{кОм}$, матеріал підшви взуття і матеріал опорної поверхні ніг (підлоги). Вихідні дані наведені в таблиці 3.2 – 3.4.

Таблиця 3.2 – Вихідні дані до завдання 2

Варіант	$U_{\text{Л}}, \text{кВ}$	$r_{\text{із}}, \text{кОм}$	$C, \text{мкФ}$	$R_{\text{тіла}}, \text{кОм}$	Матеріал підшви взуття*	Матеріал опорної поверхні ніг*
1	2	3	4	5	6	7
1	6	50	0,050	2,0	Шкіра с.	Цегла с.
2	6	60	0,055	1,0	Шкіра в.	Цегла в.
3	6	70	0,060	1,8	Шкірозамінник с.	Дерево с.
4	6	80	0,065	1,7	Шкірозамінник в.	Дерево в.
5	6	90	0,070	1,6	Шкіра с.	Лінолеум с.
6	10	100	0,075	1,5	Шкіра в.	Лінолеум в.

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7
7	10	110	0,080	1,4	Гума с.	Бетон с.
8	10	120	0,085	1,3	Гума в.	Бетон в.
9	10	130	0,090	1,2	Шкірозамінник с.	Метал.
10	10	140	0,095	1,1	Шкірозамінник в.	Метал
11	8	110	0,090	1,7	Шкіра с.	Лінолеум с.
12	8	130	0,085	1,8	Шкіра в.	Лінолеум в.
13	8	120	0,095	1,6	Гума с.	Бетон с.
14	6	85	0,085	1,7	Гума в.	Бетон в.
15	10	110	0,095	1,4	Шкірозамінник с.	Метал.

Примітка. В таблиці прийняті скорочення: «с» – сухий, «в» – вологий.

Таблиця 3.3 – Значення опору взуття

Приміщення	Матеріал підшви	Опір $R_{\text{взутт}}$, кОм			
		Напруга U , В			
		$U < 65$	$U \approx 127$	$U \approx 220$	$U > 220$
Сухе	Шкіра	200	150	100	50
	Шкірозамінник	150	100	50	25
	Гума	500	500	500	500
Сире і вологе	Шкіра	1,6	1,8	0,5	0,2
	Шкірозамінник	2,0	1,0	0,7	0,5
	Гума	2,0	1,8	1,5	1,0

Таблиця 3.4 – Значення опору підлоги

Матеріал підлоги	Опір підлоги, $R_{\text{підл}}$, кОм		
	Підлога суха	Підлога волога	Підлога мокра
Бетон	2000	0,9	0,1
Дерево	30	3,0	0,3
Цегла	10	1,5	0,8
Лінолеум	1500	50	4,0
Метал	0,01	0	0

Завдання 3

Визначити напругу кроку при переміщенні людини в зоні розтікання струму з напівсферичного заземлювача для різної відстані від заземлювача. Ширина кроку 0,8 м. За одержаними даними побудуйте залежність $U_{\text{кр}} = f(x)$, зробіть висновки.

Необхідні вихідні дані: струм замикання на землю I_3 , А, вид ґрунту, відстань від заземлювача x , м наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Вихідні дані до завдання 3

Варіант	I_3 , А	Вид ґрунту	x_1 , м	x_2 , м	x_3 , м	x_4 , м	x_5 , м
1	2	3	4	5	6	7	8
1	160	Пісок	1,2	3,2	7,2	13,7	20,7
2	170	Пісок	1,0	3,0	7,0	13,5	20,5
3	180	Супісок	0,9	2,9	6,9	13,4	20,4
4	190	Супісок	1,1	3,1	7,1	13,6	20,6
5	200	Суглинок	1,6	3,6	7,4	14,1	20,1
6	210	Суглинок	1,3	3,3	7,3	13,8	20,8
7	220	Глина	0,7	2,7	6,7	13,2	20,2
8	230	Глина	0,8	2,8	6,8	13,3	20,3
9	240	Садова земля	1,4	3,4	7,4	13,9	20,9

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8
10	250	Садова земля	1,1	3,1	7,1	13,6	20,6
11	170	Пісок	1,1	3,0	7,4	13,4	20,7
12	180	Пісок	1,4	3,0	7,5	13,5	20,5
13	240	Суглинок	1,6	3,7	7,5	13,6	20,4
14	200	Глина	1,3	3,7	7,6	14,1	20,1
15	210	Суглинок	1,3	3,3	7,8	13,8	20,8

Напругу кроку розраховують за формулою:

$$\varphi_{кр} = \varphi_x - \varphi_{x+a}, \quad (3.11)$$

де $a = 0,8$ м – ширина кроку.

Для напівсферичного заземлювача формула потенційної кривої:

$$\varphi_x = \frac{I_z \cdot \rho}{(2\pi \cdot x)}, \quad (3.12)$$

де ρ – питомий опір ґрунту, Ом·м.

Контрольні запитання

1. Що таке електричний струм, електричне поле, електрична дуга та якими основними параметрами вони характеризуються?
2. Якими ефектами супроводжується протікання електричного струму через організм людини і які види травм можливі в результаті дії струму?
3. Які існують типи місцевих електротравм? Наведіть характеристику кожного з них.
4. Як класифікуються загальні електротравми? Наведіть характеристику кожної групи загальних електротравм.
5. Які чинники електричного характеру і якою мірою впливають на тяжкість електротравми?

6. Які чинники неелектричного характеру і якою мірою впливають на тяжкість електротравми?
7. Які чинники виробничого середовища і якою мірою впливають на тяжкість електротравми?
8. Що таке напруга кроку і від чого залежить її значення?
9. Що таке напруга дотику і від чого залежить її значення?
10. Що таке струм витоку електричної мережі і від чого залежить його значення?

Список джерел інформації

1. Технічний регламент безпеки низьковольтного електричного обладнання : Постанова Кабінету Міністрів України № 1067 від 16.12.2015. Дата оновлення: 17.11.2018. Редакція, підстава – 960-2018-п.
2. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом (ДСТУ Б В.2.5-82:2016): наказ Міністерства України від 01.07. 2016. – Режим доступу <http://eom.com.ua/index.php?action=downloads;sa=downfile&id=3530>
3. Правила улаштування електроустановок. Глава 1.7. Заземлення та захисні заходи від ураження електричним струмом : наказ Міністерства енергетики України № 476 від 21.07.2017 р. ДП «Національна енергетична компанія «Укренерго». Київ. 2017. С. 75 – 115. – Режим доступу <https://art-energetyka.com.ua/BA.pdf>
4. Основи професійної безпеки та здоров'я людини : підручник / В. В. Березуцький та ін. Харків: ФОП Панов А. М., 2018 – 553 с.
5. Кухровський П. П. Електробезпека на виробництві та побуті: навч. посіб./П. П. Кухровський. – Х.: Лідер, 2013. – 384 с.

Практичне заняття 3.2

Розрахунок заземлювача однофазного споживача електричної енергії

Мета роботи. Оволодіти методикою вибору пристроїв захисного вимкнення (ПЗВ) та перерізів фазового і захисного провідників, що забезпечать надійний захист людини від уражень електричним струмом у разі замикання фази на корпус приладу.

Загальні положення. Призначення захисного заземлення – усунути небезпеку ураження струмом у разі дотику до корпусу та інших металевих неструмовідних частин, які опинилися під напругою.

Захисна дія заземлення полягає в зниженні до безпечної величини напруги дотику та крокової напруги. Досягається шляхом:

- зменшення потенціалу заземленого обладнання (за рахунок зменшення опору заземлення);
- зрівнювання потенціалу основи, на якій перебуває людина;
- зрівнювання потенціалу заземленого обладнання (за рахунок підняття потенціалу основи до величини, близької до потенціалу обладнання).

До частин зазначених електроустановок, що підлягають заземленню, належать:

- корпуси електричних машин, трансформаторів, апаратів, світильників тощо;
- приводи комутаційних апаратів;
- вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів;
- каркаси розподільчих щитів, щитів керування, щитків та шаф, частин, які знімаються чи відчиняються, якщо на них встановлено електрообладнання напругою понад 42 В змінного або 110 В постійного струму.

Принципова схема заземлення однофазової електроустановки зображена на рис. 3.6.

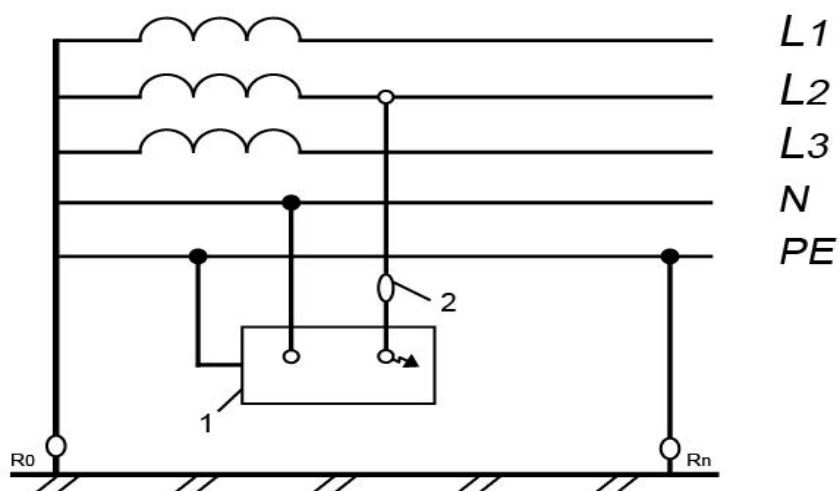


Рисунок 3.6 – Принципова схема заземлення однофазової електроустановки: 1 – металевий корпус електроустановки; 2 – апарат захисту (запобіжники, автоматичні вимикачі і т.п.); R_0 – робоче заземлення нейтралі обмотки джерела струму; R_n – повторне заземлення захисного провідника; L – фазові провідники; N -провідник – нейтральний провідник; PE -провідник - захисний провідник

Пристрій захисного відключення (ПЗВ), або вимикач, керований різницею струмом, чи диференційний вимикач – це електромеханічний комутаційний апарат, призначений для подачі та зняття електричної напруги за нормальних умов роботи та для аварійного зняття напруги, коли параметри контрольованого кола виходять за задані межі. ПЗВ контролює різницю струмів, що входять в коло, яке захищається, і виходять з нього, і у випадку перевищення цієї різниці заданої величини – відключає коло, що захищається.

Застосування ПЗВ як додаткового заходу захисту від ураження електричним струмом здійснюється для забезпечення захисту у випадках відмови основних заходів захисту від прямого дотику і (чи) у разі непрямого дотику або необережних дій людини.

При використанні ПЗВ як додаткового заходу захисту від ураження електричним струмом його номінальний вимикаючий диференційний струм повинен не перевищувати 30 мА.

Не допускається застосування ПЗВ як єдиного заходу захисту від ураження електричним струмом і його використання не виключає необхідності виконання вимог до основних заходів захисту від прямого дотику і у разі непрямого дотику.

Схема мережі до розрахунку заземлення на вимикаючу здатність зображена на рис. 3.7.

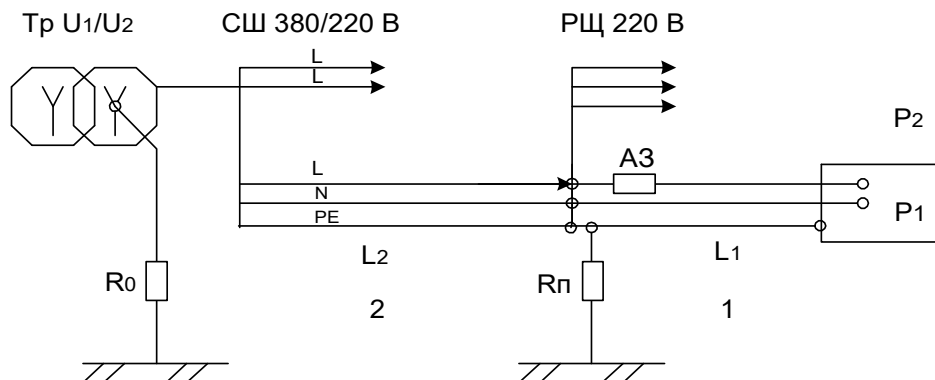


Рисунок 3.7 – Схема мережі до розрахунку заземлення:

Тр – масляний трансформатор, що понижає напругу з $U_1 = 6-10$ кВ до $U_2 = 380$ В; *Y* – схема з'єднання обмоток зірка-зірка; *СШ* – збірна шина; *РЩ* – розподільчий щит; *АЗ* – апарат захисту; *1* – лінія, що живить електроустановку потужністю P_1 ; *2* – живильний магістральний кабель.

Розрахунок проводиться з метою визначення такого перерізу *РЕ*-провідника (захисного провідника), при якому струм короткого замикання I_k у задане число разів K перевищить номінальний струм ПЗВ $I_{п ном}$, що забезпечить селективне відключення споживача, тобто повинна виконуватися умова:

$$I_k \geq K \cdot I_{п ном}. \quad (3.13)$$

Вихідні дані для виконання розрахунку це:

P_1 – потужність однофазового споживача електроенергії, наприклад, електронно-обчислювальної машини (ЕОМ), Вт;

P_2 – потужність усіх споживачів, які живляться від цього фазового провідника (кондиціонери, вентилятори, освітлювальні установки, принтери тощо), Вт; L_1 – довжина ділянки 1, м (до 100 м); L_2 – довжина ділянки 2, м (до 500 м); $U_{\text{л}}$ – лінійна напруга; $U_{\text{л}}=380$ В; $U_{\text{ф}}$ – фазова напруга; $U_{\text{ф}}=220$ В.

Згідно з ПУЕ, електромережа, що живить ЕОМ та інші однофазові електроустановки, виконується як групова трипровідна лінія шляхом прокладки фазового, нейтрального і захисного провідників з міді або алюмінію. Якщо кількість ЕОМ не перевищує 5 і вони розташовані по периметру приміщення, кабель в оболонці з неспалених матеріалів прокладають по підлозі уздовж стін. Якщо кількість ЕОМ перевищує 5 або вони розташовані у центрі приміщення, кабель прокладають у металевих трубах та гнучких металевих рукавах з відводами. На ділянці 2 кабель пролягає у землі.

Методика проведення розрахунків

1) Порядок вибору пристрою захисного вимкнення (ПЗВ).

а) Визначення струму I_1 , що живить електроустановку (ЕУ) потужністю P_1 , А:

$$I_1 = \frac{P_1}{U_{\text{ф}}}. \quad (3.14)$$

б) Визначення пускового струму $I_{\text{пуск}}$ ЕУ потужністю P_1 , А:

$$I_{\text{пуск}} = \frac{K_{\text{н}}}{K_{\text{т}}} I_1, \quad (3.15)$$

де $K_{\text{н}}$ – коефіцієнт кратності пускового струму; $K_{\text{н}}= 2 \dots 7,5$; $K_{\text{т}}$ – коефіцієнт складності пуску, залежить від часу пуску; $K_{\text{т}} = 1,6 \dots 2,5$; $K_{\text{т}} = 1,6$; якщо час пуску більше 10 с – складний пуск; $K_{\text{т}} = 2,0$; якщо час пуску дорівнює 10 с – середній пуск; $K_{\text{т}} = 2,5$; якщо час пуску дорівнює 5 с – легкий пуск.

Для ЕОМ: $K_{\text{н}} = 3$; $K_{\text{т}} = 2,5$.

в) Вибір ПЗВ.

Номінальний струм, при якому спрацьовує апарат захисту, повинен перевищувати $I_{\text{пуск}}$, інакше апарат захисту буде спрацьовувати при кожному вмиканні електроустановки.

Для ЕОМ можна вибрати ПЗВ, за їх умов функціонування:

ПЗВ типу AC – пристрій захисного відключення, що реагує на змінний синусоїдальний диференціальний струм, який виникає раптово, або повільно зростає.

ПЗВ типу A – пристрій захисного відключення, що реагує на змінний синусоїдальний струм, синусоїдальний диференціальний струм і пульсуючий постійний диференціальний струм, який виникає раптово, або повільно зростає.

ПЗВ типу B – пристрій захисного відключення, що реагує на змінний, постійний і випрямлений диференціальні струми.

ПЗВ типу S – пристрій захисного відключення, селективний (з витримкою часу відключення).

ПЗВ типу G – те ж, що і типу S , але з меншою витримкою часу.

2) Визначення струму короткого замикання I_k фази на корпус ЕУ, А:

$$I_k = \frac{U_\phi}{\frac{Z_{\text{тр}}}{3} + Z_{\text{пфн}}}, \quad (3.16)$$

де $Z_{\text{тр}}$ – повний опір трансформатора, Ом; $Z_{\text{пфн}}$ – повний опір петлі фазанейтраль, Ом.

а) Визначення повного опору трансформатора.

Величина $Z_{\text{тр}}$ залежить від потужності трансформатора, конструктивного виконання, напруги і схеми з'єднання його обмоток (зіркою або трикутником).

Значення $Z_{\text{пфн}}$ наведені у табл. 3.6.

Потужність трансформатора визначається за умовою

$$N_{\text{тр}} = 4 \cdot P_2, \text{кВт}. \quad (3.17)$$

Таблиця 3.6 – Повний опір масляних трифазових трансформаторів за схемою з’єднання обмоток «зірка – зірка» і напрузі на первинній обмотці 6–10 кВ.

Повний опір $Z_{тр}$, Ом	Потужність трансформатору $N_{тр}$, кВт
3,11	25
1,949	40
1,237	63
0,799	100
0,487	160
0,312	250

б) Визначення повного опору петлі «фаза-нейтраль».

Повний опір петлі «фаза – нейтраль» визначається за формулою

$$Z_{пфн} = \sqrt{(R_{\phi} + R_{нз}) + X^2}, \text{ Ом}, \quad (3.18)$$

де R_{ϕ} , $R_{нз}$ – активні опори фазового і РЕ-провідник провідників, відповідно, Ом; X – індуктивний опір петлі «фаза – нейтраль», Ом, який визначається за формулою:

$$X = X_{\phi} + X_{нз} + X_{вз}, \quad (3.19)$$

де X_{ϕ} , $X_{нз}$ – внутрішні індуктивні опори фазового і РЕ-провідник провідників відповідно, Ом; $X_{вз}$ – зовнішній індуктивний опір, зумовлений взаємодукцією петлі «фаза – нейтраль», Ом.

Для мідних та алюмінієвих провідників X_{ϕ} та $X_{нз}$ порівняно малі (близько 0,0156 Ом), тому ними можна знехтувати.

Зовнішній індуктивний опір $X_{вз}$ залежить від відстані між проводами D та їхніми діаметрами d . Якщо РЕ-провідник прокладають спільно з фазовими, значення D мале й спільномірне з діаметром d , тому опір $X_{вз}$ незначний (не більше 0,1 Ом на 1 км довжини проводу) і ним можна знехтувати. Тоді

$$Z_{пфн} = R_{\phi} + R_{нз}. \quad (3.20)$$

Таким чином формула (3.16) набуває вигляду, А:

$$I_k = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_{тр}}{3} + R_{\phi} + R_{кз}} \quad (3.21)$$

в) Визначення активного опору фазового провідника, Ом

$$R_{\phi} = R_{\phi_1} + R_{\phi_2}, \quad (3.22)$$

де R_{ϕ_1}, R_{ϕ_2} – опір фазового провідника на ділянках 1 та 2 відповідно, Ом.

Для провідників з кольорових металів, Ом

$$R_{\phi_1} \approx \rho \frac{L_1}{S_{\phi_1}}, \quad (3.23)$$

$$R_{\phi_2} = \rho \frac{L_2}{S_{\phi_2}}, \quad (3.24)$$

де ρ – питомий опір, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$, який дорівнює для міді 0,018, а для алюмінію 0,028; S_{ϕ_1}, S_{ϕ_2} – перерізи фазового провідника для ділянок 1 та 2 відповідно, мм^2 .

Перерізи фазових проводів визначають при проектуванні електричної мережі струму, залежно від умов прокладання кабелю, матеріалу провідників і т.п. (табл. 3.7).

Для ділянки 1 вибираємо переріз, який відповідає струму I_1 , для ділянки 2 – струму I_2 , який визначаємо за формулою, А

$$I_2 = \frac{P_2}{U_{\phi}}. \quad (3.25)$$

Таблиця 3.7 – Тривалий допустимий струм для трижильних кабелів

Переріз струмопровідної жили, мм^2	Струм I , А при прокладанні кабелів					
	у землі		у повітрі		в металевих трубах	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
1	2	3	4	5	6	7
1	–	–	–	–	14	–
1,5	27	–	19	–	15	–
2,0	–	–	–	–	19	14
2,5	38	29	25	19	21	16
3	–	–	–	–	24	18
4	49	38	35	27	27	21
5	–	–	–	–	31	24
6	60	46	42	32	34	26
8	–	–	–	–	43	32
10	90	70	55	42	50	38
16	115	90	75	60	70	55

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6	7
25	150	115	95	75	85	65
35	180	140	120	90	100	75
50	225	175	145	110	135	105
70	275	210	180	140	175	135
95	330	255	220	170	215	165
120	385	295	260	200	250	190

г) Визначення опору PE -провідника, Ом

$$R_{\text{нз}} = R_{\text{нз1}} + R_{\text{нз2}}, \quad (3.26)$$

де $R_{\text{нз1}}, R_{\text{нз2}}$ – опір PE -провідника на ділянках 1 та 2 відповідно, Ом.

Площа перерізу нейтрального та захисного провідників в груповій трипровідниковій мережі повинна бути не менша від площі фазового провідника, тобто

$$\begin{aligned} S_{\text{нз1}} &= S_{\text{ф1}}, \\ S_{\text{нз2}} &= S_{\text{ф2}}. \end{aligned}$$

Відповідно, $R_{\text{нз}} = R_{\text{ф}}$.

У побутових електричних мережах, якщо $S_{\text{ф}} < 25 \text{ мм}^2$, то $S_{\text{ф}} = S_{\text{н}}$; якщо $S_{\text{ф}} \geq 25 \text{ мм}^2$, а фазові та захисні провідники виконані з одного металу, переріз PE -провідника повинен задовольняти співвідношення

$$0,5 \cdot S_{\text{ф}} \leq S_{\text{н}} \leq S_{\text{ф}}, \quad (3.27)$$

де $S_{\text{н}}$ – площа нейтрального провідника (PE -провідника).

3) Перевірка виконання умов надійності та ефективності роботи заземлення:

а) повинно виконуватися співвідношення (3.13):

$$I_{\text{к}} \geq K \cdot I_{\text{н ном.}}$$

де K – запас надійності; $K = 3$ для запобіжників; $K = 1,25 \dots 1,4$ для автоматичних вимикачів.

б) втрати напруги на ділянках 1 та 2 не повинні перевищувати 22 В:

$$U_{\text{п1}} + U_{\text{п2}} \leq 22 \text{ В};$$

$$U_{\text{п1}} = I_1 \cdot R_{\text{ф1}};$$

$$U_{п2} = I_2 \cdot R_{\phi 2}.$$

Якщо одна з цих умов не виконується, треба вибрати більший переріз провідників.

4) Розрахунок закінчується висновками про тип обраного запобіжника та перерізах фазового і РЕ-провідника захисного провідника на ділянках 1 та 2.

Таблиця 3.8 – Варіанти вихідних даних щодо розрахунків

№ варіанта	P_1 , Вт	P_2 , Вт	L_1 , м	L_2 , м	U_{ϕ} , В	Кількість споживачів
1	470	6600	32	126	220	4
2	400	7500	40	130	220	5
3	350	7000	45	135	220	4
4	460	6500	35	140	220	5
5	500	7800	60	200	220	6
6	420	7200	35	150	220	4
7	410	7100	40	120	220	5
8	440	6800	45	130	220	6
9	400	6700	55	140	220	4
10	480	7000	55	200	220	5
11	380	7000	50	130	220	4
12	400	7500	40	150	220	5
13	550	7000	60	180	220	6
14	450	7200	40	140	220	4
15	500	7000	50	160	220	5

Контрольні запитання

1. Галузь застосування заземлення.
2. Принцип дії заземлення.
3. Вимога, що ставиться до струму короткого замикання виходячи з надійності відключення пошкодженого електроспоживача.
4. Призначення захисного провідника у схемі заземлення.

5. Призначення повторного заземлення захисного провідника.
6. У яких випадках буде діяти заземлення ?
7. Як співвідносяться пусковий та номінальний струми, що живлять електроустановку, а також номінальний струм апарата захисту?
8. Як вибрати переріз фазового і захисного провідника?
9. Від чого залежить опір обмоток трансформатора?
10. Умови перевірки надійності розрахунку заземлення.

Список джерел інформації

1. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом (ДСТУ Б В.2.5-82:2016): наказ Міністерства України від 01.07. 2016. – Режим доступу <http://eom.com.ua/index.php?action=downloads;sa=downfile&id=3530>.
2. Правила улаштування електроустановок. Глава 1.7 Заземлення та захисні заходи від ураження електричним струмом : наказ Міністерства енергетики України № 476 від 21.07.2017 р. ДП «Національна енергетична компанія «Укренерго». Київ. 2017. С. 75 – 115. – Режим доступу <https://art-energetyka.com.ua/BA.pdf>.
3. Основи професійної безпеки та здоров'я людини : підручник / В. В. Березуцький та ін. Харків: ФОП Панов А. М., 2018 – 553 с.
4. Розрахунки з питань охорони праці та безпеки життєдіяльності: Навчально-методичний посібник для студентів усіх спеціальностей та усіх форм навчання / За ред. проф. В.В. Березуцького. – Харків: НТУ «ХПІ», 2005. – С. 71-78
5. Кухровський П. П. Електробезпека на виробництві та побуті : навч. посіб./ П. П. Кухровський. – Харків: Лідер, 2013. – 384 с.

Практичне заняття 3.3

Розрахунок заземлення на здатність вимикатися

Мета роботи. Набуття практичних навичок з вибору параметрів електричної мережі і самостійного розв'язання інженерної задачі розрахунку проектування заземлення.

Загальні положення. Заземлення призначене для захисту людини від ураження електричним струмом при замиканні фази на корпус електроустаткування.

Конструктивне заземлення являє собою навмисне електричне з'єднання з захисним провідником неструмопровідних частин електроустановки, котрі можуть опинитися під напругою в наслідок пошкодження ізоляції.

Сфера застосування заземлення – трифазні, чотирипровідні мережі до 1кВ з глухозаземленою нейтраллю джерела струму, у тому числі найбільш поширені мережі 380/220 В, а також мережі 220/127 В та 660/380 В.

Принципова схема заземлення в мережі трифазного струму до 1 кВ представлена на рис. 3.8 (в системі заземлення TN-C згідно з ПУЕ).

Принцип дії заземлення – перетворення замикання на корпус в однофазне коротке замикання (тобто замикання між фазним і захисним провідниками з метою викликати великий струм, здатний забезпечити спрацьовування захисту, що селективно відключить ушкоджену електроустановку від мережі). Чим більший струм однофазного короткого замикання (КЗ) I_k , тим швидше і надійніше відбудеться відключення ушкодженого споживача. Виходячи з надійності відключення струм однофазного КЗ (I_k) повинен значно перевищувати плавку вставку захисту (запобіжник), тобто має виконуватися умова:

$$I_k \geq k \cdot I_{\text{ном.з.а}} , \quad (3.28)$$

де $I_{\text{ном.з.а}}$ – номінальний струм захисного апарата (номінальний струм плавкої вставки чи запобіжника струм спрацьовування роз'єднувача автоматичного вимикача); k – коефіцієнт кратності струму короткого замикання стосовно номінального струму апарата захисту: $k = 3$, якщо захист виконано плавкими запобіжниками або автоматичним вимикачем з тепловим роз'єднувачем; $k = 1,43$, якщо захист виконано автоматичним вимикачем з електромагнітним роз'єднувачем з номінальним струмом $I_n < 100\text{А}$; $k = 1,25$ – при захисті простими автоматами, тобто автоматичними вимикачами з електромагнітним роз'єднувачем і номінальним струмом $I_n > 100\text{А}$.

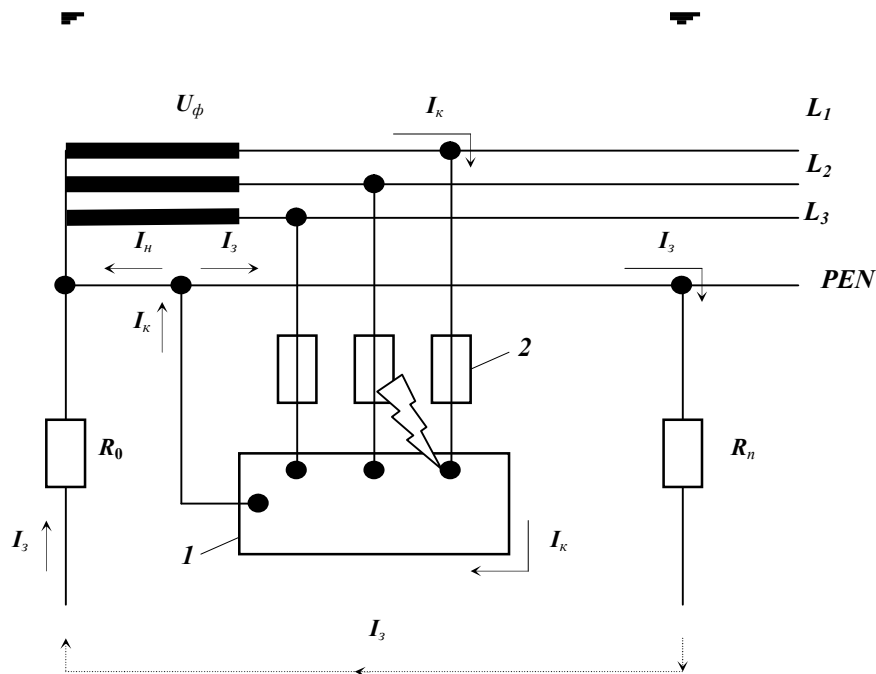


Рисунок. 3.8 – Принципова схема заземлення в трифазній мережі до 1 кВ з глухозаземленою нейтраллю:

1 – корпус електроустановки; 2 – апарати захисту від струмів КЗ (запобіжники, автоматичні вимикач, пристрої захисного вимкнення і т.п.); L – фазний провід; PEN – об'єднаний (нейтральний та захисний) провідник; R_0 – опір заземлення нейтралі джерела струму; R_n – опір повторного заземлення захисного провідника; I_k – струм КЗ; I_n – частина струму КЗ, що протікає через захисний провідник; I_3 – частина струму КЗ, що протікає через землю.

Крім того, заземлення корпусів через захисний провідник знижує в аварійний період їх напругу відносно землі.

Таким чином, заземлення здійснює дві захисні дії :

- швидке автоматичне відключення ушкодженої установки від мережі;
- зниження напруги заземлених металевих неструмопровідних частин, які опинилися під напругою, відносно землі.

На рис. 3.8 видно, що для схеми заземлення необхідний додатково захисний провідник (PE), глухе заземлення нейтралі (R_0), повторне заземлення захисного провідника (R_n).

Захисний провідник у схемі заземлення забезпечує необхідне для вимкнення установки значення струму однофазного КЗ (I_k) шляхом створення для цього струму кола з малим опором. З цією метою підбирається захисний провідник відповідного перерізу (не менше 10 мм^2 по міді і 16 мм^2 по алюмінію незалежно від перерізу фазних провідників).

Заземлення нейтралі джерела струму, що живить мережу до 1 кВ – це зниження напруги заземлення корпусів (а отже, захисного провідника) відносно землі до безпечного значення при замиканні фази на землю.

Повторне заземлення захисного провідника знижує напругу відносно землі заземлених корпусів у період замикання фази на корпус як при справній схемі заземлення, так і у випадку обриву захисного провідника.

Повний розрахунок заземлення має на меті визначити умови, за яких воно виконує покладені на нього функції – швидко відключає ушкоджену установку від мережі і у той же час забезпечує безпеку дотику людини до заземленого корпусу в аварійний період.

Відповідно до цього заземлення розраховують на вимикаючу здатність, а також, на безпечність дотику до корпусу при замиканні фази на землю (розрахунок заземлення нейтралі) і на корпус (розрахунок повторного заземлення захисного провідника).

Задачею цієї роботи є розрахунок заземлення на вимикаючу здатність.

Методика розрахунку заземлення на вимикаючу здатність

Методика розрахунку полягає у визначення такого перерізу захисного провідника, при якому струм КЗ (I_k) у задану кількість разів (k) перевищить номінальний струм захисного апарату, $I_{\text{ном.з.а}}$, що забезпечить селективне відключення пошкодженого споживача в заданий короткий час.

Для визначення даного завдання необхідно розв'язати задачі в такій послідовності:

1) На підставі вихідних даних, таблиця 3.10, 3.11, за визначеним викладом варіантом, скласти схему електричної мережі і вказати ділянку кола, обраного для розрахунку.

Схема мережі до розрахунку заземлення на його здатність вимикатись наведена на рис. 3.9.

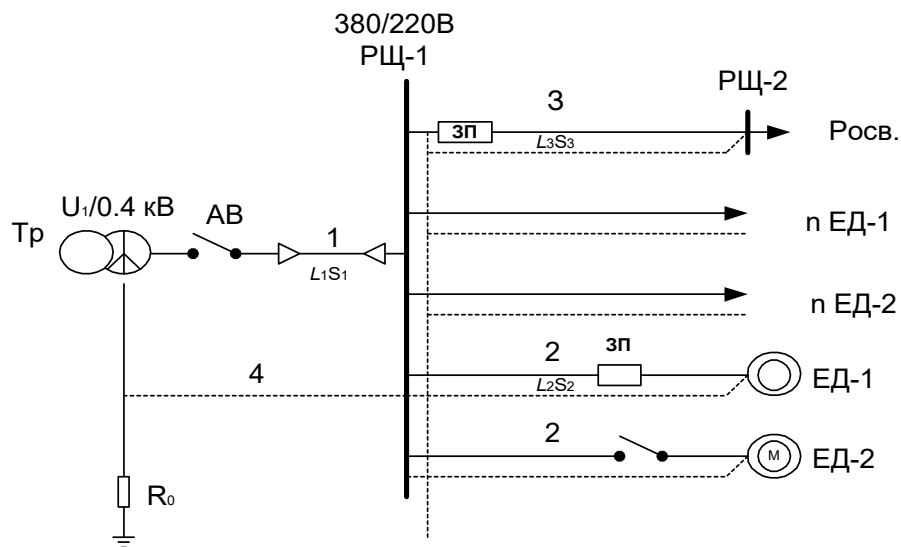


Рисунок 3.9 – Схема мережі до розрахунку заземлення на вимикаючу здатність: *Tr* – трансформатор; *РЩ-1* – розподільний щит; *РЩ-2* – розподільний щит, що живить освітлювальне навантаження; *АВ* – захисний апарат; *ЕД-1*, *ЕД-2* – електродвигуни; *ЗП* – запобіжник; *1* – живильний магістральний кабель; *2* – кабель-відгалуження (L_1 , L_2 , L_3) до електродвигуна; *3* – лінія ($P_{осв.}$), що живить освітлювальний щит *РЩ-2*; *4* – PEN - об'єднаний захисний провідник

2) Визначити повний опір трансформатора Z_T .

Тип трансформатора, напруга на обмотках трансформатора (U_1 / U_2) і схема з'єднання його обмоток наведені в таблиці 3.10, 3.11.

Визначити потужність трансформатора S_{Tr} за формулою, кВт

$$S_{Tr} = \frac{K_{\Pi 1} \sum^n P_{Е-1}}{\cos \varphi} + \frac{K_{\Pi 1} \sum^n P_{Е-2}}{\cos \varphi} + \frac{P_{осв.}}{\cos \varphi}, \quad (3.29)$$

де $P_{Е-1}$, $P_{Е-2}$ – номінальні потужності електродвигунів ЕД-1 і ЕД-2, кВт; $P_{осв.}$ – освітлювальне навантаження, кВт; $\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності

відповідної електроустановки; $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт попиту, розраховується за формулою:

$$K_{\text{п}} = 0,75 \cdot K_3 / \eta_{\text{д}}, \quad (3.30)$$

де K_3 – коефіцієнт завантаження електродвигуна; $\eta_{\text{д}}$ – К.К.Д. електродвигунів, таблиця Д.2.1 додатка 2.

Розраховане значення потужності трансформатора $S_{\text{тр}}$ округлити до найближчого стандартного і вибрати розрахунковий опір трансформатора $Z_{\text{т}}$ відповідно до завдання табл. 3.10, 3.11 та таблиць Д 2.2 та Д 2.3 додатку 2.

3) Для забезпечення надійного відключення пошкодженої електроустановки в мінімальний час необхідне виконання умови, наведеної у формулі 3.28, шляхом розрахунку.

Розрахунок величини струму короткого замикання, $I_{\text{к}}$, залежить від фазної напруги мереж $U_{\text{ф}}$ і опорів кола, у тому числі від повних опорів трансформатора $Z_{\text{т}}$ і кола: фазний провідник (L) – захисний провідник (PE), $Z_{\text{н}}$ і може бути розраховане за формулою 3.29 для обчислення дійсного значення (модуля) струму однофазного короткого замикання, A

$$I_{\text{к}} = \frac{U_{\text{ф}}}{Z_{\text{т}} / 3 + Z_{\text{н}}}. \quad (3.31)$$

При цьому:

значення опору трансформатора $Z_{\text{т}}$ залежить від потужності трансформатора, напруги і схеми з'єднання його обмоток, а також від конструктивного виконання трансформатора;

повний опір кола: фазний провідник (L) – захисний провідник (PE), $Z_{\text{н}}$ у дійсній формі (по модулю) дорівнює:

$$Z_{\text{н}} = \sqrt{(R_{\text{ф}} + R_{\text{нз}})^2 + X_{\text{н}}^2}, \quad (3.32)$$

де $R_{\text{ф}}$, $R_{\text{нз}}$ – активний опір відповідно до фазного провідника (L) і захисного провідника (PE), Ом.; $X_{\text{н}}$ – індуктивний опір кола: фазний провідник (L) – захисний провідник (PE), Ом.

Для цього визначити активний опір фазного $R_{\text{ф}}$ і захисного $R_{\text{нз}}$ провідників та індуктивний опір $X_{\text{н}}$ кола: фазний провідник (L) – захисний провідник (PE).

А) Розрахункова формула для визначення активного опору

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad (3.33)$$

де ρ – питомий опір провідника, який дорівнює для міді 0,018, а для алюмінію – 0,028, Ом·мм²/м; l – довжина провідника, м; S – переріз провідника, мм².

Значення опорів $R_{\text{ф}}$ і $R_{\text{нз}}$ визначаються як суми опорів окремих ділянок мережі l_1 і l_2 , що мають різні перерізи, Ом

$$R_{\text{ф}} = R_{\text{ф}11} + R_{\text{ф}12}, \quad (3.34)$$

$$R_{\text{нз}} = R_{\text{нз}11} + R_{\text{нз}12}. \quad (3.35)$$

Розрахунок опорів фазного і захисного провідників на ділянці магістрального кабелю 1 довжиною l_1 ($R_{\text{ф}11}$ і $R_{\text{ф}11}$) і на ділянці відгалуження 2 до заземленого електродвигуна довжиною l_2 ($R_{\text{ф}12}$ і $R_{\text{ф}12}$) і визначення повного опору фазного $R_{\text{ф}}$ і захисного $R_{\text{нз}}$ провідників проводять за формулами (3.33), (3.34) і (3.35) відповідно.

Б) Індуктивний опір, $X_{\text{н}}$ кола: $L-PE$ визначається за формулою

$$X_{\text{н}} = X_{\text{ф}} + X_{\text{нз}} + X_{\text{зв}}, \quad (3.36)$$

де $X_{\text{ф}}$, $X_{\text{нз}}$ – індуктивні опори відповідно фазного і захисних провідників, Ом; $X_{\text{зв}}$ – зовнішній індуктивний опір кола: $L-PE$ (опір взаємодії між фазним і захисним проводами), Ом.

Для мідних і алюмінієвих провідників $X_{\text{ф}}$, $X_{\text{нз}}$ порівняно малі (близько 0,0156 Ом), тому ними можна знехтувати.

Зовнішній індуктивний опір $X_{\text{зв}}$ залежить від відстані між проводами D і їх перерізом d . Оскільки d змінюється в незначних межах, вплив його також незначний. Отже, $X_{\text{зв}}$ залежить головним чином від D (зі збільшенням відстані зростає опір). Тому з метою зменшення зовнішнього індуктивного опору кола: $L-PE$, захисні провідники прокладаються разом з фазними чи в безпосередній близькості до них. При малих значеннях D , порівняних з перерізом проводів d , тобто коли фазний і захисний

провідники розташовані в безпосередній близькості один від одного, опір $X_{зв}$ незначний (не більше 0,1 Ом на 1 км довжини проводу) і ним можна знехтувати.

Тоді розрахункова формула 3.31 набуває вигляду, А

$$I_{\kappa} = \frac{U_{\phi}}{Z_T / 3 + R_{\phi} + R_{н3}}, \quad (3.37)$$

4) Вибір захисного пристрою, що забезпечують швидке і надійне відключення ділянки електричної мережі, для цього визначають величину номінального струму плавкої вставки $I_{ном.вст.}$ виходячи з максимального робочого струму I_{max} і з урахуванням пускового струму електродвигуна $I_{пуск}$. Номінальний струм захисного апарата (плавкої вставки або струм спрацьовування роз'єднувача автоматичного вимикача) $I_{вст.}$ визначається за умови

$$I_{вст} \geq I_{max}, \quad (3.38)$$

де I_{max} – максимальний робочий струм у мережі (лінії), А.

Максимальний робочий струм лінії визначається за формулою

$$I_{max} = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cos \varphi}, \quad (3.39)$$

де $P_{ном}$ – номінальна потужність споживачів, приєднаних до лінії, кВт (потужність ЕД-1 або ЕД-2 на ділянці лінії l_2 - за вказівкою викладача (табл. 3.10, 3.11); $U_{ном}$ – номінальна напруга, В; $\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності споживача (ЕД–1 чи ЕД–2).

При виборі плавких вставок у лініях електродвигунів враховують їх пускові струми $I_{пуск}$:

$$I_{вст} \geq \frac{I_{пуск}}{2,5}; \quad (3.40)$$

$$\frac{I_{пуск}}{I_{ном}} = K_{п}, \quad (3.41)$$

де $I_{ном} = I_{max}$ – робочий струм у мережі, А; $K_{п}$ – коефіцієнт пуску, наведений у характеристиці електродвигуна (див. табл. Д 2.1 додатка 2).

Плавку вставку вибирають за найбільшим зі струмів $I_{вст.}$, розрахованих за (3.38), (3.40) та таблиця Д 2.14 додатку 2.

Використовуючи розрахунки та довідкові данні таблиці Д 2.15 додатка 2, вибрати відповідний захисний апарат.

5) За номінальним струмом (потужністю) електроустановки, яка заземляється, необхідно визначити та вибрати переріз фазного провідника (L) і захисний провідник (PE), що забезпечують необхідну провідність кола фаза (L) – PEN -провідник.

А) Вибрати перетин фазного провідника S_{ϕ} з умови максимально допустимого нагрівання

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{max}}, \quad (3.42)$$

де $I_{\text{доп}}$ – тривалий допустимий з умов нагрівання струм навантаження провідника, А (див. таблиці Д 2.4 – Д 2.13 додатка 2); I_{max} – максимальний робочий струм мережі в нормальному режимі, А, визначається за формулою (3.39).

Вибір перерізів фазного проводу для ділянок l_1 ($S_{\phi l1}$) і l_2 ($S_{\phi l2}$), що відповідають розрахунковим струмам $I_{\text{max}l1}$ і $I_{\text{max}l2}$, здійснюється за ПУЕ з урахуванням вихідних даних.

Б) Вибрати переріз захисного проводу $S_{\text{н.з.}}$, виходячи із умов $R_{\text{нз}} \geq 2 R_{\phi}$, тобто $S_{\text{н.з.}}$ має бути не менше $0,5 S_{\phi}$, при цьому слід врахувати наступні вимоги ПУЕ:

– якщо фазний і захисний провідники виконанні з одного кольорового металу, то:

$$S_{\text{н.з.}} \geq 0,5 S_{\phi}; \quad (3.43)$$

– якщо фазний і захисний провідники виконанні з різних металів, то

$$S_{\text{н.з.}} \geq 0,8 S_{\phi}, \quad (3.44)$$

– в усіх випадках переріз захисного провідника має бути не менше 10 мм^2 , якщо він зроблений із міді, то:

$$S_{\text{н.з.}} \geq 10 \text{ мм}^2, \quad (3.45)$$

і не менше 16 мм^2 , якщо він виготовлений з алюмінію, тоді

$$S_{\text{н.з.}} \geq 16 \text{ мм}^2. \quad (3.46)$$

З ПУЕ вибрати найближчі стандартні значення $S_{н.з 11}$ і $S_{н.з 12}$, що задовольняють умови (3.42 – 3.46).

6) Перевірка надійності відключення ушкодженого електроапарата.

Якщо значення розрахункового струму короткого замикання I_k і номінального струму обраного апарата захисту $I_{ном.з.а}$ задовольняють умові: $I_k \geq I_{ном.з.а}$, захисний провідник обрано правильно, тобто здатність системи забезпечена.

Таким чином, розрахунок заземлення на вимикальну здатність є перевірним розрахунком достатності провідності кола: $L - PEN$.

7) Перевірити правильність вибору захисного провідника.

З цією метою порівняти значення розрахункового струму короткого замикання $I_{к.розр}$ з величиною необхідного мінімально допустимого струму однофазного короткого замикання $I_{к.min}$, з умови : $I_{к.min} \geq k \cdot I_{ном.з.а}$ і значення номінального струму захисного апарата $I_{ном.з.а}$.

Якщо значення розрахункового струму однофазного короткого замикання $I_{к.розр}$ перевищує значення найменшого допустимого за умови спрацьовування захисту $I_{к.min}$, захисний провідник обрано правильно, тобто здатність системи, що відключає, заземлення забезпечена.

Якщо $I_{к.розр} < I_{к.min}$, тобто умова не виконується, для цього необхідно збільшити переріз захисного провідника, вибирати інший захисний апарат з меншим значенням номінального струму і розрахунок повторюється.

8) Розрахунок закінчується висновком: обрані елементи схеми і їх параметри забезпечують надійне спрацьовування захисту і відключення електродвигуна у випадку його пошкодження в задано короткий час.

Результати розрахунку представити у вигляді табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Результати розрахунку заземлення на вимикальну здатність

Трансформатор, Р	Захисний апарат в колі електродвигуна	Фазний провідник, L	Захисний провідник, PE
Тип: Потужність $S_{тр} =$ Повний опір $Z_{тр} =$	Вид, тип: Номі- нальний струм $I_{ном} =$	1) На ділянці від трансформатора до розпо- дільного щита РЩ-1 (l_1);	
		Тип: переріз $S_{ф11} =$	Тип: переріз $S_{н.з.11} =$
		2) На ділянці від розподільного щита до електродвигуна (l_d)	
		Тип: переріз $S_{ф12} =$	Тип: переріз $S_{н.з.12} =$

Таблиця 3.10 – Завдання для розрахунку заземлювача

№ варі- анта	Силове навантаження $n \times P$, кВт			Освітлювальне навантаження		Трансформатор		
	ЕД –1	ЕД –2	K_3	$P_{осв}$, кВт	$\cos \varphi$	Тип	U_1/U_2 , кВ	Схема з'єднання обмоток
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2 x 5	1 x 200	0,90	40	1,00	М	6 / 0,4	Y/ Y _H
2	1 x 10	2 x 160	1,00	45	0,90	М	10/ 0,4	Δ/ Y _H
3	3 x 15	3 x 132	0,85	30	0,85	М	35/ 0,4	Y/ Z _H
4	2 x 22	1 x 110	0,95	42	0,87	С	6/ 0,4	Δ/ Y _H
5	3 x 30	3 x 90	0,88	60	0,91	С	10/ 0,4	Y/ Y _H
6	4 x 45	1 x 75	1,00	55	0,89	С	35/ 0,4	Δ/ Y _H
7	3 x 45	2 x 200	0,91	45	0,85	М	35/ 0,4	Δ/ Y _H
8	1 x 5	3 x 75	0,90	45	0,85	М	10/ 0,4	Y/ Y _H
9	3 x 10	2 x 200	0,89	40	0,87	М	35/ 0,4	Δ/ Y _H
10	1 x 15	3 x 160	0,93	50	0,90	С	6/ 0,4	Δ/ Y _H
11	1 x 22	4 x 132	0,94	55	0,89	С	10/ 0,4	Y/ Y _H
12	1 x 30	5 x 110	1,00	48	0,86	С	35/ 0,4	Δ/ Y _H
13	1 x 45	3 x 90	0,98	35	0,87	М	6/ 0,4	Y/ Z _H
14	1 x 55	1 x 75	0,87	60	0,88	М	10/ 0,4	Y/ Y _H
15	5 x 5	3 x 10	0,91	75	0,84	С	35/ 0,4	Δ/ Y _H
16	1 x 10	4 x 200	0,89	80	0,85	М	6/ 0,4	Y/ Y _H
17	2 x 5	3 x 45	0,86	83	0,87	М	10/ 0,4	Δ/ Y _H
18	5 x 10	1 x 160	0,85	75	0,86	М	35/ 0,4	Y/ Z _H
19	5 x 15	2 x 132	0,84	45	0,90	С	10/ 0,4	Δ/ Y _H

Продовження таблиці 3.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	4 x 22	1 x 160	0,92	40	0,89	С	10/ 0,4	Y/ Y _н
21	3 x 30	3 x 5	0,90	64	0,90	М	6/ 0,4	Y/ Z _н

Таблиця 3.11 – Завдання для розрахунку заземлювача

№' ва- ріанту	Лінійні кабелі		Захист	Фазовий кабель				РЕ-провідник	
	Довжина, м			Матеріал жили		Ізоляція		Матеріал	Ізоляція
	L_1	L_2		l_1	l_2	l_1	l_2		
1	100	10	АВ	алюм	алюм	ПВХ	ПВХ	алюм	ПВХ
2	150	15	ЗП	мідь	мідь	гума	гума	мідь	папір
3	175	20	АВ	мідь	мідь	гума	гума	алюм	папір
4	125	25	АВ	алюм	алюм	ПВХ	ПВХ	мідь	папір
5	90	30	ЗП	мідь	мідь	папір	папір	алюм	папір
6	85	35	АВ	мідь	мідь	папір	папір	мідь	ПВХ
7	87	26	ЗП	мідь	мідь	гума	гума	мідь	ПВХ
8	130	45	ЗП	мідь	алюм	ПВХ	ПВХ	алюм	гума
9	140	50	АВ	алюм	алюм	гума	гума	алюм	гума
10	120	47	АВ	мідь	мідь	ПВХ	ПВХ	мідь	папір
11	110	43	ЗП	мідь	алюм	папір	резин	алюм	папір
12	105	38	АВ	алюм	мідь	резин	папір	мідь	ПВХ
13	95	27	АВ	мідь	мідь	папір	папір	алюм	ПВХ
14	75	23	ЗП	алюм	алюм	гума	гума	мідь	ПВХ
15	115	55	АВ	алюм	мідь	ПВХ	ПВХ	мідь	ПВХ
16	125	60	АВ	алюм	медь	гума	гума	алюм	гума
17	130	8	ЗП	мідь	алюм	папір	папір	мідь	гума
18	70	14	АВ	мідь	мідь	ПВХ	ПВХ	мідь	папір
19	68	16	АВ	алюм	алюм	ПВХ	ПВХ	алюм	папір
20	65	19	ЗП	мідь	мідь	папір	папір	мідь	ПВХ
21	135	24	АВ	мідь	алюм	ПВХ	ПВХ	мідь	ПВХ
22	87	26	ЗП	мідь	мідь	гума	гума	мідь	гума

Примітка. Умовні позначення: K_z – коефіцієнт завантаження електродвигуна; $\cos\phi$ – коефіцієнт потужності споживача; тип силових трансформаторів: М – масло наповнений; С – сухий; тип ізоляції: ПВХ – полівінілхлорид; захист кабелю: АВ – автоматичний вимикач; ЗП – запобіжник плавкий; схема з'єднання обмоток: Y – зірка; Z_н – зигзаг; Δ – трикутник.

Контрольні запитання

1. Призначення і конструктивне виконання заземлення.
2. Принцип дії заземлення.
3. Сфера застосування заземлення.
4. Вимога, пропонована до струму короткого замикання виходячи з умов надійності відключення.
5. Захисні дії заземлення.
6. Призначення захисного провідника в схемі заземлення.
7. Призначення заземлення нейтралі джерела струму в мережі живлення.

Список джерел інформації

1. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом (ДСТУ Б В.2.5-82:2016): наказ Міністерства України від 01.07. 2016. – Режим доступу <http://eom.com.ua/index.php?action=downloads;sa=downfile&id=3530>.
2. Правила улаштування електроустановок. Глава 1.7 Заземлення та захисні заходи від ураження електричним струмом : наказ Міністерства енергетики України № 476 від 21.07.2017 р. ДП «Національна енергетична компанія « Укренерго». Київ. 2017. С. 75 – 115. – Режим доступу <https://art-energetyka.com.ua/BA.pdf>.
3. Основи професійної безпеки та здоров'я людини : підручник / В. В. Березуцький та ін. Харків: ФОП Панов А. М., 2018 – 553 с.
4. Розрахунки з питань охорони праці та безпеки життєдіяльності: Навчально-методичний посібник для студентів усіх спеціальностей та усіх форм навчання / За ред. проф. В.В. Березуцького. – Харків: НТУ «ХПІ», 2005. – С. 71-78
5. Кухровський П. П. Електробезпека на виробництві та побуті : навч. посіб./ П. П. Кухровський. – Харків: Лідер, 2013. – 384 с.

Практичне заняття 3.4

Визначення небезпеки ураження електричним струмом

Мета роботи. Вивчення дії на організм людини електричного струму, причин електротравматизму, небезпеки електричних мереж та основних заходів і засобів забезпечення електробезпеки.

Загальні положення. Для розрахунку величини струму використайте довідковий матеріал щодо небезпеки і причин ураження електричним струмом при роботі з електроустановками, а також відповідні формули, які використовувались у попередніх практичних заняттях 3.1 – 3.3.

Методика проведення розрахунків

В при вивченні умов задач врахуйте те, що опір діелектричного килимка вмикається послідовно з опором тіла людини, отже, при проведенні розрахунків у відповідних формулах необхідно використовувати замість опору тіла людини опір ланцюга людини $R_{л.л}$, який є сумою опору тіла людини $R_{л}$ та опору килимка $r_{кл}$, Ом

$$R_{л.л} = R_{л} + r_{кл}. \quad (3.47)$$

Перед тим, як робити математичні розрахунки, проаналізуйте фізичну сутність небезпеки при кожному випадку ввімкнення людини в електричну мережу. Для цього уважно проаналізуйте принципові і розрахункові схеми включення людини під напругу для кожного з цих випадків.

Ізоляція неушкоджена, опір ізоляції обох провідників однаковий і дорівнює $r_{із}$, Ом.

Оскільки опір ізоляції $r_{із}$ набагато більший опору заземлення джерела струму, то величина струму, що буде протікати через людину, фактично буде визначатися опором ланцюга людини $R_{л}$ або $R_{л} + r_{кл}$ та опором заземлення $r_{з}$. Частина струму, що буде протікати через тіло людини та ізоляцію провідника (в даному разі нейтрального), є настільки малою, що нею можна знехтувати.

Ізоляція провідника, якого людина не торкається (нейтрального провідника), пошкоджена настільки, що опором її відносно землі можна

знехтувати. В даному разі пошкодження ізоляції фактично не вплине на величину струму, що буде протікати через людину.

Ізоляція провідника, якого людина торкається (фазного провідника), пошкоджена настільки, що опором її відносно землі можна знехтувати.

В даному разі пошкодження ізоляції приведе до того, що опір ланцюга людини фактично буде шунтовано.

Після такого аналізу можна деякі математичні розрахунки не виконувати.

Теоретичну частину виконувати шляхом надання письмової відповіді на контрольні питання.

За варіантом завдання провести розрахунки із заповненням таблиці 3.13, а також побудувати графік, скласти порівняльну таблицю, сформулювати висновок за отриманими результатами.

Задача 1. Визначення ступені ураження електричним струмом працівника при роботі з електроустановкою з ізольованою нейтралю.

Варіант 1: Людина, опір тіла якої становить $R_{\text{л}}$, Ом, стоїть на землі і торкається одного проводу однофазної електричної мережі, ізольованої від землі, напругою U , В.

Варіант 2: Людина, опір тіла якої становить $R_{\text{л}}$, Ом, стоїть на діелектричному килимку, опір якого становить $r_{\text{кл}}$, Ом, і торкається одного проводу трифазної електричної мережі, ізольованої від землі, напругою U , В.

Значення напруги мережі, опору тіла людини, опору килимка та опору ізоляції електричних проводів $r_{\text{із}}$ наведені у табл. 3.12.

Завдання. Намалюйте принципову і розрахункову схеми включення людини під напругу для кожного з двох варіантів умови.

Визначте для кожного з двох варіантів величину струму, що протікає через людину $I_{\text{л}}$, мА, у випадках:

- ізоляція неушкоджена, опір ізоляції обох провідників однаковий і дорівнює $r_{\text{із}}$, Ом;
- ізоляція провідника, якого людина не торкається, пошкоджена настільки, що опором її відносно землі можна знехтувати;

– ізоляція провідника, якого людина торкається, пошкоджена настільки, що опором її відносно землі можна знехтувати.

Зробіть таблицю на зразок табл. 3.13, занесіть до неї отримані значення, оцініть можливу дію такого струму на організм людини і зробіть висновки стосовно того, чим викликане збільшення чи зменшення величини струму у кожному з випадків у порівнянні з іншими.

Задача 2. Визначення ступені ураження електричним струмом працівника при робіт з електроустановкою з глухозаземленою нейтралю.

Варіант 1: Людина, опір тіла якої становить $R_{\text{л}}$, Ом, стоїть на землі і торкається фазного проводу однофазної електричної мережі напругою U , В, джерело струму якої заземлено за допомогою заземлення опором 4 Ом.

Варіант 2: Людина, опір тіла якої становить $R_{\text{л}}$, Ом, стоїть на діелектричному килимку, опір якого становить $r_{\text{кл}}$, Ом, і торкається фазного проводу трифазної електричної мережі, напругою U , В, джерело струму якої заземлено за допомогою заземлення опором 4 Ом.

Значення напруги мережі, опору тіла людини, опору килимка та опору ізоляції електричних проводів $r_{\text{із}}$ наведені у табл. 3.12.

Завдання. Нарисуйте принципову і розрахункову схеми включення людини під напругу для кожного з двох варіантів умови.

Визначте для кожного з двох варіантів умови, значення струму, що протікає через людину $I_{\text{л}}$, мА, у випадках:

- ізоляція неушкоджена, опір ізоляції обох провідників однаковий і дорівнює $r_{\text{із}}$, Ом;
- ізоляція провідника, якого людина не торкається (захисного провідника), пошкоджена настільки, що опором її відносно землі можна знехтувати;
- ізоляція провідника, якого людина торкається (фазного провідника), пошкоджена настільки, що опором її відносно землі можна знехтувати.

Зробіть таблицю на зразок табл. 3.13, занесіть до неї отримані значення, оцініть можливу дію такого струму на організм людини і зробіть висновки стосовно того, чим викликане збільшення чи зменшення значення струму у кожному з випадків у порівнянні з іншими, а також в по-

рівнянні з аналогічними випадками для ситуації, що була в попередній задачі, тобто коли електрична мережа була ізольована від землі.

Таблиця 3.12 – Вихідні дані для розрахунків з варіантами завдання

№ варіан- тів	№ варіанта умов для задач 1 і 2 відповідно	Опір тіла людини, $R_{\text{л}}$, Ом	Опір килим- ка, $r_{\text{кл}}$, Ом	Опір ізоляції провідників, $r_{\text{із}}$, Ом	Напруга лінії, U , В
1	2	3	4	5	6
1	1	800	240 000	300 000	220
	2	1000	220 000	350 000	380
2	3	1200	200 000	400 000	220
	4	1400	180 000	450 000	380
3	5	1600	160 000	500 000	220
	6	1800	140 000	300 000	380
4	7	2000	120 000	350 000	220
	8	800	100 000	400 000	380
5	9	1000	240 000	450 000	220
	10	1200	220 000	500 000	380
6	11	1400	200 000	300 000	220
	12	1600	180 000	350 000	380
7	13	1800	160 000	400 000	220
	14	2000	140 000	450 000	380
8	15	800	120 000	500 000	220
	16	800	100 000	300 000	380
9	17	1000	240 000	350 000	220
	18	1200	220 000	400 000	380
10	19	1400	200 000	450 000	220
	20	1600	180 000	500 000	380
11	21	1800	160 000	300 000	220
	22	2000	140 000	350 000	380
12	23	800	120 000	400 000	220
	24	1000	100 000	450 000	380
13	25	1200	240 000	500 000	220
	26	1800	100 000	300 000	380
14	27	1400	200 000	300 000	220
	28	1600	180 000	350 000	380

Продовження таблиці 3.12

1	2	3	4	5	6
15	29	2000	120 000	350 000	220
	30	800	100 000	400 000	380
16	31	1000	240 000	450 000	220
	32	1200	220 000	500 000	380
17	33	1400	200 000	300 000	220
	34	1600	180 000	350 000	380
18	35	1800	160 000	400 000	220
	36	1000	100 000	450 000	380
19	37	1200	240 000	500 000	220
	38	1000	100 000	450 000	380
20	39	800	120 000	400 000	220
	40	1000	100 000	450 000	380

Таблиця 3.13 – Оформлення розв’язку задач 1, 2

Умови задачі по варіанту № __: Напруга лінії, U , В; Опір ізоляції провідників, $r_{із}$, Ом; Опір тіла людини, $R_{л}$, Ом; Опір килимка, $r_{кл}$, Ом			
Варіант умов задачі	Струм через людину $I_{л}$, мА	Якою може бути дія такого струму на організм людини	Чим викликана зміна струму у цьому випадку у порівнянні з іншими
1.1			
1.2			
1.3			
2.1			
2.2			
2.3			

Контрольні запитання

1. Що таке електричний струм, електричне поле, електрична дуга та якими основними параметрами вони характеризуються?

2. Якими ефектами супроводжується протікання електричного струму через організм людини і які види травм можливі в результаті дії струму?
3. В чому полягає небезпека електричної дуги для організму людини?
4. Які існують типи місцевих електротравм? Наведіть характеристику кожного з них.
5. Як класифікуються загальні електротравми? Наведіть характеристику кожної групи загальних електротравм.
6. Які чинники електричного характеру і якою мірою впливають на тяжкість електротравми?
7. Які чинники неелектричного характеру і якою мірою впливають на тяжкість електротравми?
8. Які чинники виробничого середовища і якою мірою впливають на тяжкість електротравми?
9. Що таке електроустановка, електротравматизм, електробезпека?
10. В чому полягають особливості електротравматизму?
11. Як класифікуються приміщення за ступенем небезпеки ураження електричним струмом?
12. Що таке напруга кроку і від чого залежить її значення?
13. Що таке напруга дотику і від чого залежить її значення?
14. Що таке струм витоку електричної мережі і від чого залежить його значення?
15. Наведіть формулу величини струму, що протікає через людину в разі дотику її до одного проводу однофазної електричної мережі, що ізолювана від землі, у випадку:
 - 15.1. ізоляція неушкоджена, опори ізоляції обох провідників однакові;
 - 15.2. пошкоджена ізоляція провідника, якого людина не торкається;
 - 15.3. пошкоджена ізоляція провідника, якого торкається людина.
16. Наведіть формулу величини струму, що протікає через людину в разі дотику її до фазного проводу однофазної електричної мережі, полюс джерела струму якої глухозаземлено, у випадку:
 - 16.1. ізоляція неушкоджена, опір ізоляції обох провідників однаковий;
 - 16.2. пошкоджена ізоляція фазного провідника;
 - 16.3. пошкоджена ізоляція нейтрального провідника.

17. Назвіть основні засоби і заходи, що забезпечують електробезпеку при нормальному режимі роботи електроустановок.

18. В чому полягає захисна дія електричної ізоляції? Які види ізоляції використовуються в електроустановках?

19. В чому полягає дія пристрої захисного вимкнення? Які види пристроїв захисних пристроїв використовуються в електроустановках напругою до 100 В?

20. В чому полягає захисна дія малої напруги? Які вимоги ставляться до малої напруги, що використовується як засіб захисту, і до її джерел?

Список джерел інформації

1. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом (ДСТУ Б В.2.5-82:2016): наказ Міністерства України від 01.07. 2016. – Режим доступу <http://eom.com.ua/index.php?action=downloads;sa=downfile&id=3530>.

2. Правила улаштування електроустановок. Глава 1.7 Заземлення та захисні заходи від ураження електричним струмом : наказ Міністерства енергетики України № 476 від 21.07.2017 р. ДП «Національна енергетична компанія «Укренерго». Київ. 2017. С. 75 – 115. – Режим доступу <https://art-energetyka.com.ua/BA.pdf>.

3. Основи професійної безпеки та здоров'я людини : підручник / В. В. Березуцький та ін. Харків: ФОП Панов А. М., 2018 – 553 с.

4. Кухровський П. П. Електробезпека на виробництві та побуті : навч. посіб. / П. П. Кухровський. – Харків: Лідер, 2013. – 384 с.

Практичне заняття 3.5

Розрахунок захисного заземлення електроустановки

Мета роботи. Набуття практичних навичок у визначенні основних параметрів заземлення і самостійному рішенні інженерної задачі розрахунку захисного заземлення електроустановки.

Загальні положення. Захисне заземлення – навмисне електричне з'єднання з землею чи її еквівалентом металевих неструмопровідних час-

тин, що можуть перебувати під напругою внаслідок замикання на корпус і з інших причин (індуктивний вплив сусідніх струмопровідних частин, винос потенціалу, розряд блискавки і т.п.).

Захисне заземлення призначене для усунення небезпеки ураження електричним струмом у випадку дотику до корпусу електроустановки й інших неструмопровідних металевих частин, які можуть бути під напругою внаслідок замикання на корпус і з інших причин.

Сфера застосування захисного заземлення – електроустановки з напругою до 1000 В в мережах з ізольованою нейтраллю і вище 1 кВ в мережах з будь-яким режимом нейтралі джерела струму (як з ізольованою, так і з глухозаземленою).

Відповідно до вимог ДСТУ В 2.5-82-2016 захисне заземлення електроустановки слід виконувати:

- при номінальній напрузі 380 В і вище – змінного струму і 440 В і вище постійного струму у всіх випадках;
- при номінальних напругах від 42 В до 380 В змінного і від 110 В до 440 В постійного струму при роботах в умовах підвищеної небезпеки, особливо в небезпечних і зовнішніх установках.

Принцип дії захисного заземлення. В електроустановках напругою до 1 кВ це зниження напруги дотику і кроку, обумовлених замиканням на корпус і іншими причинами, до безпечних значень. Це досягається шляхом зменшення потенціалу заземленого устаткування за рахунок малого опору пристрою, що заземлює, а також шляхом вирівнювання потенціалів основи, на якій стоїть людина і заземленого устаткування за рахунок збільшення потенціалу основи до значень, близьких до потенціалу заземленого устаткування.

Принципова схема захисного заземлення наведена на рис. 3.10.

Заземлення здійснюється за допомогою спеціальних пристроїв – заземлювачів. Заземлювачі бувають одиночні і групові. Груповий заземлювач складається з вертикальних стрижнів і горизонтальної смуги, яка їх з'єднує. Вертикальні електроди закладають разом з фундаментом будинків на визначеній відстані один від одного. З метою економії засобів захисту рекомендують використовувати природні заземлювачі.

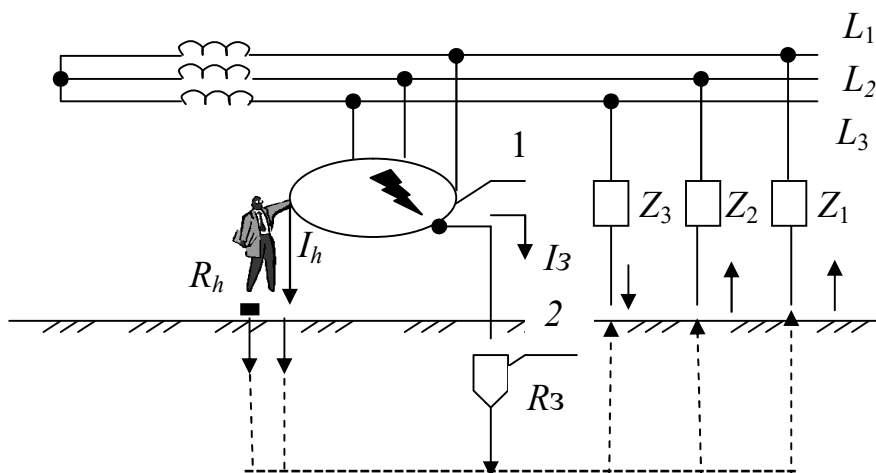


Рисунок 3.10– Принципова схема захисного заземлення:

1 – заземлене електроустаткування; 2 – заземлювач захисного заземлення; R_3 , R_h – опір захисного заземлення і тіла людини відповідно, Ом; I_3 – струм замикання, А; I_h – струм через тіло людини, мА; Z_1 , Z_2 , Z_3 – повний опір ізоляції фаз L_1 , L_2 , L_3 – лінійні провідники.

Як природні заземлювачі рекомендується використовувати:

- прокладені в землі водопровідні й інші металеві трубопроводи, за винятком трубопроводів паливних рідин, паливних чи вибухових газів і сумішей;
- обсадні труби свердловин;
- металеві і залізобетонні конструкції будинків і споруд, що знаходяться в зіткненні із землею;
- свинцеві оболонки кабелів, прокладених у землі;
- інші металоконструкції, розташовані в ґрунті.

Природні заземлювачі з'єднуються з магістралями заземлення не менше, ніж двома провідниками в різних місцях.

Послідовність виконання розрахунку захисного заземлення

Завдання розрахунку – визначення основних конструктивних параметрів заземлення (кількість, розмір, порядок розміщення вертикальних стрижнів і довжини сполучної смуги, що поєднує їх у груповий заземлю-

вач), при яких опір розтіканню струму обраного групового заземлювача $R_{гр}$ не перевищить нормативного значення $R_{зп}$.

Розрахунок виконується методом коефіцієнтів використання у наведеній нижче послідовності.

1) Уточнити вихідні дані. Для розрахунку захисного заземлення необхідні такі відомості:

- характеристика електроустановки (тип установки, робоча напруга, способи заземлення, розміщення устаткування і т.п.);
- форма і розміри стрижнів, з яких передбачено виготовити проєктований заземлювач, передбачувана глибина закладення їх у землю.

2) Визначити розрахунковий струм замикання на землю і відповідне йому нормативне значення опору розтіканню струму захисного заземлення.

Розрахунковий струм замикання – це найбільший можливий у даній електроустановці струм замикання на землю. Для електроустановок напругою до 1000 В струм однополюсного замикання на землю не перевищує 10 А, тому що навіть при найгіршому стані ізоляції і значної ємності опір фази щодо землі не буває менше 100 Ом. Нормативне значення опору захисного заземлення практично не залежить від цього струму і згідно з ПУЕ і ДБН В.2.5-27-2006 не повинно перевищувати значення, наведені у табл. 3.14.

Таблиця 3.14– Припустимі опори захисних заземлювальних пристроїв

№ п/п	Характеристика електроустановки	Найбільш допустимий опір заземлювального пристрою, Ом
1	2	3
1	Електроустановки напругою до 1 кВ Захисні заземлювальні пристрої мережі з ізольованою нейтраллю при потужності генератора трансформатора до 100 кВ·А більше 100 кВ·А	10 4

Продовження таблиці 3.14

1	2	3
2	<i>Електроустановки напругою вище 1 кВ</i> Захисні заземлювальні пристрої електроустановок мережі з ефективно заземленою нейтраллю (з великими струмами замикання на землю). Заземлювальний пристрій виконується з дотриманням вимог до його опору. Захисні заземлювальні пристрої електроустановок мережі з ізольованою нейтраллю (з малими струмами замикання на землю): якщо заземлювальний пристрій використовується тільки для електроустановок вище 1 кВ; якщо заземлювальний пристрій використовується тільки для електроустановок до 1 кВ	0,5 250/<i>I</i>, але не більше 10 125/ <i>I</i>, але не більше 10

Примітка. *I* – розрахунковий струм замикання на землю, А.

В електроустановках напругою понад 1кВ з ізольованою нейтраллю розрахункове значення струму замикання на землю може бути визначене за такою напівемпіричною формулою:

$$I_z = \frac{U_{\text{л}}}{350(35 \cdot L_{\text{к}} + L_{\text{п}})}, \quad (3.48)$$

де $U_{\text{л}}$ – лінійна напруга мережі (на високій стороні трансформаторної підстанції), кВ; $L_{\text{к}}$, $L_{\text{п}}$ – довжина електричних зв'язаних кабельних і повітряних ліній відповідно, км.

Відповідні отриманому розрахунковому струму замикання на землю нормативні значення опору заземлювальних пристроїв (ЗП) вибираються з табл. 3.14.

Найбільші допустимі опори захисних ЗП відповідно до вимог ПУЕ і ДСТУ Б В.2.5-82:2016, наведені в табл. 3.14.

При з'єднанні ЗП різних напруг чи призначень приймається менше із необхідних, визначених правилами, значення опорів.

3) Визначити необхідний опір штучного заземлювача.

При використанні природних заземлювачів опір штучного заземлювача $R_{ш}$ визначається за формулою

$$R_{ш} = \frac{R_{п} \cdot R_{зп}}{R_{п} - R_{зп}}, \quad (3.49)$$

де $R_{п}$ – опір розтіканню струму природних заземлювачів, Ом; $R_{ш}$ – необхідний опір штучного заземлювача, Ом; $R_{зп}$ – розрахунковий нормований опір ЗП, Ом (див. табл. Д 3.1 додатку 3 та табл. 3.15).

При відсутності природних заземлювачів необхідний опір штучного заземлювача дорівнює розрахованому нормованому опорі ЗП:

$$R_{ш} = R_{зп}. \quad (3.50)$$

4) Визначити розрахунковий питомий опір землі за формулою:

$$\rho = \rho_{вим} \cdot \Psi, \quad (3.51)$$

де ρ – розрахунковий питомий опір землі, Ом·м; $\rho_{вим}$ – питомий опір землі, отриманий у результаті вимірів, Ом·м; Ψ – коефіцієнт сезонності, що враховує промерзання чи висихання ґрунту (таблиця Д 3.4 додаток 3).

5) Обчислити опір розтіканню струму одиночного вертикального заземлювача $R_{в}$, Ом. Розрахункова формула вибирається залежно від типу, геометричних розмірів і умов залягання. У випадку стрижневого круглого перерізу (трубчастого) заземлювача, заглибленого в землю (рис. 3.11), розрахункова формула має вигляд:

$$R_{в} = \frac{\rho_{в}}{2\pi \cdot l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right), \quad (3.52)$$

де $\rho_{в}$ – розрахунковий питомий опір ґрунту, визначений за формулою (3.51), Ом·м; l – довжина вертикального стрижня, м; d – діаметр перерізу, м; t – відстань від поверхні ґрунту до середини довжини вертикального стрижня, м.

6) Розрахувати наближену (мінімальну) кількість вертикальних стрижнів

$$n' = R_{в} / R_{ш}, \quad (3.53)$$

де R_b – опір розтікання струму одиночного вертикального заземлювача, Ом; $R_{ш}$ – необхідний опір штучного заземлювача, Ом.

Отриману кількість стрижнів округляють до значення: 2, 4, 6, 10, 20, 40, 60, 100.

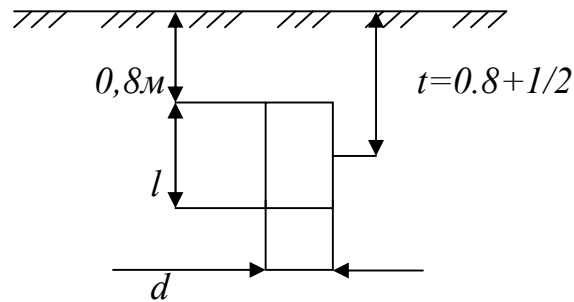


Рисунок 3.11 – Схема залягання стрижневого трубчастого заземлювача

7) Визначити конфігурацію групового заземлювача: ряд або контур, з урахуванням можливості його розміщення на відведеній території, і розрахувати відповідну довжину горизонтальної смуги $l_{гс}$, м:

$$\text{за контуром} \quad l_{гс} = 1,05 \cdot a \cdot n; \quad (3.54)$$

$$\text{за рядом} \quad l_{гс} = 1,05 \cdot a \cdot (n - 1), \quad (3.55)$$

де a – відстань між вертикальними стрижнями обумовлена зі співвідношення, м, і дорівнює

$$a = k \cdot l_b, \quad (3.56)$$

де k – коефіцієнт кратності, який дорівнює 1, 2, 3; l_b – довжина вертикального стрижня; n – кількість вертикальних стрижнів.

8) Обчислити опір розтіканню струму горизонтального стрижня $R_{гс}$, Ом. У випадку горизонтального смугового заземлювача (рис. 3.12) розрахунок виконується за формулою

$$R_{гс} = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{bt}, \quad (3.57)$$

де ρ – розрахунковий питомий опір ґрунту, Ом·м; l – довжина горизонтальної смуги, м; b – ширина смуги, м; t – відстань від поверхні ґрунту до

середини ширини горизонтальної смуги; $l_{гг}$ – глибина закладки горизонтальної смуги рівна 0,8 м.

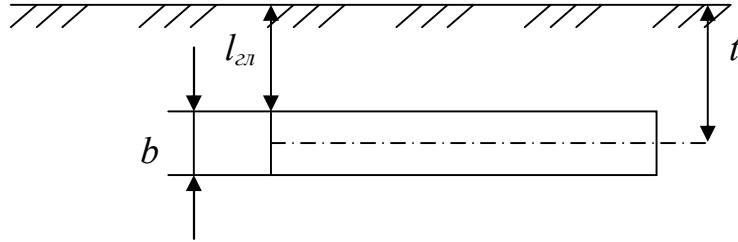


Рисунок 3.12 – Схема горизонтального смугового заземлювача.

9) Вибрати коефіцієнти використання вертикальних стрижнів, η_v і горизонтальної смуги, η_g з урахуванням кількості вертикальних стрижнів, n і відношення відстані між стрижнями, a , до їх довжини l_v (табл. Д 3.2, Д 3.3 додаток 3).

10) Розрахувати еквівалентний опір розтіканню струму групового заземлювача

$$R_{гр} = \frac{R_v R_g}{R_v \eta_g + R_g \eta_v \cdot n}, \quad (3.58)$$

де R_v, R_g – відповідно опір вертикального стрижня і горизонтальної смуги, Ом; η_v, η_g – відповідно коефіцієнти використання вертикальних стрижнів і горизонтальної смуги, Ом; n – кількість вертикальних стрижнів.

11) Отриманий опір розтіканню струму групового заземлювача не повинен перевищувати необхідний опір, визначений в пункті 3:

$$R_{гр} \leq R_{ш}, \quad (3.59)$$

Якщо отриманий опір групового заземлювача, $R_{гр}$ задовольняє умові 3.59, розрахунок вважається виконаним.

Якщо $R_{гр}$ більше чи значно менше необхідного ($\geq 20\%$), слід ввести виправлення в попередню схему ЗП:

- змінити кількість вертикальних стрижнів;
- змінити конфігурацію ЗП;
- зробити повторний розрахунок, починаючи з пункту 6.

Таким чином, захисне заземлення розраховується шляхом послідовних наближень.

12) Розраховані параметри ЗП навести в табл. 3.15.

Таблиця 3.15 – Розраховані параметри захисного пристрою

I_3 , А	P , Ом·м	l_B , м	l_G , м	n , шт.	k	l_{C2} , м	R_B , Ом	R_G , Ом	η_B	η_G	$R_{ш}$, Ом	$R_{гр}$, Ом

Таблиця 3.16 – Перелік індивідуальних завдань

№ варі- анта	Трансформаторна підстанція напру- гою U , кВ	Розміри будинку		Розрахунковий опір природного заземлювача, R_e , Ом	Довжина лінії елек- тропередач	
		Довжина L , м	Ширина B , м		$l_{кл}$, км	$l_{пл}$, км
1	6/0,4	24	12	15	70	65
2	10/6	24	12	18	45	70
3	10/0,4	18	6	17	50	60
4	6/0,4	12	12	19	85	75
5	10/6	24	18	13	92	63
6	10/6	18	12	16	75	54
7	6/0,4	12	18	18	84	65
8	10/0,4	30	12	16	73	68
9	10/0,6	30	18	14	82	74
10	6/0,4	18	12	12	91	69
11	10/0,4	18	12	–	49	38
12	10/6	24	12	14	94	65
13	10/0,4	24	18	–	78	65
14	6/04	12	6	18	73	62
15	10/6	18	12	10	86	63
16	10/0,4	12	18	11	93	54
17	6/0,4	18	12	12	99	86
18	10/0,4	24	12	17	75	53
19	10/6	12	6	19	73	54
20	6/0,4	18	12	13	92	68

Таблиця 3.17 – Перелік індивідуальних завдань

№ варі- анта	Параметри вертикального електрода		Параметри гори- зонтального еле- ктрода	Питомий опір зем- лі ρ обмірюване, Ом·м	Кліматична зона
	Довжина l_B , м	Діаметр d , мм ²	Переріз полоси, мм ²		
1	5	12	4 x 40	120	I
2	3	14	4 x 40	110	II
3	3	12	6 x 56	130	III
4	5	14	8 x 60	70	IV
5	5	12	4 x 32	80	I
6	5	14	6 x 60	110	II
7	3	12	6 x 50	90	III
8	5	14	4 x 48	114	IV
9	5	16	4 x 32	70	I
10	3	12	6 x 48	160	II
11	5	16	4 x 50	162	III
12	5	17	6 x 56	90	IV
13	3	18	8 x 50	80	I
14	5	19	4 x 56	162	II
15	5	20	8 x 48	150	III
16	3	22	4 x 56	122	IV
17	5	14	8 x 25	160	I
18	5	15	4 x 56	120	II
19	5	16	8 x 32	110	III
20	5	18	4 x 48	190	IV

Контрольні запитання

1. Складові захисного пристрою, їх призначення.
2. Типи систем заземлення, їх характеристика.
3. Опишіть закон розподілу потенціалу на поверхні землі при стіканні струму в землю через одиночний заземлювач.
4. Що називається захисним заземленням ?
5. На чому заснований принцип дії захисного заземлення ?

6. Якими методами вимірюють опір розтіканню струму захисних заземлюючих пристроїв ?
7. Яка встановлена періодичність вимірювання опору розтіканню струму захисних заземлюючих пристроїв ?
8. Навести схему вимірювання опору захисного заземлення методом амперметра - вольтметра.
9. Яка допустима величина опору розтіканню струму захисного заземлення у мережах низької напруги (до 1000 В)?

Список джерел інформації

1. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом (ДСТУ Б В.2.5-82:2016): наказ Міністерства України від 01.07. 2016. – Режим доступу <http://eom.com.ua/index.php?action=downloads;sa=downfile&id=3530>.
2. Правила улаштування електроустановок. Глава 1.7 Заземлення та захисні заходи від ураження електричним струмом : наказ Міністерства енергетики України № 476 від 21.07.2017 р. ДП «Національна енергетична компанія « Укренерго». Київ. 2017. С. 75 – 115. – Режим доступу <https://art-energetyka.com.ua/BA.pdf>.
3. Основи професійної безпеки та здоров'я людини : підручник / В. В. Березуцький та ін. Харків: ФОП Панов А. М., 2018 – 553 с.
4. Розрахунки з питань охорони праці та безпеки життєдіяльності: Навчально-методичний посібник для студентів усіх спеціальностей та усіх форм навчання / За ред. проф. В.В. Березуцького. – Харків: НТУ «ХП», 2005. – С. 71-78

Практичне заняття 3.6

Розрахунок і проектування захисних заходів від ударів блискавкою

Мета роботи. Набуття навичок у рішенні інженерної задачі: визначення типу і розмірів блискавкоприймачів, струмовідводів і електродів – заземлювачів.

Загальні положення. Блискавкозахист – комплекс захисних пристроїв, призначених для гарантування безпеки людей, збереження будинків і споруд, устаткування і матеріалів від можливих вибухів, загорянь і руйнувань, спричинених ударом блискавки.

Найбільш небезпечним є прямий удар блискавки, при якому її канал проходить через будинок, споруду і т.п. Струм блискавки досягає 200 кА, напруга 150 МВ, температура каналу – 6 000-30 000 °С. При прямому ударі через високу температуру в каналі блискавки відбувається миттєве нагрівання конструкцій будинку і повітря. Останнє, розширюючись, утворює ударну повітряну хвилю, що руйнує будинки і споруди.

Крім прямого удару прояви блискавки можуть бути у вигляді електростатичної й електромагнітної індукцій. Внаслідок дії електромагнітного поля блискавки, що вдаряє в об'єкт на відстані від нього, виникає електромагнітний імпульс блискавки (ЕМІБ). Цей імпульс може викликати електромагнітні ефекти від струму блискавки, які супроводжуються як перехідними хвильовими процесами, так і ефектами випромінювального електромагнітного поля, а саме іскріння або сильне нагрівання в місцях з недостатньо щільними контактами між металевими елементами конструкцій, що, у свою чергу, може спричинити пожежу чи вибух залежно від категорії приміщення.

Блискавка у всіх випадках небезпечна високими потенціалами, що викликають ураження людей прямим ударом, а також напругою дотику і кроку.

Спосіб захисту від блискавок вибирають залежно від призначення будинку або споруди, інтенсивності грозової діяльності у даному районі, очікуваної кількості уражень блискавкою на рік. Середньорічну грозову діяльність у годинах визначають по карті, яка наведена в Інструкції з проектування і пристосування блискавкозахисту будинків і споруд – ДСТУ EN 62305-1:2012.

Класифікація об'єктів визначається за небезпекою ударів блискавки для самого об'єкта і його оточення. Безпосередня небезпечна дія блискавки – це пожежі, механічні пошкодження, травми та загибель людей і тварин, а також пошкодження електричного і електронного устаткування. Наслідками удару блискавки можуть бути вибухи і виділення небезпеч-

них продуктів – радіоактивних і отруйних хімічних речовин, а також бактерій та вірусів.

Удари блискавки можуть бути особливо небезпечні для електронних систем.

Щодо блискавкозахисту об'єкти поділяються на *звичайні* та *спеціальні*.

Звичайні об'єкти (промислові підприємства, тваринницькі і птахівничі будівлі і споруди, житлові і адміністративні будівлі, універмаги, банки, страхові компанії, дошкільні установи, школи, лікарні, притулки для старих, музеї і археологічні пам'ятники, спортивні споруди тощо).

Спеціальні об'єкти:

- об'єкти, що становлять небезпеку для безпосереднього оточення (нафтопереробні підприємства, заправні станції, підприємства з виробництва і зберіганням вибухових речовин);

- об'єкти, що становлять небезпеку для екології (хімічні заводи, атомні електростанції, біохімічні фабрики і лабораторії);

- об'єкти з обмеженою небезпекою (пожежонебезпечні підприємства, електростанції, підстанції і лінії електропередавання, засоби зв'язку);

- інші об'єкти (будови висотою вище 60 м, об'єкти, що будуються).

Параметри струмів блискавки. У ДСТУ EN 62305-1:2012 передбачено чотири рівні блискавкозахисту (РБЗ) (I, II, III, IV). Для кожного рівня – число (номер), яке пов'язане із заздалегідь встановленими параметрами струму блискавки та імовірністю того, що ці взаємопов'язані максимальні і мінімальні параметри не будуть перевищувати природних параметрів струмів блискавки.

РБЗ встановлені максимальні (табл. 3.18 –3.22) і мінімальні (табл. 3.23) фіксовані параметри струму блискавки. Імовірність того, що встановлені параметри струмів блискавки будуть відповідати параметрам природної блискавки, наведені в табл. 3.18.

Таблиця 3.18 – Параметри першого імпульсу струму блискавки

Параметр струму	РБЗ		
	I	II	III, IV
Максимум струму I , кА	200	150	100
Тривалість фронту T_1 , мкс	10	10	10
Час напівспаду T_2 , мкс	350	350	350
Заряд в імпульсі $Q_{\text{сум}}$, Кл	100	75	50
Питома енергії в імпульсі W/R , МДж/Ом	10	5,6	2,5

Таблиця 3.19 – Параметри наступного імпульсу струму блискавки

Параметр струму	РБЗ		
	I	II	III, IV
Максимум струму I , кА	50	37,5	25
Тривалість фронту T_1 , мкс	0,25	0,25	0,25
Час напівспаду T_2 , мкс	100	100	100
Середня крутість a , кА/мкс	200	150	100

Таблиця 3.20 – Параметри тривалого струму блискавки в інтервалах між імпульсами

Параметри струму	РБЗ		
	I	II	III, IV
Заряд $Q_{\text{трив}}^*$, Кл	200	150	100
Тривалість T , с	0,5	0,5	0,5

Примітка. $*Q_{\text{трив}}$ – заряд, обумовлений тривалим протіканням струму в період між двома імпульсами струму блискавки.

Таблиця 3.21 – Параметри повного розряду блискавки

Параметр	РБЗ		
	I	II	III, IV
Повний заряд $Q_{\text{повн}}$, Кл	300	225	150

Таблиця 3.22 – Мінімальні параметри струму блискавки і радіуси фіктивної сфери для прийнятих РБЗ

Показник	РБЗ			
	I	II	III	IV
Мінімальний струм I , кА	3	5	10	16
Радіус фіктивної сфери R , м	20	30	45	60

Таблиця 3.23 – Імовірність того, що прийняті параметри струму блискавки будуть відповідати параметрам природних блискавок

Імовірність того, що параметри струму блискавки	РБЗ			
	I	II	III	IV
Будуть менші, ніж максимальні величини, наведені в табл. 3.19 – 3.21	0,99	0,98	0,97	0,97
Будуть більші, ніж мінімальні величини, наведені в табл. 3.22	0,99	0,97	0,91	0,84

Методика та алгоритм розрахунку захисних заходів від ударів блискавкою

1) Підрахунок очікуваної кількості N уражень блискавкою на рік виконується за такими формулами:

- для зосереджених будинків і споруд (димарі, вишки, вежі)

$$N = 9 \pi \cdot h_x^2 \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (3.60)$$

- для будинків і споруд прямокутної форми

$$N = [(S + 6 \cdot h_x) \cdot (L + 6 \cdot h_x) - 7,7 \cdot h_x^2] \cdot 10^{-6}, \quad (3.61)$$

де S , L , h_x – відповідно ширина, довжина, найбільша висота будинку чи споруди, що захищається, м; n – середньорічна кількість ударів блискавки в 1 км² земної поверхні (питома щільність ударів блискавки в землю) у місці розташування будинку або споруди.

Для будинків і споруд складної конфігурації як S і L розглядаються ширина і довжина найменшого прямокутника, у який може бути вписаний будинок або споруда в плані.

Для довільного пункту на території України питома щільність ударів блискавки в землю n визначається виходячи із середньорічної тривалості гроз у годинах. Дані питомої щільності ударів блискавки в землю наведені в табл. 3.24 згідно з ДСТУ EN 62305-1:2012.

Таблиця 3.24 – Залежність питомої щільності ударів блискавки в землю

Середньорічна тривалість гроз, год	Питома щільність ударів блискавки в землю n , 1/(км ² рік)
10–20	1
20–40	2
40–60	4
60–80	5,5
80–100	7
100 і більше	8,5

Одним з основних заходів захисту від впливу блискавки є блискавковідвід. Він зберігає визначену зону захисту – частину простору, у межах якого забезпечується захист будинків і споруд від прямих ударів блискавки. За конструкцією блискавковідводи поділяють на стрижневі, тросові і сітчасті.

Блискавковідвід складається з опори, блискавкоприймача, струмовідводу і пристрою заземлювального. Струмовідводи виконують з металевих стрижнів перерізом не менше 100 мм², що з'єднують зварюванням з блискавкокоприймачем з пристроями, що заземлюють, діаметром не менше 6 мм. При двох струмовідводах допускається переріз не менше 50 мм². Загальний опір заземлення береться не більше 10 Ом.

Донедавна для заземлювачів блискавкозахисту нормувався імпульсний опір розтіканню струмів блискавки: його максимально допустиме значення було 10 Ом для будинків і споруд I і II категорій і 20 Ом для будинків і споруд III категорії. При цьому допускалося збільшення імпульсного опору до 40 Ом у ґрунтах з питомим опором більше 500 Ом·м при одночасному віддаленні блискавковідводів від об'єктів I категорії на відстань, що гарантує від пробоя по повітрю й у землі.

Для зовнішніх установок максимально допустимий імпульсний опір заземлювачів було прийнято 50 Ом. Заземлення розраховують за ДСТУ EN 62305-1:2012 з урахуванням коефіцієнта імпульсу заземлювача, що залежить від імпульсного струму блискавки й опору ґрунту.

Будинки і споруди *I категорії* захищають відокремленими або ізольованими стрижневими чи тросовими блискавковідводами.

На об'єктах *II категорії* блискавковідводи встановлюють безпосередньо на самому об'єкті. Крім того, може бути використана металева покрівля. При неметалевій покрівлі укладають сітчасті блискавковідводи. В обох випадках спуски від даху влаштовують через кожні 50–60 м по периметру будинку.

Об'єкти *III категорії* захищають блискавковідводами будь-якого типу. Металева покрівля і сталеві ферми можуть бути використані як блискавкоприймачі. Для захисту від прямих ударів блискавки металевих зовнішніх установок також застосовують будь-які типи блискавковідводів.

Зона блискавкозахисту залежно від типу, кількості і взаємного розташування блискавковідводів може мати різноманітні геометричні форми. У середині цієї зони, у свою чергу виділяють зону А зі ступенем надійності 99,5 % і вище і зону Б – зі ступенем надійності 95 % і вище.

Зона захисту одиночного стрижневого блискавковідводу висотою h являє собою круговий конус (рис. 3.13). Вершина конуса знаходиться на висоті $h_0 < h$. На рівні землі зона захисту утворить коло радіусом r_0 .

Горизонтальний перетин у зоні захисту на висоті споруди, що захищається, h_x являє собою коло радіусом r_x .

Зони захисту одиночних стрижневих блискавковідводів висотою $h \leq 150$ м мають такі розміри.

Зона А:

$$\begin{aligned} h_0 &= 0,85 h; & r_0 &= (1,1 - 0,002 h) h; \\ r_x &= (1,1 - 0,002 h) \left(h - \frac{h_x}{0,85} \right); \end{aligned} \quad (3.62)$$

Зона Б:

$$h_0 = 0,92 h; \quad r_0 = 1,5 h; \quad r_x = 1,5 \left(h - \frac{h_x}{0,92} \right). \quad (3.63)$$

Для зони Б висоту поодинокого стрижневого блискавковідводу при відомих величинах h_x і r_x визначають за формулою:

$$h = (r_x + 1,63h_x) / 1,5. \quad (3.64)$$

Зона захисту поодинокого тросового блискавковідводу висотою $h \leq 150$ м наведена на рис. 3.14.

З урахуванням стріли прогину троса перерізом 35–50 мм². при відомій висоті опор $h_{оп}$ і довжині прольоту α висота троса (у метрах) визначається так:

$$h = h_{оп} - 2 \quad \text{при } \alpha < 120 \text{ м};$$

$$h = h_{оп} - 3 \quad \text{при } 120 < \alpha < 150 \text{ м}.$$

Зони захисту одиночного тросового блискавковідводу мають такі габаритні розміри.

Зона А:

$$h_0 = 0,85h; \quad r_0 = (1,35 - 0,0025h);$$

$$r_x = (1,35 - 0,0025h) \cdot (h - h_x / 0,85) \quad (3.65)$$

Зона Б:

$$h_0 = 0,92h; \quad r_0 = 1,7h; \quad r_x = 1,7(h - h_x / 0,92). \quad (3.66)$$

Для зони типу Б висота одиночного тросового блискавковідводу при відомих значеннях визначається за формулою.

$$h = (r_x + 1,85h_x) / 1,7 \quad (3.67)$$

Можуть бути застосовані також кілька тросових й інших блискавковідводів, що створюють необхідну зону захисту.

Захист великих і протяжних об'єктів виконується три- та чотиристріжневими блискавковідводами. Висоту і радіуси захисту різних блискавковідводів визначають за допомогою номограм, наведених у ДСТУ EN 62305-1:2012.

Для захисту від дії електромагнітного поля всі металеві предмети, що знаходяться у будинку, а також введення в будинок усіх комунікацій

необхідно надійно заземлювати. При цьому імпульсний опір заземлення не повинен перевищувати 10 Ом.

Для захисту від заносу небезпечних потенціалів забороняється вводити в об'єкти *I категорії* дроти повітряних ліній електропередачі і зв'язку. Енергію дозволяється підводити кабелями із заземленням оболонок.

Уведення повітряних ліній усередину об'єктів *II категорії*, якщо необхідно, допускається, але є небажаним.

В об'єкти *III категорії* вводити повітряні лінії дозволяється. При цьому обов'язково заземлюють штирі ізоляторів і встановлюють захисні розрядники на введенні в будинок.

Як приклад нижче наведено розрахунок блискавкозахисту листоштампувального цеху.

Приклад розрахунку блискавкозахисту листоштампувального цеху

Умови задачі: споруда листоштампувального цеху розташована в Україні, має розміри: $S = 72$ м; $L = 138$ м; $h_x = 18$ м. Будинок знаходиться в місцевості з грозовою діяльністю 100 і більше годин.

Завдання: провести розрахунок і проектування захисних заходів від ударів блискавкою листоштампувального цеху.

Рішення. Згідно табл. Д 4.1 додатку 4 п. 3 такій інтенсивності відповідає середньорічна кількість ударів блискавки, що припадає на 1 км^2 площі, $n = 8,5$.

Ступінь вогнестійкості будинку – III, приміщення будинку належить до класів П-I, П-II, П-IIIа. Отже, категорія пристрою блискавкозахисту – III.

Очікувана кількість N уражень блискавкою на рік будинків і споруд, не обладнаних блискавкозахистом, визначається за формулою (3.61).

Підставляючи відомі дані, отримуємо

$$N = [(71 + 6 \cdot 18)(138 + 6 \cdot 18) - 7,7 \cdot 18^2] 8,5 \cdot 10^{-6} = 0,4$$

Оскільки $0,02 < N \leq 2$ тип зони захисту даного цеху – Б згідно з табл. Д 4.1 додатку 4.

Визначення зони захисту блискавковідводу – частина простору, усередині якого будинок чи споруда захищений від прямих ударів блискавки з визначеним ступенем надійності.

З рис. 3.13 визначаємо r_x , м:

$$r_x = \frac{\sqrt{S^2 + L^2}}{2} = \frac{72^2 + 138^2}{2} = 77,827.$$

Визначаємо для зони Б висоту поодинокого стрижневого блискавквідводу. За відомими величинами h_x та r_x (за формулою 3.64), м:

$$h = (r_x + 1,63 \cdot h_x) / 1,5 = (77,827 + 1,63 \cdot 18) / 1,5 = 71,445.$$

Радіус зони захисту r_o на рівні землі (за формулою 3.63), м :

$$r_o = 1,5 \cdot h = 1,5 \cdot 71,445 = 107 / 168.$$

Визначаємо за формулою 3.66 висоту захисту над землею h_0 :

$$h_0 = 0,92 \cdot h = 0,92 \cdot 71,445 = 65,729, \text{ м.}$$

Рисунок зони захисту одиничного стрижневого блискавковідводу листоштампувального цеху аналогічний рис. 3.13.

Розміри блискавкоприймачів, струмовідводів і електродів заземлювачів обрано за табл. Д 4.3 додаток 4.

Блискавкоприймач: стрижень зі сталі будь-яких марок, довжина – 5300 мм, площа перерізу – 100 мм².

Струмовідвід: сталь круглого перерізу діаметром 10 мм.

Електрод заземлювача: пруткова сталь діаметром 10 мм.

Вибір конструкції заземлювача.

Тип – вертикальний стрижневий, матеріал – сталь кругла діаметром 10 мм. Опір розтіканню струму промислової частоти – 24 Ом.

Довжина заземлювача – 2 м.

Обрані конструкції блискавкоприймача, струмовідводу і заземлювача забезпечують захист цеху від ударів блискавки.

Варіанти для розрахунку розміщення блискавковідводів для захисту будинків і споруд від прямих ударів блискавки наведено в табл. 4.2 додаток 4.

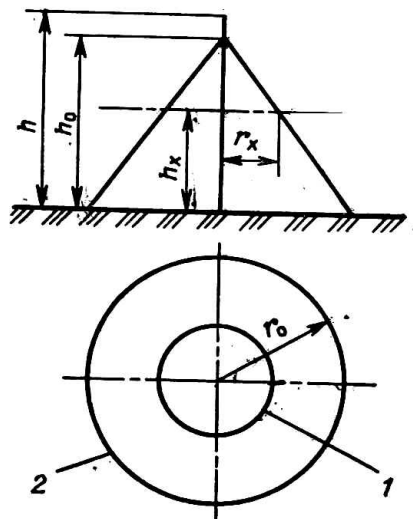


Рисунок 3.13 – Зона захисту одиночного стрижневого блискавковідводу:

1 – границя зони захисту на рівні h_x ; 2 – те саме на рівні землі

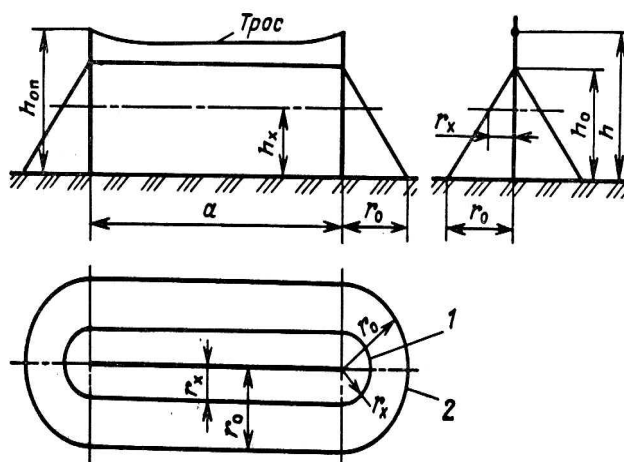


Рисунок 3.14 – Зона захисту одиночного тросового блискавковідводу:

1 – границя зони захисту на рівні h_x ; 2 – те саме на рівні землі

2) Провести розрахунок і спроектувати захисні заходи від ударів блискавкою будинку (споруди) за варіантом завдання, наведеного в таблиці 3.25. Оформити виконане завдання та надати відповіді на контрольні питання.

Таблиця 3.25 – Варіанти завдання для розрахунків. Геометричні розміри будинків і споруд та їхнє призначення

Варіанти	Призначення будинку (споруди)	Середньорічна тривалість блискавки, год	Розміри будинків (споруд)		
			Довжина, L , м	Ширина S , м	Найбільша висота h_x , м
1	Будинок складу лакофарбових матеріалів (ЛКМ)	20–40	27	18	6
2	Будинок газорозподільного пункту	60–80	6	3	5
3	Ливарний цех	40–60	100	70	18
4	Термічний цех	80–100	90	60	16,5
5	Гальванічний цех	100 і більше	60	48	14
6	Механічний цех	10–20	90	60	13,5
7	Будинок ВЦ (вчислюваний центр)	40–60	50	48	11
8	Ковальсько-пресовий цех	20–40	100	80	17
9	Будинок іспитової станції енергетичних установок	80–100	50	30	10,5
10	Будинок підстанції	20–40	70	48	16,5
11	Будинок для проведення фарбувальних робіт	60–80	100	40	14,5
12	Будинок виготовлення вузлів і приладів радіоелектронного устаткування	20–40	80	50	10,5

Контрольні запитання

1. Причини утворення атмосферної електрики.
2. Блискавка. Природа її походження.

3. Характеристика блискавок. Параметри прояву.
4. Небезпечні фактори вторинної дії атмосферної електрики і захист від них.
5. Захист від факторів вторинного впливу атмосферної електрики.
6. Характеристика принципу захисту об'єкта від прямого удару блискавки.
7. Об'єкти, що потребують блискавкозахисту I, II, III категорії.
8. Вид зони захисту одиночного стрижневого і тросового блискавко-відводів.
9. Різниця між зонами захисту А і Б.
10. Блискавкозахист. Залежність вибору способу захисту від блискавок.

Список джерел інформації

1. Захист від блискавки. (ДСТУ EN 62305-1:2012): наказ Мін. економічного розвитку і торгівлі України № 640 від 28.05.2012 (EN 62305-1:2011, IDT)
2. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (НПАОП 40.1-1.32-01): наказ Мінпраці України № 272 від 21.06.2001. – Режим доступу <http://dsp.gov.ua/fond-npaop-2-chastyna/>
3. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою (ДСТУ Б В.1.1-36:2016) : наказ Мінрегіон України № 158 від 15.06.2016.
4. Правила улаштування електроустановок.: наказ Міненерговугілля № 476 України від 21.07.2017 р. – Режим доступу <https://art-energetyka.com.ua/BA.pdf>.
5. Розрахунки з питань охорони праці та безпеки життєдіяльності: Навчально-методичний посібник для студентів усіх спеціальностей та усіх форм навчання / За ред. проф. В.В. Березуцького. – Харків: НТУ «ХП», 2005. – С. 55-70.
6. Левчук К.О., Романюк Р.Я., Толок А.О. Цивільний захист: навч. посіб. Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2016. – 325 с.

Практичне заняття 3.7

Організація безпечної експлуатації електроустановок

Мета роботи. Вивчення організаційних заходів безпечної експлуатації діючих електроустановок (ЕУ).

Загальні положення. Працівників, які обслуговують ЕУ, поділяють на дві групи: працівники електротехнічні і працівники електротехнологічні. Електротехнічні працівники поділяють на такі:

- адміністративно-технічні – керівники підприємств, начальники цехів, служб, відділів, дільниць, лабораторій, їх заступники, на яких покладені адміністративні функції;
- оперативні – працівники, котрі перебувають на чергуванні у зміні і допущені до оперативного керування та оперативних перемикачів;
- виробничі – працівники, котрі забезпечують виробничий процес, експлуатацію, ремонт, монтаж, а також працівники, робота яких пов'язана з виробничим процесом;
- оперативно-виробничі – виробничі працівники, котрі підготовані до оперативного обслуговування ЕУ.

До електротехнічних працівників висувають вимоги: за віком, щодо здоров'я та рівня обізнаності. Перед прийняттям на роботу працівників віком більш як 18 років і періодично через два роки електротехнічні працівники проходять медогляд. До роботи в ЕУ не допускаються особи, що мають гостроту зору та слуху нижчу певного рівня, а також захворювання серця, дихальних шляхів, нервової системи, крові, шкіри та ін. Медичний, наркологічний огляд працівників проводиться відповідно до порядку, що встановлений Міністерством охорони здоров'я України.

Працівники, які обслуговують ЕУ, повинні мати відповідну групу з електробезпеки (ГЕ). Не дозволяється допуск до роботи працівників, які не пройшли навчання і перевірку знань з питань охорони праці та пожежної безпеки, а також у разі закінчення терміну дії попередніх періодичних перевірок знань або медичних оглядів.

Всього є п'ять (I–V) кваліфікаційних ГЕ. Для одержання групи I, незалежно від посади і фаху, необхідно пройти інструктаж з електробезпеки під час роботи на підприємстві з оформленням у журналі реєстрації

інструктажів. Для роботи в ЕУ напругою до 1 кВ працівник повинен мати III групу, в мережах напругою більш як 1 кВ – IV або V групи.

Для отримання груп II і III працівники мають:

- чітко усвідомлювати небезпеку, пов'язану з роботою в ЕУ;
- знати та вміти застосовувати на практиці правила безпеки в обсязі, потрібному для виконання роботи;
- знати будову ЕУ;
- вміти практично надавати першу допомогу потерпілим у разі нещасних випадків, у тому числі застосовувати способи реанімації.

Для одержання груп IV і V додатково необхідно знати розміщення, схеми і будову усіх ЕУ на енергопідприємстві, а також уміти організовувати безпечне проведення робіт і навчати працівників інших груп Правилам безпеки і надання першої допомоги потерпілим.

Для отримання групи V додатково потрібно розуміти, які чинники можуть призводити до виникнення нещасних випадків на виробництві і чим зумовлені вимоги до послідовності організації безпечних робіт в ЕУ. Працівники перед допуском до самостійної роботи повинні бути навчені прийомам звільнення постраждалих від дії електричного струму та надання першої допомоги в разі нещасних випадків. Працівники, які допускаються до виконання спеціальних робіт, повинні додатково пройти спеціальне навчання і перевірку знань з подальшим наданням у посвідченні права виконання таких робіт.

До спеціальних робіт в ЕУ належать:

- роботи на висоті більш як 1,3 м;
- роботи під напругою на струмопровідних частинах (обмивання і чищення ізоляторів, ремонт проводів, контроль вимірювальною штангою ізоляторів і з'єднувальних елементів, змащування тросів);
- випробування обладнання підвищеною напругою (за винятком робіт з мегомметром);
- роботи під наведеною напругою;
- роботи з обслуговування повітряних ліній (ПЛ) з ізолюючим покриттям;
- роботи з відкритим вогнем;
- роботи в приміщеннях з акумуляторними батареями.

Експлуатація діючих електроустановок. Робота у ЕУ стосовно заходів безпеки поділяється на три категорії:

- зі зняттям напруги – це роботи, які проводяться в ЕУ чи її частині, в якій зі струмопровідних частин знято напругу та доступ в ЕУ чи їх частини, що знаходяться під напругою, унеможливлено;
- без зняття напруги на струмопровідних частинах та поблизу них – це роботи, що проводяться безпосередньо на струмопровідних частинах або на відстанях від всіх частинах, які приведені в таблиці 3.26;
- без зняття напруги на відстані від струмопровідних частин, що перебувають під напругою – це роботи, під час яких є неможливим випадкове наближення працівників та працівника з інструментом до струмовідних частин на відстань, меншу допустимої.

Експлуатацію діючих ЕУ поділяють на *оперативне обслуговування та виконання робіт*.

Оперативне обслуговування містить такі операції:

- впровадження потрібного режиму роботи ЕУ;
- проведення перемикачів та оглядів обладнання;
- підготовка до проведення ремонту (підготовка робочого місця, допуск);
- технічне обслуговування окремого обладнання, передбачене виробничими інструкціями.

Виконання робіт – це такі роботи:

- ремонтні роботи – комплекс робіт з відновлення справності та працездатності обладнання: відновлення, випробування, налагодження;
- технічне обслуговування – комплекс робіт з підтримки працездатності обладнання в період його застосування: випробування, підтяжка контактних з'єднань, доливання ізоляційного масла, контроль ізоляції.

Оперативне обслуговування, огляди та порядок виконання робіт. В ЕУ напругою до 1000 В працівники зі складу оперативних або оперативно-виробничих працівників, які обслуговують ЕУ, включно з працівниками, які одноособово обслуговують ЕУ, повинні мати III ГЕ. В ЕУ напругою понад 1000 В працівники зі складу оперативних або оперативно-виробничих працівників, які одноособово обслуговують ЕУ, а також старші в зміні повинні мати групу IV, решта – III ГЕ.

В ЕУ не дозволяється наближення працівників, пристосувань, механізмів і вантажопідіймальних машин до неогороджених струмовідних частин, що перебувають під напругою, на відстані, менші за вказані в таблиці 3.26.

Таблиця 3.26 – Допустима відстань до струмовідних частин, що перебувають під напругою

Напруга, кВ	Відстань від людини в будь-якому можливому її положенні та інструментів і пристосувань, що нею використовуються, м	Відстань від механізмів та вантажопідіймальних машин у робочому та транспортному положеннях, від стропів, вантажозахватних пристосувань та вантажів, м
До 1:		
на ПЛ	0,6	1,0
У решті ЕУ	не нормується (без дотику)	1,0
Понад 1:		
3, 6, 10, 20, 35	0,6	1,0
60, 110	1,0	1,5
154	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 струму	3,5	4,5

Огляд ЕУ, електротехнічних частин технологічного обладнання може виконувати один працівник з групою III зі складу оперативних або оперативновиробничих працівників чи працівник зі складу керівників і спеціалістів підприємства з групою V в ЕУ понад 1000 В і з групою IV – в ЕУ до 1000 В.

Дозвіл на проведення огляду видається особою, в управлінні якої перебуває електроустановка (відповідальний за електрогосподарство). В ЕУ до 1000 В під час огляду дозволяється відчиняти двері щитів, збірок, пультів керування та інших пристроїв. В ЕУ понад 1000 В, у яких вхід до

приміщень, кімбірок обладнано огороженнями або бар'єрами, під час огляду не дозволяється відчиняти двері огорожень і проникати за огороження або бар'єри.

В ЕУ 3–35 кВ не дозволяється наближатися до виявленого місця замикання на землю на відстань менше 4 м у закритих розподільних установках (ЗРУ) та менше 8 м – у відкритих розподільних установках (ВРУ) та на ПЛ.

Наближатися до місця замикання на землю в цих ЕУ допускається тільки для знімання напруги та звільнення людей, які потрапили під напругу. У цьому разі слід користуватися електрозахисними засобами.

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

Ключі від ЕУ всіх класів напруги повинні перебувати на зберіганні та обліку у адміністративно-технічних працівників. Ключі повинні бути пронумеровані. Ключі слід повертати кожного дня після завершення огляду або роботи.

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

Роботи в діючих ЕУ здійснюються за нарядами-допусками, розпорядженнями або в порядку поточної експлуатації.

Форму наряду наведено у додатку 1, а в підприємствах складають і затверджують наказом переліки робіт, які виконуються за розпорядженнями та у порядку поточної експлуатації. Роботи, що не увійшли до зазначених вище переліків, слід виконувати за нарядами.

В ЕУ до 1000 В електростанцій, підстанцій і на кабельній лінії електропередавання (далі – 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 діелектричному взутті або стоячи на ізольованій підставці чи на гумовому діелектричному килимку;
- застосовувати інструмент з ізольованими рукоятками (у викруток повинен бути ізольований стержень).

Не дозволяється працювати в не застебнутому одязі або в одязі з короткими чи закрученими рукавами, користуватися ножівками, металевими метрами тощо.

В ЕУ понад 1000 В під час проведення робіт на струмовідних частинах, що перебувають під напругою, з використанням захисних ізолюючих засобів необхідно:

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

Під час виконання роботи із застосуванням електрозахисних засобів (ізолюючі штанги, електровимірювальні штанги та кліщі, покажчики напруги) дозволяється наближатися до струмопровідних частин на відстань, визначену довжиною їхньої ізолюючої частини. Торкатися ізоляторів, ізолюючих частин обладнання, яке перебуває під напругою, можна тільки у електрозахисних засобах. Виконувати роботи можна тільки в освітлених місцях.

Освітлення робочих місць, під'їздів і проходів до них повинно бути рівномірним, без осліплюючої дії на працівників. У разі наближення грози слід припинити всі роботи на ПЛ, повітряних лініях зв'язку (далі – ПЛЗ); у ВРУ, ЗРУ, на виводах та лінійних роз'єднувачах ПЛ; на КЛ, під'єднаних до ПЛ, а також на вводах ПЛЗ у приміщеннях вузлів зв'язку та на антенно-щоглових спорудах.

Організаційні заходи. Організаційні заходи, які захищають працівників під час роботи, визначають певний порядок виконання роботи в ЕУ. Роботи в ЕУ щодо їх організації поділяють на такі, які виконують:

- за нарядом-допуском;
- за розпорядженням;
- у порядку поточної експлуатації.

Порядок виконання організаційних заходів формують на підприємстві відповідно до положень нормативних документів і він має таку послідовність:

Затвердження переліку робіт, що виконуються за розпорядженнями і в порядку поточної експлуатації.

Надання прав і затвердження списків осіб, відповідальних за безпечне виконання робіт у тому числі:

- видавання нарядів, розпоряджень;
- керівників робіт;
- допускачів;
- наглядачів;
- проведення оперативних перемикань;
- видавання дозволів на підготовку робочих місць і на допуск до роботи;
- одноособовий огляд ЕУ;
- працівників, що виконують роботи в порядку поточної експлуатації.

Надання зазначених вище прав здійснюється після перевірки знань з електробезпеки. Списки відповідальних осіб затверджують наказом на підприємстві. Ці списки повинні бути на робочих місцях працівників, які дають дозвіл на підготовку робочих місць і допуск.

Під час виконання робіт за нарядами або розпорядженнями повинно бути виконано:

- видавання нарядів, розпоряджень;
- видавання дозволу на підготовку робочих місць та на допуск до роботи;
- підготовка робочого місця і допуск до роботи;
- нагляд під час виконання робіт;
- переведення на інше робоче місце;
- оформлення перерв у роботі та її закінчення.

Особами, відповідальними за безпечне виконання робіт, є:

- працівник, який видає наряд або розпорядження;
- працівник, який дає дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск до роботи;
- працівник, який готує робоче місце;
- особа, яка відповідає до допуск бригади до робіт (допускач);
- керівник робіт;

- наглядчач;
- працівник, який виконує роботу.

Працівник, який видає наряд або розпорядження на виконання робіт, установлює можливість безпечного виконання роботи. Він відповідає за достатність і правильність указаних у наряді (розпорядженні) заходів безпеки, за якісний і кількісний склад бригади і призначення працівників, відповідальних за безпечне проведення робіт, а також відповідність груп з електробезпеки – працівників, які зазначені в наряді (розпорядженні), роботі, що доручається.

Право видавання нарядів та розпоряджень надається адміністративно-технічним працівникам підприємства, які мають ГЕ V – в ЕУ понад 1000 В та ГЕ IV – в ЕУ до 1000 В.

Працівник, який дає дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск до роботи, несе відповідальність за достатність передбачених нарядом, розпорядженням заходів з вимкнення та заземлення устаткування і за можливість їх здійснення, а також за координацію часу і місця роботи бригад, що допускаються.

Давати дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск до роботи мають право оперативні працівники. В ЕУ, які не обслуговують, – оперативні, оперативно-виробничі працівники, дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск до роботи можуть давати адміністративно-технічні працівники, котрі мають право видавати наряд або розпорядження.

Такі працівники повинні мати ГЕ V – в ЕУ понад 1000 В і ГЕ IV – в ЕУ до 1000 В.

Працівник, який готує робоче місце, відповідає за правильне і повне виконання заходів щодо підготовки робочого місця, визначених в наряді (розпорядженні), а також тих, які вимагаються умовами роботи (установлення замків, плакатів, огорожень тощо). Підготовку робочого місця можна розпочинати лише за умови одержання дозволу від працівника, який дає дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск до роботи.

Готувати робоче місце мають право оперативні, оперативно-виробничі працівники, які допущені до оперативних перемикачів у даній ЕУ.

Допускач відповідає за повноту і правильність виконання заходів безпеки, зазначених у наряді або розпорядженні, за правильний допуск до роботи та якість проведеного ним інструктажу.

Допускачами призначають оперативні, оперативно-виробничі або інші працівники, яким надано право оперативних перемикань. На ПЛ 35 кВ та вище допускачами можуть призначатися керівники робіт зі складу виробничих працівників. В ЕУ понад 1000 В допускачі повинні мати GE IV, а в ЕУ до 1000 В – GE III.

Керівник робіт призначається у разі виконання робіт за нарядами і розпорядженнями, окрім тих, що виконуються одноособово. Керівник робіт повинен мати IV GE під час виконання робіт в ЕУ понад 1000 В і GE III – в ЕУ до 1000 В. У разі виконання найбільш складних і небезпечних робіт слід призначати працівників з групою V зі складу адміністративно-технічних працівників, які обслуговують дану електроустановку.

Керівник робіт відповідає за наступне:

- виконання заходів безпеки, передбачених нарядом або розпорядженням, та їх достатність, а також заходів пожежної безпеки в разі виконання вогневих робіт;
- чіткість та вичерпність інструктажу членів бригади;
- наявність, справність та правильність використання необхідних засобів захисту, інструменту, інвентарю;
- наявність та збереження встановлених на робочому місці заземлень, огорожень, знаків та плакатів безпеки і замикальних пристроїв;
- організацію та безпечне виконання роботи і дотримання вимог цих Правил ним та членами бригади;
- здійснення постійного контролю за членами бригади;
- відсторонення від роботи членів бригади у разі потреби (з ознаками алкогольного чи наркотичного сп'яніння).

Наглядач призначається для нагляду за бригадами будівельних робітників, різноробочих, такелажників та інших неелектротехнічних працівників, які не мають права самостійно працювати в ЕУ.

Наглядач відповідає за наступне:

- безпеку членів бригади від ураження електричним струмом ЕУ;
- відповідність підготовленого робочого місця вимогам наряду;

– наявність та збереження встановлених на робочому місці заземлень, огорожень, плакатів та знаків безпеки, замикальних пристроїв.

Наряд (розпорядження) виписується у двох, а якщо він передається за допомогою засобів зв'язку (телефон, радіо, факс тощо), – у трьох примірниках.

У цьому разі працівник, який видає наряд, виписує один примірник, а працівник, який приймає текст, заповнює два примірники наряду і після зворотньої перевірки зазначає на місці підпису працівника, який видав наряд, його прізвище та ініціали, підтверджуючи правильність запису власним підписом.

Кількість нарядів, що видаються на одного керівника робіт, визначає працівник, який видає наряд.

Наряд видається на термін дії заявки, а у разі її відсутності – на термін не більше 15 календарних днів від дня початку роботи. Наряд можна продовжити один раз на термін не більше 15 календарних днів від дня продовження. Продовжити наряд може працівник, який видав наряд.

Наряди, роботи за якими завершені, зберігаються протягом 30 діб.

Розпорядження має разовий характер, термін його дії визначається тривалістю робочого дня (зміни) виконавців.

Розпорядження на роботу видається керівнику робіт або працівнику, який виконуватиме роботу одноосібно. Реєстрація нарядів і розпоряджень в журналі обліку робіт здійснюється до початку підготовки робочого місця. Термін зберігання журналу – 6 місяців.

Склад бригади. Чисельність бригади та її склад з урахуванням кваліфікаційних вимог визначає працівник, який видає наряд (розпорядження), виходячи зі складності роботи, умов її виконання, а також потреби забезпечення повноцінного нагляду за безпечним виконанням робіт усіма членами бригади з боку керівника робіт (наглядача). У разі виконання роботи за нарядом бригада повинна складатися не менше ніж з двох працівників, включно з керівником робіт.

До складу бригади з розрахунку на кожного її члена з групою III допускається включати одного працівника з групою II, але загальна кількість членів бригади з групою II має бути не більше ніж дві особи. У разі

зміни керівника робіт або зміни складу бригади більше ніж наполовину необхідно видавати новий наряд.

Давати дозвіл на підготовку робочих місць та на допуск до роботи можна тільки за умови, що у працівника, який видає цей дозвіл, є оригінал або копія наряду (розпорядження).

Підготовка робочого місця полягає у виконанні технічних заходів з вимкнення струмовідних частин, вивішування плакатів, установа огорожень, замків, перевірки відсутності напруги, установа заземлень тощо.

Забороняється працювати на ПЛ і ПЛ зі захисним покриттям, які перебувають під напругою, під час туману, дощу, снігопаду, у темний час доби, у разі вітру, який ускладнює проведення робіт на опорі.

Допускач разом з керівником робіт повинні перевірити виконання технічних заходів з підготовки робочого місця (табл. 3.27).

Таблиця 3.27 – Послідовність виконання технічних заходів під час підготовки робочого місця

Номер заходу	Найменування заходу	Послідовність впровадження заходів
1	2	3
1	Підготовка робочого місця до роботи	Здійснити необхідні вимкнення і заходів, які унеможливають помилкове або самочинне ввімкнення комутаційної апаратури
		Вивісити заборонні плакати на приводах ручного і на ключах дистанційного керування комутаційною апаратурою.
		Перевірити відсутність напруги на струмовідних частинах.
		Встановити ПЗ (увімкнути заземлюючі ножі, установити переносні заземлення), вивісити вказівні плакати.
		Огородити робочі місця та струмовідні частини ЕУ, які залишилися під напругою, і вивісити на огороженнях плакати безпеки. Залежно від місцевих умов струмопровідні частини огорожуються до чи після їх заземлення.

Продовження таблиці 3.27

1	2	3
2	Вимикання (знімання на-прути) зі струмовідних частини, на яких виконуватиме роботи	В ЕУ 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 вимкненням відокремлювачів та вимикачів навантаження.
		В ЕУ до 1000 В з усіх боків струмовідних частин, на яких проводитиметься робота, напруга має бути знята шляхом вимкнення комутаційних апаратів з ручним приводом, а за наявності в схемі запобіжників – шляхом зняття останніх. У разі відсутності в схемі запобіжників запобігання помилковому ввімкненню комутаційних апаратів має бути забезпечене такими заходами, як замикання рукояток або дверцят шафи, закриття кнопок, установлення між контактами комутаційного апарата ізолюючих накладок тощо. У разі зняття напруги комутаційним апаратом з дистанційним керуванням необхідно відімкнути вмикальну котушку.
3	Вивішування плакатів безпеки	На приводах роз'єднувачів, відокремлювачів і вимикачів напругою понад 1000 В, на ключах і кнопках дистанційного керування, на комутаційній апаратурі до 1000 В (автоматичні та інші вимикачі, рубильники) слід вивісити плакати «Не вмикати! Працюють люди!».
		У роз'єднувачів, які керуються оперативною штангою, плакати вивішуються на огорожах, а в однополюсних роз'єднувачів – на приводі кожного полюса. У комплектних розподільних установках КРУ плакати вивішуються на ключах дистанційного керування.
		На засувках, що закривають доступ повітря у пневматичні приводи комутаційної апаратури вивіщується плакат «Не відкривати! Працюють люди!».
		На приєднаннях напругою до 1000 В, які не мають автоматичних та інших вимикачів або рубильників, плакати вивішуються біля знятих запобіжників, у разі установлення яких може бути подано напругу на місце роботи.

Продовження таблиці 3.27

1	2	3
4	Перевірка відсутності напруги	Перевіряти відсутність напруги необхідно показчиками відповідного класу напруги, справність яких перед застосуванням слід перевірити.
		В ЕУ понад 1000 В слід користуватися показчиком напруги, застосовуючи діелектричні рукавички.
		В ЕУ електростанцій та підстанцій перевіряти відсутність напруги дозволяється одному працівнику зі складу оперативних або оперативно-виробничих працівників з ГЕ IV в ЕУ понад 1000 В і з ГЕ III – в ЕУ до 1000 В.
5	Заземлення ЕУ	Встановлювати ПЗ на струмопровідні частини вимкненої для робіт ділянки ЕУ необхідно безпосередньо після перевірки відсутності напруги.
		ПЗ спочатку треба приєднати до заземлювального пристрою, а потім, після перевірки відсутності напруги, до струмопровідних частин.
		Знімати ПЗ необхідно у зворотній послідовності: спочатку зняти його із струмопровідних частин, а потім від'єднати від заземлювального пристрою.
		Установлення і зняття ПЗ слід виконувати в діелектричних рукавичках зі застосуванням в ЕУ понад 1000 В ізолюючої штанги
6	Обгородження робочого місця	Не вимкнені струмопровідні частини ЕУ, які перебувають під напругою і доступні для випадкового доторкання, мають бути на час роботи обгороджені.
		Для тимчасового обгороджування струмопровідних частин, які залишилися під напругою, можуть застосовуватися щити, ширми, екрани тощо, виготовлені з ізоляційних матеріалів.
		У разі встановлення тимчасових огорожень відстань від них до струмопровідних частин має бути не меншою, ніж зазначена в табл. 3.26
		На тимчасовому огороженні слід вивісити плакат «Стій! Напруга!».

Організація виконання робіт за нарядом-допуском передбачає такі етапи:

1. Допуск до роботи.
2. Нагляд під час виконання робіт.
3. Переведення бригади на інше робоче місце.
4. Оформлення перерв у роботі.
5. Повторний допуск до роботи.
6. Закінчення робіт.
7. Вмикання ЕУ після повного закінчення робіт.

Допуск до роботи. Допуск до роботи за нарядами та розпорядженнями слід проводити безпосередньо на робочому місці. Допуск до роботи за розпорядженням у тому разі, якщо підготовка робочого місця не передбачена, проводити на робочому місці не обов'язково. На ПЛ, КЛ і повітряних лініях зв'язку допуск до роботи не проводять. Допуск проводиться після перевірки виконання технічних заходів з підготовки робочого місця. Допускач перед допуском повинен переконатися у виконанні всіх технічних заходів щодо підготовки робочого місця (особистим оглядом або за записами в оперативному журналі, за оперативною схемою чи за повідомленням чергових, оперативно-виробничих працівників тощо).

Допускач зобов'язаний:

- перевірити відповідність складу бригади зазначеному в наряді або розпорядженні, посвідчення у членів бригади про перевірку знань;
- провести цільовий інструктаж: ознайомити бригаду зі змістом наряду (розпорядження); зазначити межі робочого місця і підходи до нього; показати найближче до робочого місця устаткування та струмопровідні частини приєднань, що ремонтуються, та суміжних, до яких не дозволяється наближатися, незалежно від того, перебувають вони під напругою чи ні;
- довести бригаді, що напруга *відсутня* шляхом встановлених заземлень та перевіркою відсутності напруги, якщо заземлення не видно з робочих місць, а в ЕУ 35 кВ і нижче (де дозволяє конструктивне виконання)
- наступним дотиком рукою до струмопровідних частин після перевірки відсутності напруги;

- після закінчення інструктажу допускач повинен провести усне опитування членів бригади;
- бригаду під час допуску, крім допускача, повинен проінструктувати керівник робіт щодо безпечного виконання робіт, використання інструменту, приладів, механізмів та вантажопідіймальних машин. Без проведення інструктажу допускати бригаду до роботи не дозволяється. Проведення цільового інструктажу і допуск оформляються в обох примірниках наряду, з яких один залишається у керівника робіт (наглядача), а другий – у допускача. Цільовий інструктаж під час допуску до робіт за розпорядженнями оформлюється в журналі інструктажів.

Нагляд під час виконання робіт. Після допуску до роботи нагляд за бригадою щодо виконання вимог безпеки покладається на керівника робіт (наглядача), якому слід так організувати свою роботу, щоб здійснювати контроль за членами бригади, перебуваючи, по змозі, на тій ділянці робочого місця, де виконується найбільш небезпечна робота.

Наглядачу не дозволено суміщати нагляд з виконанням будь-якої роботи. У разі потреби тимчасово залишити робоче місце керівник робіт (наглядач) повинен вивести бригаду з місця роботи (з виведенням її з РУ та замиканням входних дверей на замок, зі зніманням працівників з опори ПЛ тощо). З дозволу керівника робіт один або кілька членів бригади можуть тимчасово залишити робоче місце. У цьому разі виводити їх із складу бригади не потрібно.

В ЕУ понад 1000 В повинно бути не менше двох, включно з керівником робіт, членів бригади, які залишились на робочому місці. Члени бригади з групою III можуть самостійно виходити з РУ і повертатися на робоче місце, члени бригади з групами I і II – тільки в супроводі члена бригади з групою III або працівника, який має право одноособового огляду ЕУ. Члени бригади, які повернулись на робоче місце, можуть стати до роботи тільки з дозволу керівника робіт.

Переведення бригади на інше робоче місце. В ЕУ понад 1000 В електростанцій та підстанцій переведення бригади на інше робоче місце здійснює допускач. Переводити бригаду на інше робоче місце може також керівник робіт, якщо про це є запис у рядку «Окремі вказівки» наряду. На різних робочих місцях однієї ПЛ, ПЛ зв'язку, КЛ і в ЕУ до 1000 В

електростанцій, підстанцій переведення на інше робоче місце здійснює керівник робіт без оформлення в наряді. Переведення на інше робоче місце оформлюється в таблиці 4 наряду. У разі виконання робіт за розпорядженням оформляти переведення на інше робоче місце не вимагається.

Оформлення перерв у роботі і повторний допуск до роботи. Під час перерви в роботі протягом робочого дня (на обід, за умовами роботи) бригаду необхідно вивести з робочого місця, а двері ЕУ замкнути на замок. Наряд залишається у керівника робіт (наглядача). Члени бригади не мають права повертатися після перерви на робоче місце без керівника робіт (наглядача). Після перерви керівник робіт зобов'язаний повторно перевірити підготовку робочого місця та здійснити допуск бригади до роботи без оформлення в наряді. У разі перерви в роботі у зв'язку із закінченням робочого дня бригаду необхідно вивести з робочого місця. У цьому випадку плакати, огородження, прапорці та заземлення не знімають.

Закінчення роботи керівник робіт (наглядач) оформлює підписом у своєму примірнику наряду.

Повторний допуск у наступні дні на підготовлене робоче місце здійснює допускач. У цьому разі дозвіл на допуск до роботи не вимагається. Керівник робіт (наглядач) може самостійно допустити бригаду до роботи на підготовлене робоче місце, якщо це йому дозволено записом у рядку «Окремі вказівки» наряду.

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

Після повного закінчення роботи керівник робіт (наглядач) повинен:

- забезпечити прибирання робочого місця;
- вивести бригаду з робочого місця;
- зняти встановлені бригадою тимчасові огородження, плакати, прапорці та заземлення;
- замкнути на замок двері приміщень.

Закінчення робіт. Наряд може бути закритим після огляду устаткування і місць роботи, перевірки відсутності людей, сторонніх предметів, інструменту на робочих місцях і в разі належної чистоти. Після оформ-

лення повного закінчення робіт керівник робіт (наглядач) повинен здати наряд допускатчу.

Допускач після отримання наряду, у якому оформлено повне закінчення робіт, повинен оглянути робочі місця, повідомити працівника, який дає дозвіл на підготовку робочого місця і на допуск, про повне закінчення робіт та можливість увімкнення ЕУ. Закінчення роботи за нарядом або розпорядженням необхідно оформити в Журналі обліку робіт за нарядами і розпорядженнями.

Вмикання ЕУ після повного закінчення робіт. ЕУ можна ввімкнути у роботу після повного закінчення робіт. Вмикати ЕУ можна після одержання на це дозволу оперативного працівника або працівника, який має право віддавати розпорядження на оперативне обслуговування даної ЕУ. Дозвіл на ввімкнення ЕУ в роботу може бути виданий після одержання повідомлень від усіх допускатчів і керівників робіт про повне закінчення робіт на даній ЕУ. Право на ввімкнення ЕУ після повного закінчення робіт може бути надано допускатчеві зі складу оперативно-виробничих працівників. Надання прав на таке ввімкнення має бути записано в рядку наряду «Окремі вказівки».

Організація виконання робіт за розпорядженнями. За розпорядженням допускається виконувати в ЕУ напругою до і понад 1000 В невідкладні роботи тривалістю не більше однієї години без урахування часу на підготовку робочого місця. Ці роботи можуть виконувати оперативні та оперативно-виробничі працівники або під їх наглядом виробничі працівники. При цьому складі бригади не повинно бути більше трьох осіб, включно з працівником, який здійснює нагляд. Не дозволяється змінювати склад бригади, яка працює за розпорядженням.

На ПЛ за розпорядженням дозволяється виконувати роботи на струмопровідних (неструмопровідних) частинах, що не потребують знання напруги, у тому числі роботи:

- з підніманням на опору до 3 м від рівня землі, відраховуючи від ніг людини;
- без розбирання конструктивних частин опори;
- з відкопуванням стояків опори на глибину до 0,5 м;

- з розчищенням траси ПЛ, коли не потрібно вживати заходів, що запобігають падінню дерев, які вирубуються, на проводи і не пов'язані з небезпечним наближенням людей до проводів.

В ЕУ напругою до і понад 1000 В оперативним, оперативно-виробничим працівникам або під їх наглядом – виробничим робітникам за розпорядженням дозволяється виконувати такі роботи:

- від'єднання і приєднання кабелю до електродвигуна, заміна запобіжників, перемикання відгалужень на силовому трансформаторі, підтягування і зачищення одиночних контактів на шинах і обладнанні, відбирання проб і доливання масла в маслонаповнені вводи й усунення витікання масла з них, доливання масла в окремі апарати, якщо конструкція устаткування і наявність спеціальних пристосувань дозволяє безпечно виконувати ці роботи;

- фазування, перевірка цілісності кіл КЛ, перевірка нагрівання і вібрацій струмопровідних частин, вимірювання електровимірювальними приладами;

- вимірювання опору ізоляції мегомметром;

- роботу на кожухах устаткування, очищення і дрібний ремонт арматури кожуха, протирання масломірного скла на розширювачах трансформаторів і на баках вимикачів, які не перебувають під напругою, приєднання апаратури для сушіння і очищення масла, одиночні операції з контролю ізоляторів і з'єднувальних затискачів штангою, вимірювання під час перевірки фільтрів приєднання високочастотних каналів, установлення на ПЛ напругою понад 1000 В.

Оперативний або оперативно-виробничий працівник, який виконує роботу або здійснює нагляд за працюючими в ЕУ напругою понад 1000 В повинен мати IV групу, а в ЕУ до 1000 В – III групу.

Члени бригади, які працюють в ЕУ до і понад 1000 В, повинні мати групу II. Кількість працюючих повинна бути не менше двох осіб, включно з працівником, що здійснює нагляд.

Організація виконання робіт у порядку поточної експлуатації. В ЕУ у порядку поточної експлуатації дозволяється електротехнічним працівникам виконувати невеликі за обсягом роботи протягом робочого дня (зміни).

До таких робіт належать:

- масові випробування ізоляційних матеріалів, деталей, засобів захисту тощо, які проводяться поза електроустановками понад 1000 В, із застосуванням стаціонарних випробувальних установок, а також роботи з перевірки приладів РЗА та вимірювальних приладів на стаціонарних стендах;
- благоустрій території ВРУ, скошування трави, розчищення від снігу доріг та проходів тощо;
- ремонт і обслуговування пристроїв провідного, радіо- і телефонного зв'язку, розміщених поза камерами РУ на висоті не більше 2,5 м;
- поновлення написів на кожухах обладнання і на огороженнях поза камерами РУ;
- спостереження за сушінням трансформаторів, генераторів та іншого обладнання;
- обслуговування маслоочищувальної та іншої допоміжної апаратури під час очищення та осушування масла;
- перевірка повітроочищувальних фільтрів та замінювання сорбентів у них;
- знімання показів електролічильників та інших вимірювальних приладів;
- прибирання приміщень в ЕУ, де струмовідні частини огорожені, а також приміщень щитів керування і релейного захисту тощо;
- огляд ЕУ електростанцій і підстанцій, які проводяться черговим згідно з його функціональними обов'язками;
- тепловізійний контроль контактних з'єднань.

Виконання практичного завдання

1. Визначити перелік робіт, які потрібно здійснити (варіанти).
2. Визначити вимоги щодо електротехнічних працівників.
3. Заповнити наряд-допуск на виконання робіт.
4. Визначити заходи перед початком робіт.
5. Визначити потрібні засоби індивідуального захисту і вимірювальні прилади.
6. Визначити послідовність підготовки робочого місця.

7. Провести цільовий інструктаж.
8. Оформити перерву у виконанні робіт.
9. Оформити закінчення робіт.
10. Відповіді на теоретичні питання (за варіантами).
11. Результати з організації робіт надати викладачу.

Таблиця 3.28 – Перелік теоретичних питань

№ варіанта	Перелік питань
1	2
1	Виконання робіт в електроустановках.
	Виробництво робіт із запобігання аваріям. Короткочасні роботи.
	Організаційні заходи, що забезпечують безпеку робіт в електроустановках.
	Порядок видачі та оформлення наряду-допуску. Склад бригади, що працює за нарядом.
	Організаційні заходи, що забезпечують безпеку робіт в електроустановках за розпорядженням.
	Захист електродвигунів напругою до 1000 В.
	Заземлювачі, захисні і нейтральні провідники та їх характеристики.
	Перелік документації, необхідний при експлуатації електроустановок.
2	Вимоги до працівників, які здійснюють оперативні обслуговування електроустановок.
	Організаційні заходи, що забезпечують безпеку робіт в електроустановках.
	Вимоги до робіт із застосуванням переносних електричних світильників.
	Відключення напруги і перевірка його відсутності. Вивішування плакатів безпеки. Огородження робочого місця.
	Роботи, що виконуються за нарядом-допуском, розпорядженням і в порядку поточної експлуатації.
	Основні і допоміжні засоби індивідуального захисту, що застосовуються в електроустановках до і вище 1000 В.
	Підготовка робочого місця і допуск до виконання робіт.
	Включення електроустановок після повного закінчення робіт.

Продовження таблиці 3.28

1	2
3	Обов'язки особи, відповідальної за експлуатацію, електроустановок споживачів.
	Вимоги до електрозварювального обладнання.
	Організаційні заходи, що забезпечують безпеку робіт в електроустановках за розпорядженням.
	Роботи з вимірювальними приладами і електролічильниками.
	Заземлювачі, захисні і нейтральні провідники та їх характеристики.
	Роботи, які забороняється виконувати у вибухонебезпечних зонах.
	Кабельні лінії. Загальні технічні вимоги.
	Внутрішнє освітлення. Загальні вимоги.
4	Робота з переносними електричними машинами, електроприладами.
	Організація роботи відряджених працівників.
	Організація безпечної експлуатації електроустановок.
	Порядок видачі та оформлення наряду-допуску.
	Нагляд під час виконання робіт за нарядами.
	Організація безпечного виконання окремих видів робіт в електроустановках в порядку технічної експлуатації.
	Технічні заходи, що забезпечують безпеку робіт в електроустановках.
	Роботи, які забороняється виконувати у вибухонебезпечних зонах.
5	Склад бригади, що працює за нарядом.
	Оформлення перерв у роботі.
	Електродвигуни. Вибір електродвигунів. Установка електродвигунів.
	Установка заземлення. Зберігання та облік заземлення.
	Огляд повітряних ліній електропередач і кабельних ліній.
	Порядок випробування електричної міцності ізоляції переносного електроінструменту.
	Роботи під час обслуговування електродвигунів.
	Обслуговування мереж зовнішнього освітлення.
6	Обходи та огляд ліній електромережі.
	Перелік документації, необхідній при експлуатації електроустановок.
	Огляд розподільних пристроїв і електродвигунів
	Установка силових трансформаторів.
	Електроустановки у вибухонебезпечних зонах.
	Вибір електрообладнання.

Продовження таблиці 3.28

1	2
	За які заходи відповідає керівник робіт?
	Яку послідовність робіт передбачено за нарядом-допуском.
7	Технічні заходи, що забезпечують безпеку робіт в електроустановках.
	Порядок випробування електричної міцності ізоляції переносного електроінструменту.
	Відключення напруги і перевірка її відсутності. Вивішування плакатів безпеки. Огородження робочого місця.
	Організаційні заходи, що забезпечують безпеку робіт в електроустановках.
	Засоби і способи захисту від блискавки.
	Захист персоналу від статичної електрики.
	За які заходи відповідає працівник, який видає наряд або розпорядження?
	За які заходи відповідає працівник, який дає дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск до роботи?
8	Травматизм. Значення струму, небезпечного і смертельного для життя людини.
	Заземлювачі, захисні і нейтральні провідники. Особливості заземлення електроустановок, експлуатованих у вибухонебезпечних зонах.
	Світильники, електричні апарати і прилади, призначені для роботи у вибухонебезпечних зонах.
	Організаційні заходи, що забезпечують безпеку робіт в електроустановках.
	За які заходи відповідає керівник робіт?
	Організаційні заходи, що забезпечують безпеку робіт в електроустановках за розпорядженням.
	Відключення напруги і перевірка її відсутності. Вивішування плакатів безпеки. Огородження робочого місця.
	Основні і допоміжні засоби індивідуального захисту, що застосовуються в електроустановках до і вище 1000 В.

Продовження таблиці 3.28

1	2
9	Пояснити, у чому полягають відмінності під час роботи за нарядом-допуском або розпорядженням.
	На які категорії поділяють роботи в ЕУ стосовно заходів безпеки?
	Основні і допоміжні засоби індивідуального захисту, що застосовуються в електроустановках до і вище 1000 В.
	Установка силових трансформаторів.
	Травматизм. Значення струму, небезпечного і смертельного для життя людини
	Електроустановки у вибухонебезпечних зонах. Вибір електрообладнання.
	Основні способи захисту від статичної електрики.
	Порядок опосвідчення стану безпеки електроустановок.
10	Визначити перелік вимог до отримання відповідної групи з електробезпеки.
	Пояснити різницю в обов'язках адміністративно-технічних, електротехнічних та електротехнологічних працівників.
	Світильники, електричні апарати і прилади, призначені для роботи у вибухонебезпечних зонах.
	Захист персоналу від статичної електрики.
	Засоби і способи захисту від блискавки.
	Порядок випробування електричної міцності ізоляції переносного електроінструменту.
	Технічні заходи, що забезпечують безпеку робіт в електроустановках.
	Перелік робіт, пов'язаний з оперативним обслуговуванням ЕУ.

Таблиця 3.29 – Перелік робіт, які потрібно здійснити

№ варіанта	Структурний підрозділ машинобудівного підприємства	Назва об'єкта, значення напруги	Категорії заходів безпеки робіт в ЕУ	Види робіт
1	ливарний	Електростанція, 660 В	зі знаттям напруги	Ремонтні роботи
2	штампувальний	Підстанція, 380 В	без зняття напруги та вдалині від струмопровідних частин, що перебувають під напругою	технічне обслуговування
3	механічний	Підстанція, 660 В	без зняття напруги на струмопровідних частинах та поблизу них	ремонтні роботи
4	механіко-складальний	Підстанція, 380 В	зі знаттям напруги	технічне обслуговування
5	енергетичний	Електростанція, 380 В	без зняття напруги та вдалині від струмопровідних частин, що перебувають під напругою	ремонтні роботи
6	інструментальний	Підстанція, 380 В	зі знаттям напруги	технічне обслуговування
7	ремонтно-механічний	Підстанція, 380 В	без зняття напруги на струмопровідних частинах та поблизу них	ремонтні роботи
8	розкрійний	Електростанція, 380 В	зі знаттям напруги	ремонтні роботи
9	механічний	Кабельна лінія електропередачі 380 В	без зняття напруги та вдалині від струмопровідних частин, що перебувають під напругою	технічне обслуговування
10	ливарний	Підстанція, 660 В	без зняття напруги на струмопровідних частинах та поблизу них	технічне обслуговування

Список джерел інформації

1. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом (ДСТУ Б В.2.5-82:2016): наказ Мінрегіон України від 01.07. 2016. – Режим доступу <http://eom.com.ua/index.php?action=downloads;sa=downfile&id=3530>.
2. Безпечність машин електрообладнання машин. Частина 1. Загальні вимоги (ДСТУ EN 60204-1:2015) : en 60204-1:2006; a1:2009; ac:2010, idt
3. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (НПАОП 40.1-1.21-98) : наказ Держнаглядохоронпраці України № 4 від 09.01.1998. – Режим доступу Офіційний вісник України 12.03.1998 р., № 8, стор. 394, стаття 315, код акта 4907/1998.
4. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (НПАОП 40.1-1.32-01): наказ Мінпраці України № 272 від 21.06.2001. – Режим доступу <http://dsp.gov.ua/fond-npaop-2-chastyna/>
5. Правила експлуатації електрозахисних засобів (НПАОП 40.1-1.07-01): наказ Мінпраці України № 253 від 05.06.2001. – Режим доступу. Офіційний вісник України від 20.07.2007 р., № 50, стор. 385, стаття 2058, код акта 40366/2007.
6. Порядок проведення опосвідчення електроустановок споживачів (НПАОП 0.00-6.15-99): наказ Держнаглядохоронпраці України № 258 від 30.12.1999.
7. Порядок проведення огляду, випробування та експертного обстеження (технічного діагностування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки (НПАОП 0.00-8.18-04): постанова КМ України № 687 від 26.05.2004 р.
8. Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями (НПАОП 0.00-1.71-13): наказ Міненерговугілля України № 966 від 19.12.2013..
9. Правила улаштування електроустановок: наказ Міненерговугілля України від 21.07.2017 р. № 476. ДП «Національна енергетична компанія «Укренерго». – Київ, 2017. – С. 75 – 115. – Режим доступу <https://art-energetyka.com.ua/BA.pdf>.

10. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів: наказ Мінпаленергетики від 25.07.2006 № 258 у редакції наказу Міненерговугілля України № 91 від 13.02.2012 , (зі змінами та доповненням відповідно до наказів Міненерговугілля України № 91 від 13.02.2012, № 905 від 16.11.2012, № 273 від 16.05.2013, № 7 від 11.01.2017.

11. Положення про спеціальну підготовку і навчання з питань технічної експлуатації об'єктів електроенергетики (ГНД 34.12.102-200): наказ Мінпаленергетики України № 75 від 09.02.2004.

12. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила (ГКД 34.20.507-2003): наказ Мінпаленергетики України № 296 від 13.06.2003.

13. Перелік робіт, де є потреба у професійному доборі: наказ МОЗ України та Держнаглядохоронпраці України № 263/121 від 23.09.1994 р.

Практичне заняття 3.8

Розробка посадової інструкції

Мета роботи. Надати студентам практички навичок щодо розробки посадової інструкції для конкретної спеціальності в галузі машинобудування.

Загальні питання. Статтею 43 Конституції визначено, що кожен має право на працю, що включає можливість заробляти собі на життя працею, яку він вільно обирає або на яку вільно погоджується.

За частиною 1 ст. 21 КЗпП трудовий договір є угодою між працівником і власником підприємства, установи, організації або уповноваженим ним органом чи фізичною особою, за якою працівник зобов'язується виконувати роботу, визначену цією угодою, з додержанням правил внутрішнього трудового розпорядку, а власник підприємства, установи, організації або уповноважений ним орган чи фізична особа зобов'язується виплачувати працівникові заробітну плату і забезпечувати умови праці, потрібні для виконання роботи, передбачені законодавством про працю, колективним договором й угодою сторін.

Роль посадової інструкції працівника є надзвичайно великою, адже саме посадові інструкції встановлюють коло трудових функцій та

обов'язків працівника. І якщо щодо решти прав та обов'язків працівника можна обійтися нормами закону, то посадові інструкції потрібні для розуміння того, за що саме працівникові платять і від якої роботи він може відмовитися (якщо це не входить до його трудових обов'язків).

Посадові інструкції – організаційні документи, в яких визначено завдання, обов'язки, права і відповідальність працівників під час виконання ними роботи на певній посаді (за професією). Основною підставою для розробки посадової інструкції є Національний класифікатор професій ДК 003:2010, який затверджено наказом Держспоживстандарту України № 327 від 28.07.2010 р. (Класифікатор професій) та Довідник кваліфікаційних характеристик професій, затверджено наказом Мінпраці України №336 від 29.12.2004 р. (Довідник). В даних нормативних документах визначений конкретний перелік кваліфікаційних характеристик для кожної професії.

Цей Довідник є обов'язковим з питань управління персоналом на підприємствах, в установах і організаціях усіх форм власності та видів економічної діяльності.

Нині є велика кількість різних посад і професій. На основі кваліфікаційних характеристик посад працівників та особливостей штатного розпису для їхнього розмежування через чітке визначення конкретних функціональних обов'язків, які мають виконувати певні працівники, власник або уповноважений ним орган розробляє та затверджує такий локальний правовий документ, як посадові інструкції, наявність яких є обов'язковим елементом на кожному підприємстві, в установі, організації.

Посадові інструкції регулюють організаційно-правовий статус працівників і визначають їхні конкретні завдання та обов'язки, права, повноваження, відповідальність, знання та кваліфікацію, потрібні для забезпечення ефективної роботи працівників.

Посадова інструкція – це первинний кадровий документ, який має юридичну силу та сприяє правовому захисту на підприємстві, в установі, організації.

У разі введення до штатного розпису нових посад потрібно додатково розробити також відповідні посадові (службові) інструкції.

Посадова інструкція дозволяє попередити довільне трактування працівниками їхніх функцій та повноважень, допомагає керівникам уникнути потреби постійно роз'яснювати працівникам їхні обов'язки, а також заощадити час кожного нового працівника під час ознайомлення його з посадовими (професійними) обов'язками.

Власник або уповноважений ним орган зобов'язаний мати в наявності відповідно до норм законодавства розроблені посадові інструкції працівників.

Посадові інструкції складаються для всіх посад (професій), зазначених у штатному розписі.

Вимоги посадових інструкцій ураховуються під час добору кандидатів на вільні посади, переведення на іншу роботу, атестації працівників та притягнення їх до дисциплінарної відповідальності в разі невиконання чи неналежного виконання обов'язків, порушення правил внутрішнього трудового розпорядку тощо.

Як правило, розробляти посадові інструкції може керівник структурного підрозділу, де працює особа, безпосередній керівник або представник кадрової служби.

Порядок розроблення посадових інструкцій може бути визначений у спеціальному локальному нормативному акті.

Усі посадові інструкції, які розробляються на підприємстві, мають бути взаємопов'язаними, щоб не допускати дублювання функцій працівників.

Посадові інструкції мають відображати повний перелік завдань та обов'язків працівника, його повноважень, відповідальності.

Крім того, слід зазначити, що найменування роботи (професії або посади), яке зазначено в посадовій інструкції працівника, має відповідати штатному розписові, наказу (розпорядженню) про прийняття на роботу та розроблятися на основі Класифікатора професій та Довідника. Посадові інструкції затверджуються наказом (розпорядженням) керівника або уповноваженого ним органу.

Після того як посадова інструкція буде затверджена керівником або уповноваженим ним органом, вона обов'язково має бути доведена до відома працівника під підпис. Посадові інструкції складаються у двох

примірниках, один з яких зберігається у відділі кадрів, а другий - у керівників відповідних структурних підрозділів. Працівникові видається під підпис копія посадової інструкції.

Посадова інструкція є кадровим документом, в якому визначено конкретні завдання та обов'язки працівника, його права та відповідальність. Ознайомлення працівника з посадовою інструкцією під підпис надає можливість уникнути спору про зміст трудових функцій працівника, а також у зв'язку з порушенням працівником трудових обов'язків.

Отже, за наявності посадової (робочої) інструкції працівник буде чітко знати права та обов'язки, покладені на нього під час виконання ним роботи, що унеможливить конфлікт між ним та власником або уповноваженим ним органом з приводу їхнього виконання.

Під час прийняття на роботу власник або уповноважений ним орган роз'яснює працівникові його права та обов'язки, відображені в посадовій інструкції.

Крім того, відповідно до ст. 29 КЗпП до початку роботи за укладеним трудовим договором власник або уповноважений ним орган зобов'язаний:

- роз'яснити працівникові його права й обов'язки та поінформувати під підпис про умови праці, наявність на робочому місці, де він працюватиме, небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунуто, та можливі наслідки їхнього впливу на здоров'я, його права на пільги й компенсації за роботу в таких умовах відповідно до чинного законодавства і колективного договору;
- ознайомити працівника з правилами внутрішнього трудового розпорядку та колективним договором;
- визначити працівникові робоче місце, забезпечити його потрібними для роботи засобами;
- проінструктувати працівника з техніки безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці і протипожежної охорони.

Зміст і побудова посадової інструкції. Затверджувати посадові інструкції повинен керівник підприємства, установи, організації, власник або уповноважений ним орган. Проте зазвичай обов'язки щодо складання

посадових інструкцій покладаються керівником підприємства, установи, організації на працівників відділу кадрів, які не можуть знати всіх нюансів роботи на кожній посаді (професії), зазначеній у штатному розписі. Доцільніше буде, якщо посадові інструкції складатимуть керівники структурних підрозділів підприємства, установи, організації для посад (професій) працівників відповідно до штатного розпису.

Слід зазначити, що посадова (робоча) інструкція складається на посаду (професію), передбачену в штатному розписі, а не на конкретну особу, яка буде обіймати цю посаду. Тому достатньо буде однієї посадової інструкції конкретної професії для двох і більше працівників.

Посадові (робочі) інструкції складаються на основі кваліфікаційних характеристик посад працівників, наведених у Довіднику.

Кваліфікаційні характеристики визначають перелік основних робіт, які властиві тій або іншій посаді (професії), та забезпечують єдність у визначенні кваліфікаційних вимог щодо певних посад (професій).

Слід зазначити, що в разі виникнення спору між найманим працівником і власником або уповноваженим ним органом щодо, наприклад, невідповідності положень посадової інструкції працівника чинній кваліфікаційній характеристиці, зазначений факт буде враховуватися не на користь власника або уповноваженого ним органу. Для уникнення цього власникові або уповноваженому ним органу доцільно погоджувати посадові інструкції на підприємстві, в установі, організації з фахівцями трудового законодавства.

Отже, посадова інструкція дає можливість чітко визначити функціональні обов'язки працівника, який обіймає конкретну посаду.

Під час підготовки посадових інструкцій забезпечується єдиний підхід щодо побудови, структури і змісту їхніх розділів. Інструкції мають відображати повний перелік завдань та обов'язків, повноважень і відповідальності.

Складаючи посадові (робочі) інструкції, власник або уповноважений ним орган не може змінювати кваліфікаційні вимоги до посади (професії) щодо освіти (відповідного напрямку підготовки), передбачені кваліфікаційною характеристикою цієї посади (професії).

Отже, до складання кожної конкретної посадової інструкції слід підходити індивідуально, але є загальні правила їхнього складання.

За потреби завдання та обов'язки, включені до типової кваліфікаційної характеристики тієї або іншої посади (професії), можуть бути розподілені між окремими виконавцями або коло завдань та обов'язків окремих працівників може бути розширене з дорученням їм робіт, передбачених для різних груп посад, рівних за складністю, виконання яких не потребує іншої спеціальності, кваліфікації.

Під час складання посадових інструкцій слід використовувати:

- Класифікатор професій, який є основним документом для визначення професійних назв посад, професій під час складання штатних розписів;
- відповідні кваліфікаційні характеристики професій працівників згідно з Довідником, котрий є основним та обов'язковим нормативним документом для визначення змісту професії і підставою для розроблення посадових інструкцій працівників. Посадові (робочі) інструкції працівників підприємств, установ, організацій вводяться з метою чіткого визначення вимог, що ставляться до певної категорії працівників, раціонального розподілу обов'язків між працівниками, наділення працівників потрібними правами, підвищення відповідальності працівників за доручену ділянку роботи;
- локальні нормативні документи підприємства, установи, організації (статут; колективний договір; правила внутрішнього трудового розпорядку).

Структура посадової інструкції. Посадові інструкції складаються для працівників усіх посад, зазначених у штатному розписі. Проте можуть бути і винятки, наприклад, для окремих керівників підприємств, установ, організацій, правове положення яких визначено статутом (положенням) підприємства, установи, організації або відповідного підрозділу, де зазначено основні завдання, обов'язки, права і відповідальність за виконання покладених на них функцій.

У заголовку посадової інструкції наводиться повна назва посади (професії) (має відповідати професійній назві роботи, передбаченій Класифікатором професій) та повна назва структурного підрозділу.

Власник або уповноважений ним орган може одним наказом (розпорядженням) затвердити всі посадові інструкції. У правому верхньому кутку першої сторінки посадової інструкції ставиться слово "Затверджено", підпис керівника, зазначається його посада, ініціали та прізвище, а також дата затвердження.

Під час розробки посадових інструкцій слід використовувати єдиний загальноприйнятий підхід щодо їхньої побудови та забезпечувати чітке і стисле формулювання змісту кожного розділу.

Посадові інструкції рекомендовано складати із таких розділів:

1) *Загальні положення.* У цьому розділі містяться основні дані про найменування посади, сферу діяльності працівника, найменування підрозділу, в якому працює працівник, порядок призначення на посаду та припинення виконання посадових обов'язків, безпосередню підпорядкованість, кваліфікаційні вимоги до працівника (рівень освітньої підготовки, рівень кваліфікації, фах, потрібний стаж роботи за фахом, інші вимоги), наявність підлеглих, перелік основних законодавчих актів, інших нормативних актів, якими керується в роботі працівник, порядок заміщення інших працівників на період їхньої тимчасової відсутності (відпустки, хвороба, інші поважні причини), а також хто заміщує його;

2) *Завдання та обов'язки.* Цей розділ характеризує зміст діяльності працівника, визначає самостійну ділянку роботи відповідно до положення про підрозділ, яка може визначатися виділенням групи питань з відповідних напрямів або закріпленням за працівником конкретних об'єктів управління, або як конкретні самостійні питання. У цьому розділі визначається перелік видів робіт, з яких складаються функції, що виконуються. Під час установа видів робіт слід визначати їх за організаційно-юридичними ознаками. Завдання та обов'язки працівника мають відповідати завданням та функціям підрозділу та вимогам кваліфікаційної характеристики відповідної посади;

3) *Права.* Розділ визначає і наводить делеговані працівникові повноваження, за допомогою яких він має забезпечувати виконання покладених на нього завдань та обов'язків. До таких прав належать, наприклад, право вносити пропозиції з певних питань, ухвалювати певні рішення, узгоджувати проекти документів, брати участь у нарадах, отримувати

потрібну для виконання своїх завдань інформацію від відповідних підрозділів тощо;

4) *Відповідальність*. У розділі містяться показники оцінки роботи працівника та межі його особистої відповідальності за результатами діяльності та виконання робіт. Показниками оцінки роботи є якість і своєчасність виконання посадових завдань та обов'язків. Наприклад, зазначається про те, що працівник несе відповідальність за невиконання або неналежне виконання посадових функцій (завдань та обов'язків), порушення правил внутрішнього трудового розпорядку, спричинення матеріальних збитків тощо;

5) *Повинен знати*. Розділ містить вимоги до спеціальних знань, умінь, майстерності працівників відповідно до реальних умов їхньої діяльності, особливостей устаткування, інструментів, матеріалів тощо, достатніх для якісного виконання покладених на них завдань та обов'язків, а також знань нормативно-правових актів і нормативних документів, потрібних для якісного виконання посадових функцій.

За потреби посадова інструкція може бути доповнена такими розділами, які не є обов'язковими складовими всіх посадових інструкцій:

- *кваліфікаційні вимоги*, що має містити норми, які стосуються освіти, освітньо-кваліфікаційних рівнів, професійної підготовки та досвіду роботи, достатніх для повного і якісного виконання робіт за посадою. Отже, вимоги до освіти та освітньо-кваліфікаційних рівнів мають відповідати вимогам кваліфікаційної характеристики відповідної посади (професії);

- *взаємовідносини* (зв'язки за посадою), яким визначається коло основних взаємозв'язків працівника із працівниками цього самого та інших структурних підрозділів, а також зі сторонніми підприємствами, організаціями й установами, з якими працівник має службові взаємовідносини, терміни отримання і надання взаємної інформації (за наявності), порядок погодження та затвердження відповідних документів тощо.

Посадова інструкція повинна виглядати приблизно так, як наведено у рис. 3.15.

Під час оформлення посадової (робочої) інструкції слід пам'ятати:

✓ дата і реєстраційний індекс посадової (робочої) інструкції проставляються у день її затвердження керівником юридичної особи;

✓ у заголовку до тексту зазначається найменування посади працівника, яке має відповідати найменуванню, зазначеному у структурі і штатній чисельності та штатному розписі юридичної особи;

✓ текст посадової (робочої) інструкції складається із розділів, які нумерують арабськими цифрами. Текст формується у вказівному характері, для цього використовують чіткі формулювання зі словами: «повинен», «має право», «слід», «потрібно», «необхідно», «забороняється». Забороняється використовувати у тексті посадової (робочої) інструкції формулювання зі словами: «можна», «не можна», «бажано», «не бажано», «рекомендовано» тощо;

✓ посадову інструкцію підписує керівник відповідного структурного підрозділу;

✓ посадову інструкцію візують зацікавлені посадові чи службові особи (найчастіше заступник керівника юридичної особи, що відповідає за напрями діяльності структурного підрозділу, керівники кадрової, правової та, за потреби, інших служб юр. особи);

✓ після затвердження посадової інструкції керівником юридичної особи її доводять до відома працівника, про що на останньому аркуші першого примірника інструкції роблять відповідний запис: «З посадовою інструкцією ознайомлений(-а)».

Також посадові інструкції слід реєструвати у спеціальному Журналі реєстрації посадових інструкцій.

Зміни до посадової інструкції може бути внесено, наприклад, у зв'язку з такими обставинами:

- зміна назви підприємства;
- зміна структурного підрозділу, до якого належить посада;
- зміна штатного розпису (назви посади);
- зміна або доповнення обов'язків працівника.

Зміни вносяться у тому самому порядку, у якому посадова інструкція розроблялася та затверджувалася (див. вище).

Код ДКУД _____	
_____ (найменування юридичної особи) ПОСАДОВА ІНСТРУКЦІЯ № _____ _____ (місце складення) _____ (найменування посади працівника)	ЗАТВЕРДЖУЮ _____ (найменування посади керівника юридичної особи) _____ (особистий підпис) (ініціал(и), прізвище)
1. Загальні положення 2. Завдання та обов'язки 3. Права 4. Відповідальність 5. Повинен знати 6. Кваліфікаційні вимоги 7. Взаємовідносини (зв'язки) за посадою (професією)	
_____ (найменування посади керівника структурного підрозділу)	_____ (особистий підпис)
_____ (ініціал(и), прізвище)	
Візи З посадовою інструкцією ознайомлений(-а): _____ (підпис працівника) _____ (ініціал(и), прізвище) «__» ____ 20__ р.	

Рисунок 3.15 – Зразок оформлення посадової інструкції

Якщо такі зміни будуть змінами істотних умов праці (до яких, зокрема, належать дві останні обставини із зазначених), то працівника слід письмово попередити за два місяці згідно з ч. 3 ст. 32 КЗпП. Якщо працівник погоджується зі змінами, то він залишається працювати й далі, а у разі незгоди працівника можна звільнити за п. 6 ст. 36 КЗпП. І тоді не забудьте виплатити йому вихідну допомогу у розмірі середнього місячного заробітку (ст. 44 КЗпП).

Порядок виконання практичного завдання

На підставі Класифікатора професій розробити та оформити посадову інструкцію для конкретної професії працівників підприємства (організації, установи) за варіантом завдання, наведеного у таблиці 3.30.

Завдання підготовлені відповідно до Довідника, що наведено у додатку 5.

Таблиця 3.30 – Варіанти для складання посадової інструкції

№ п/п	Назва професії	Варіанти									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	17. Інженер з інструменту				+						
2	20. Інженер з механізації та автоматизації виробничих процесів		+								
3	24. Інженер з організації праці	+									
4	25. Інженер з організації та нормування праці					+					
5	26. Інженер з організації керування виробництвом			+							
6	27. Інженер з охорони навколишнього середовища						+				
7	28. Інженер з охорони праці							+			
8	29. Інженер з патентної та винахідницької роботи								+		
9	32. Інженер з ремонту									+	
10	34. Інженер із стандартизації										+

Контрольні запитання

1. Назвіть порядок проведення навчання та підвищення кваліфікації за професією.
2. Назвіть терміни та порядок проведення медичних оглядів.
3. Назвіть види та порядок проведення інструктажів.
4. Назвіть вимоги до роботодавця щодо підбору кадрів.

Список джерел інформації

1. Кодекс законів про працю України {Затверджується Законом № 322-VIII від 10.12.71 ВВР, 1971, додаток до № 50, ст. 375. Доку-

мент 322-08, чинний, поточна редакція – Редакція від 02.04.2020, підстава – 540-IX.

2. Національний класифікатор України – класифікатор професій ДК 003:2010 (затверджено та надано чинності – наказ Держспоживстандарту України від 28.07.2010 № 327.

Розрахунково-графічне завдання 3.9

Аналіз ступеня небезпеки ураження людини в електричних мережах напругою до 1000 В

Мета роботи. Надати студентам практичні навички з вивчення можливої небезпеки ураженням електричним струмом працівників при виконанні робіт з використанням електричних установок та захисту їх як наслідок порушень правил охорони праці на виробництві.

Загальні положення. Електробезпека – система організаційних і технічних заходів та засобів, які забезпечують захист працюючих від небезпечного та шкідливого впливу електричного струму, електромагнітного поля, електричної дуги та зарядів електростатичного поля.

До основних факторів, які необхідно враховувати при проектуванні, експлуатації електроустановок, належать тип електричної мережі і режим її нейтралі. Ці параметри мережі переважно визначають ступінь небезпеки ураження людини електричним струмом.

У цьому розрахунково-графічному завданні ставляться задачі, що стосуються електроустановок напругою до 1 кВ.

Виконання робіт в електричних установках висуває підвищені вимоги до навчання персоналу, який обслуговує електроустановки, вимагає суворої дисципліни та відповідальності як лінійного персоналу, так і керівників робіт.

Тому виконання вимог «Правил безпечної експлуатації електроустановок» (ПБЕЕ), «Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів» (ПТЕС), «Правил улаштування електроустановок» (ПУЕ) є гарантією безпечного вирішення виробничих завдань.

Метою цього розрахунково-графічного завдання з дисципліни «Електробезпека» є оволодіння студентами шляхів вирішення завдань

електробезпеки на етапі проектування, як це має бути в реальних виробничих умовах.

Етапи виконання розрахунково-графічного завдання

Перший етап – теоретичні питання:

- ознайомлення з вимогами законодавчих та нормативно-правових документів щодо організації робіт при використанні електроустановок;
- ✓ вивчення особливостей, технічних характеристик різних типів електричних мереж з глухозаземленою та ізольованою нейтраллю;
- ✓ вивчення й аналіз одно- і двофазного включення людини в електричний ланцюг, дій електричного струму на організм людини.

На цьому етапі необхідно надати відповіді на теоретичні питання.

Другий етап – розрахункові завдання:

- ✓ розрахунок виробничого освітлення;
- ✓ розрахунок захисного пристрою для споживачів електричного струму однофазової та трифазової мережі.

Третій етап – графічне завдання:

- ✓ складання плану виробничого приміщення з визначенням місць розміщення споживачів електричного струму;
- ✓ складання електричних схем підключення електроустановок.

Наприкінці завдання необхідно зробити загальний висновок виконаної роботи.

Методика виконання розрахунково-графічного завдання

1) Виконання розрахунково-графічного завдання (РГЗ) необхідно розпочати з вивчення:

- державних стандартів, нормативно-правових актів, галузевих та міжгалузевих нормативних документів, які регламентують порядок організації та дотримання заходів безпеки при роботі з електроустановками на машинобудівних підприємствах;
- типи і схеми електричних мереж напругою до 1 кВ, що використовуються на машинобудівельних підприємствах;
- принципових електричних схем три- та однофазних мереж електропостачання;

– аналіз можливого одно- і двофазного включення людини в електричний ланцюг.

2) Для виконання РГЗ пропонується виробниче приміщення машинобудівного підприємства: ділянка для складання блоків живлення, яка складається з основних елементів:

- ✓ робочі місця працівників;
- ✓ підвісний конвеєр з електроприводами;
- ✓ робоче місце начальника дільниці, яке в обладнанні має електронно-обчислювальну машину в комплекті;
- ✓ кондиціонер.

3) У теоретичній частині РГЗ необхідно вивчити та надати роз'яснення на питання за варіантами завдання в таблиця 3.31.

4) Проведення розрахунків з безпечної експлуатації електроустановок, які розміщені у визначеному виробничому приміщенні.

4.1) Розрахунок кількості світильників проводиться у такій послідовності:

- ознайомитись з методикою проведення розрахунків виробничого освітлення, що наведена в додатку 6;
- на підставі отриманого завдання провести розрахунки штучного освітлення за відповідним варіантом завдання табл. 3.32, визначити необхідну кількість світильників та потужність освітлювальних установок.

4.2) Розрахунок захисного пристрою для споживача електричного струму в однофазній трьохпровідній електричній мережі з глухо заземленою нейтраллю. Використовуючи методику вибору пристрою захисного заземлення (додаток 7), провести розрахунок однофазних споживачів, за варіантом завдання, наведеному у табл. 3.33, комп'ютера; кондиціонера; мережі виробничого освітлення (за результатами попереднього розрахунку);

4.3) Розрахунок захисного пристрою для електродвигунів на здатність вимикати електричний струм в трьохфазній чотирьохпровідній електричній мережі з глухо заземленою нейтраллю. Використовуючи методику розрахунку захисного заземлення на здатність роз'єднувати електричну трьохфазну мережу (додаток 8), провести розрахунок заземлення для електродвигунів за варіантом завдання табл. 3.34, 3.35.

5) Виконання графічної частини:

а) розробка та складання плану виробничого приміщення, вихідні дані наведено табл. 3.32, 3.33, зразок наведено в додатку 9;

б) розробка та складання схеми електричних мереж живлення споживачів є результати проведених розрахунків захисних пристроїв, зразок наведено в додатку 10.

б) Загальний висновок. За результатами проведених розрахунків та на підставі аналізу причин можливого ураження електричним струмом працюючих з електроустановками зробити висновок щодо стану електробезпеки на наведеному виробничому приміщенні.

Таблиця 3.31 – Варіанти завдань та відповіді з теоретичних питань

№ варіантів	Зміст теоретичних питань
1	2
1	Технічні способи і засоби для забезпечення захисту від випадкового непрямого дотику до струмопровідних частин.
	Електроустановки у вибухонебезпечних зонах. Вибір електрообладнання. Особливості заземлення електроустановок, що експлуатуються у вибухонебезпечних зонах.
2	Технічні способи і засоби для забезпечення захисту від випадкового прямого дотику до струмопровідних частин.
	Умови виникнення статичної електрики. Оцінка небезпеки його накопичення. Захист персоналу від статичної електрики. Основні способи захисту від статичної електрики.
3	Характеристика електричних мереж.
	Класи електрообладнання, їх характеристика.
4	Типи систем заземлення, їх характеристика.
	Надання першої допомоги при ураженні електрострумом.
5	Складові захисного пристрою, їх призначення.
	Опишіть закон розподілу потенціалу на поверхні землі при стіканні струму в землю через одиночний заземлювач та метод вирівнювання потенціалів.
6	В чому полягає захисна дія малої напруги? Які вимоги ставляться до малої напруги, що використовується як засіб захисту, і до її джерел?
	Поясніть зв'язок між рівнем електробезпеки і станом ізоляції струмопровідних частин мережі живлення.

Продовження таблиці 3.31

1	2
7	В чому полягає захисна дія електричних блоків безпеки? Які види блоків безпеки використовуються в електроустановках?
	Навести схему вимірювання опору захисного заземлення методом амперметра – вольтметра.
8	В чому полягає захисна дія електричної ізоляції? Які види ізоляції використовуються в електроустановках?
	Яка встановлена періодичність вимірювання опору розтіканню струму захисних заземлюючих пристроїв ?
9	Назвіть основні засоби і заходи, що забезпечують електробезпеку при нормальному режимі роботи електроустановок.
	Наведіть формулу величини струму, що протікає через людину в разі дотику її до фазного проводу однофазної електричної мережі, полюс джерела струму якої глухозаземлено, у випадку: пошкоджена ізоляція нейтрального провідника.
10	Визначення: електроустановка, електробезпека, електротравматизм?
	Наведіть формулу величини струму, що протікає через людину в разі дотику її до фазного проводу однофазної електричної мережі, полюс джерела струму якої глухозаземлено, у випадку: пошкоджена ізоляція фазного провідника.
11	Як класифікуються приміщення за ступенем небезпеки ураження електричним струмом?
	Наведіть формулу величини струму, що протікає через людину в разі дотику її до фазного проводу однофазної електричної мережі, полюс джерела струму якої глухозаземлено, у випадку: ізоляція неушкоджена, опори ізоляції обох провідників однакові.
12	Що таке напруга непрямого дотику (крокова напруга) і від чого залежить її величина?
	Наведіть формулу величини струму, що протікає через людину в разі дотику її до одного проводу однофазної електричної мережі, що ізольована від землі, у випадку: пошкоджена ізоляція провідника, якого торкається людина.
13	Що таке напруга прямого дотику і від чого залежить її величина?
	Наведіть формулу величини струму, що протікає через людину в разі дотику її до одного проводу однофазної електричної мережі, що ізольована від землі, у випадку, коли пошкоджена ізоляція провідника, якого людина не торкається.

Продовження таблиці 3.31

1	2
14	Що таке струм витоку електричної мережі і від чого залежить його значення?
	Наведіть формулу величини струму, що протікає через людину в разі дотику її до одного проводу однофазної електричної мережі, що ізолювана від землі, у випадку: ізоляція неушкоджена, опори ізоляції обох провідників однакові.
15	Як класифікуються загальні електротравми? Наведіть характеристику кожної групи загальних електротравм та чинники електричного характеру і якою мірою вони впливають на тяжкість електротравми.
	Що таке електричний струм, електричне поле, електрична дуга та якими основними параметрами вони характеризуються? Якими ефектами супроводжується протікання електричного струму через організм людини і які види травм можливі в результаті дії струму?
16	В чому полягає небезпека електричної дуги для організму людини? Які існують типи місцевих електротравм? Наведіть характеристику кожного з них.
	Назвіть основні засоби і заходи, що забезпечують електробезпеку при нормальному режимі роботи електроустановок.

Таблиця 3.32 – Вихідні данні для виробничого приміщення – ділянка для складання блоків живлення

Характеристика приміщення	Варіанти															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
довжина, м	80	70	85	90	75	85	95	90	85	70	75	74	87	92	76	81
ширина, м	20	25	30	35	35	25	40	45	50	65	55	75	56	40	45	50
висота, м	3.5	4.0	3.2	4.5	3.8	4.2	4.4	3.5	4.0	3.2	4.5	3.8	4.2	4.4	3.5	4
кількість робочих місць	8	6	8	10	6	8	10	10	8	6	6	6	8	10	6	8
кількість вікон	4	3	5	6	4	5	4	6	4	3	4	4	4	6	4	3
розряд зорової роботи	IV а	IV б	IV а	IV г	IV в	IV а	IV г	IV в	IV б	IV а	IV б	IV г	IV в	IV г	IV а	IV а
Стан природного освітлення, D, %	1.8	2.9	3.8	3.1	1.5	1.9	1.4	2.8	3.9	2.8	1	1.8	1.9	4	1.8	1.3

Продовження таблиці 3.32

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Вид освітлення	природне, бічне															
II світловий кліматичний район, напрям	Пн	З	С	Пд З	С	Пн З	Пн	Пд З	Пн С	З	Пд С	Пн З	С	Пн С	З	Пд
Рівень робочої поверхні h , м	0,8	0,9	0,8	1,1	1,0	0,9	1,1	0,8	0,9	0,8	1,0	0,8	0,9	1,0	0,8	1,0
Середньозважений коефіцієнт відбиття освітлення, $\rho_{\text{ср}}$	0,5	0,6	0,5	0,4	0,6	0,5	0,4	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5	0,6	0,4
Висота завісання світильника, $h_{\text{зв}}$, м	0,2	0,3	0,5	0,4	0,7	0,8	0,3	0,4	0,2	0,8	0,3	0,6	0,5	0,2	0,6	0,4
Типи ламп	ЛБ 4-7	ЛБ 6-7	ДРІ 100	ЛБУТ 20-2	ЛБУТ 40-2	ДРІ 70	ЛБ 8-7	ЛД 20-2	ЛБ 20-2	ДРІ 150	ДРІ 250	ДРІ 400	ДРІ 1000	ЛД 40	ЛБ 40-2	ЛБ 13-7

Таблиця 3.33– Вихідні данні для розрахунку заземлювача однофазних споживачів

№ варіанта	P_1 , Вт	P_2 , Вт	L_1 , м	L_2 , м	$U_{\text{ф}}$, В	№ варіанта	P_1 , Вт	P_2 , Вт	L_1 , м	L_2 , м	$U_{\text{ф}}$, В
1	600	5000	55	150	220	8	610	6000	65	150	220
2	480	8500	67	160	220	9	500	8200	62	160	220
3	550	5500	56	145	220	10	560	5600	55	135	220
4	700	7000	49	170	220	11	650	7500	50	180	220
5	750	8000	75	180	220	12	760	6500	70	160	220
6	500	8200	62	160	220	13	550	5500	56	145	220
7	560	5600	55	135	220	14	700	7000	49	170	220

Примітка: P_1 – потужність комп'ютера; P_2 – потужність кондиціонера; P_3 – потужність освітлювальних установок, значення береться із розрахунків виробничого освітлення.

Таблиця 3.34 – Завдання для розрахунку заземлювача

№ варіанта	Силове навантаження $n \times P$, кВт			Освітлювальне навантаження		Трансформатор		
	ЕД-1	ЕД-2	K_3	$P_{осв}$, кВт	$\cos \varphi$	Тип	U_1/U_2 , кВ	Схема з'єднання обмоток
1	2 x 5	1 x 200	0,90	40	1,00	М	6 / 0,4	Y/ Y _H
2	1 x 10	2 x 160	1,00	45	0,90	М	10/ 0,4	Δ / Y _H
3	3 x 15	3 x 132	0,85	30	0,85	М	35/ 0,4	Y/ Z _H
4	2 x 22	1 x 110	0,95	42	0,87	С	6/ 0,4	Δ / Y _H
5	3 x 30	3 x 90	0,88	60	0,91	С	10/ 0,4	Y/ Y _H
6	4 x 45	1 x 75	1,00	55	0,89	С	35/ 0,4	Δ / Y _H
7	3 x 45	2 x 200	0,91	45	0,85	М	35/ 0,4	Δ / Y _H
8	1 x 5	3 x 75	0,90	45	0,85	М	10/ 0,4	Y/ Y _H
9	3 x 10	2 x 200	0,89	40	0,87	М	35/ 0,4	Δ / Y _H
10	1 x 15	3 x 160	0,93	50	0,90	С	6/ 0,4	Δ / Y _H
11	1 x 22	4 x 132	0,94	55	0,89	С	10/ 0,4	Y/ Y _H
12	1 x 30	5 x 110	1,00	48	0,86	С	35/ 0,4	Δ / Y _H
13	1 x 45	3 x 90	0,98	35	0,87	М	6/ 0,4	Y/ Z _H
14	1 x 55	1 x 75	0,87	60	0,88	М	10/ 0,4	Y/ Y _H
15	5 x 5	3 x 10	0,91	75	0,84	С	35/ 0,4	Δ / Y _H
16	1 x 10	4 x 200	0,89	80	0,85	М	6/ 0,4	Y/ Y _H
17	2 x 5	3 x 45	0,86	83	0,87	М	10/ 0,4	Δ / Y _H
18	5 x 10	1 x 160	0,85	75	0,86	М	35/ 0,4	Y/ Z _H
19	5 x 15	2 x 132	0,84	45	0,90	С	10/ 0,4	Δ / Y _H
20	4 x 22	1 x 160	0,92	40	0,89	С	10/ 0,4	Y/ Y _H
21	3 x 30	3 x 5	0,90	64	0,90	М	6/ 0,4	Y/ Z _H

Таблиця 3.35 – Завдання для розрахунку заземлювача

№ варіан- ту	Лінійні кабелі			Фазовий кабель				PEN –провідник	
	Довжина, м		Захист	Матеріал жи- ли		Ізоляція		Матеріал	Ізоляція
	L_1	L_2		l_1	l_2	l_1	l_2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	100	10	АВ	алюм	алюм	ПХВ	ПХВ	алюм	ПХВ
2	150	15	ЗП	мідь	мідь	гума	гума	мідь	папір
3	175	20	АВ	мідь	мідь	гума	гума	алюм	папір
4	125	25	АВ	алюм	алюм	ПХВ	ПХВ	мідь	папір
5	90	30	ЗП	мідь	мідь	папір	папір	алюм	папір
6	85	35	АВ	мідь	мідь	папір	папір	мідь	ПХВ
7	87	26	ЗП	мідь	мідь	гума	гума	мідь	ПХВ

Продовження таблиці 3.35

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	130	45	ЗП	мідь	алюм	ПХВ	ПХВ	алюм	гума
9	140	50	АВ	алюм	алюм	гума	гума	алюм	гума
10	120	47	АВ	мідь	мідь	ПХВ	ПХВ	мідь	папір
11	110	43	ЗП	мідь	алюм	папір	резин	алюм	папір
12	105	38	АВ	алюм	мідь	резин	папір	мідь	ПХВ
13	95	27	АВ	мідь	мідь	папір	папір	алюм	ПХВ
14	75	23	ЗП	алюм	алюм	гума	гума	мідь	ПХВ
15	115	55	АВ	алюм	мідь	ПХВ	ПХВ	мідь	ПХВ
16	125	60	АВ	алюм	медь	гума	гума	алюм	гума
17	130	8	ЗП	мідь	алюм	папір	папір	мідь	гума
18	70	14	АВ	мідь	мідь	ПХВ	ПХВ	мідь	папір
19	68	16	АВ	алюм	алюм	ПХВ	ПХВ	алюм	папір
20	65	19	ЗП	мідь	мідь	папір	папір	мідь	ПХВ
21	135	24	АВ	мідь	алюм	ПХВ	ПХВ	мідь	ПХВ
22	87	26	ЗП	мідь	мідь	гума	гума	мідь	гума

Примітка. Умовні позначення, що використані у таблиці 3.33: K_3 – коефіцієнт завантаження електродвигуна; $\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності споживача; тип силових трансформаторів: M – маслонаповнений; C – сухий; тип ізоляції – ПВХ (полівінілхлорид); захист кабелю: АВ – автоматичний вимикач; ЗП – запобіжник плавкий; схема з’єднання обмоток: Y – зірка; Z_n – зигзаг; Δ – трикутник.

Список джерел інформації

1. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом (ДСТУ Б В.2.5-82:2016): наказ Мінрегіон України від 01.07. 2016. – Режим доступу <http://eom.com.ua/index.php?action=downloads;sa=downfile&id=3530>.
2. Захист населення від впливу електромагнітних випромінювань (ДСанПіН): наказ МОЗ України № 239 від 01.08.1996 (із змінами, внесеними згідно з наказом МОЗ № 266 від 13.03.2017).
3. Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями (НПАОП 0.00-1.71-13) : наказ Міненерговугілля України № 966 від 19.12.2013. – Режим доступу <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0327-14>.

4. Правила експлуатації електрозахисних засобів (НПАОП 40.1-1.07-01): наказ Мінпраці України № 253 від 05.06.2001.
5. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (НПАОП 40.1-1.21-98): наказ Держнаглядохоронпраці України № 4 від 09.01.1998.
6. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (НПАОП 40.1-1.32-01): наказ Мінпраці України № 272 від 21.06.2001. – Режим доступу <http://dsp.gov.ua/fond-npaop-2-chastyna/>
7. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями (НПАОП 0.00-7.15-18): наказ Мінсоцполітики України № 207 від 14.02.2018 р.
8. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів: наказ Мінпалива № 258 від 25.07.2006. (Із змінами та доповнення відповідно до наказів Міненервугілля України № 91 від 13.02.2012, № 905 від 16.11.2012, № 273 від 16.05.2013).
9. Правила улаштування електроустановок. Глава 1.7 Заземлення та захисні заходи від ураження електричним струмом : наказ Міненервугілля № 476 України від 21.07.2017 р. – Режим доступу <https://art-energetyka.com.ua/BA.pdf>.
10. Основи професійної безпеки та здоров'я людини: підручник / В. В. Березуцький та ін. вид. Харків: ФОП Панов А. М., 2018 - 553 с
11. Кухровський П.П. Електробезпека на виробництві та побуті: навч. посіб./ П.П. Кухровський. – Х.: Лідер, 2013. – 384 с.

Практичне заняття № 3.10

Розрахунок заземлювального пристрою для виробничого приміщення з підвищеною небезпекою

Мета роботи. Надати студентам практичні навички щодо організації безпечного електроспоживання на підприємствах (організаціях, установах) усіх форм власності, як результат навчання.

Загальні питання. Пристрої, які забезпечують виконання функцій захисного заземлення електроустановок, це: заземлювальні пристрої; за-

хисні провідники; з'єднання і приєднання провідників системи захисту від ураження електричним струмом.

Загальні вимоги до захисного заземлення: матеріал і розміри заземлювачів повинні забезпечувати стійкість заземлювачів до корозії і їх механічну міцність; кількість заземлювачів, їх розміщення і габаритні показники повинні забезпечувати виконання вимог до опору заземлювального пристрою; як штучні слід використовувати, як правило, заземлювачі із сталі (чорної, з цинковим чи мідним покриттям, нержавіючої) або міді.

Власник електроустановки рахують, що правильне влаштування захисного заземлення та своєчасна перевірки його опору, а також обладнання і споруд є основним завданням заходів електробезпеки. Особливо це стосується тих, хто живе або працює на ґрунтах з підвищеною корозійною агресивністю. Ступінь корозії в такій місцевості перевищує допустимі норми, тому заземлення труб і покриття зовнішньої ізоляції піддаються більш інтенсивному руйнівному впливу.

Нехтування рекомендаціями, що стосуються збільшення кількості перевірок переносного електрообладнання, може призвести до нещасних випадків та збільшити ризик виникнення пожежі. Якщо ступінь зруйнованого заземлення труби або струмопровідного контуру становить понад 50 %, то слід відразу замінити даний елемент.

Щоб отримати чисельні значення опору контуру заземлювального пристрою, використовують штучний провідник, через який пропускають струм. При цьому не тільки записують результати спеціальних приладів, але і вказують розмір перерізу і ступінь цілісності зв'язку між заземлювальним провідником і технічним об'єктом. Показання приладів дозволяють зрозуміти, наскільки значення опору може бути небезпечним для людини.

Принцип перевірки опору заземлювального контуру включає такі етапи:

- недалеко від випробовуваного заземлюючого пристрою встановлюють струмовий електрод;
- до заземлювального обладнання підключають зонд для фіксації зменшення напруги;

— після подачі напруги отримують чисельні значення опору, які необхідно помножити на коефіцієнти, що враховують марку переносного приладу, температуру, стан ґрунту.

Документом, в який вносяться всі параметри заземлювального контуру, є технічний паспорт.

Висновком в паспорті буде висновок експерта, який підтверджує результати оглядів і виконаних перевірок щодо придатності контуру заземлення до використання. Тут можуть бути відмічені зауваження та рекомендації, спрямовані на усунення дефектів або помилок при підключенні заземлення до переносного обладнання. Усі записи в паспорті дозволяють дізнатися про стан контуру заземлення на поточний ремонт.

Алгоритм проведення розрахунку заземлювачів

1) Визначаємо нормативний опір штучного заземлювача $R_{ш}$ згідно з вимогами нормативних документів.

2) Визначаємо питомий опір ґрунту, ρ в місці, де буде збудовано заземлювач.

Питомий опір можна визначити шляхом вимірювання або, якщо такої можливості немає, із таких експериментальних даних:

- морська вода – 10 Ом·м;
- річкова вода – 50 Ом·м;
- торф – 20 Ом·м;
- глина – 40 Ом·м;
- садово-городня земля – 50 Ом·м;
- ґрунт, у якому глина – до 7–10 м, а глибше – гравій;
- камінь – 70 Ом·м;
- суглинок і кам'яниста глина, жовтий пісок – 100 Ом·м;
- супісок – 300 Ом·м.

Ці дані відповідають вологості ґрунту 10–20 %, тому необхідно ввести коефіцієнт запасу $k = 2–2,5$, який враховує висихання ґрунту, адже заземлювач повинен забезпечувати назначений опір за найгірших кліматичних умов – у період найбільшого висихання чи промерзання ґрунту.

Якщо питомий опір ґрунту визначали вимірюванням, то коефіцієнт приймаємо залежно від фактичного стану ґрунту в день вимірювання:

$k_1 = 3,8$ – ґрунт вологий після сильного дощу;

$k_2 = 3,0$ – ґрунт середньої вологості після малих опадів;

$k_3 = 2,3$ – ґрунт сухий.

Наближені значення питомих електричних опорів різних ґрунтів і води, Ом · м, наведені в таблиці Д 3.1, додатку 1.

3) Визначаємо опір одиночного заземлювача із сталевого прута чи труби за наступною формулою:

$$R_{\text{гп}} = 0,366 \frac{\rho}{l} \cdot k \cdot \lg \frac{4l}{d}, \quad (3.68)$$

де R_o – опір одиночного заземлювача, Ом; l – довжина заглибленої в землю частини вертикального електроду, м; d – діаметр електроду (прут, труба), м;

Якщо електроди виготовляються із рівнобічного кутника, то в формулу замість діаметра вводиться еквівалентний діаметр кутника:

$$d = 0,95 \cdot b,$$

де b – ширина полки кутника, м.

За довжини електроду $l = 2,5$ м значення, після підрахунків, буде:

$R_o = 0,332 \rho$ – для кутника 40х40х4,

$R_o = 0,318 \rho$ – для кутника 50х50х5.

Якщо одного електроду недостатньо, $R_o > R_n$, то необхідно додати ще електродів. При цьому необхідно враховувати явище взаємного екранування електродів, як результат накладення полів розтікання струму з кожного електроду, яке зменшує коефіцієнт використання електродів. Чим більша відстань між електродами, тим менший вплив взаємного екранування і за відстані понад 40 м коефіцієнт використання η близький до одиниці.

На практиці здебільшого вибирають відстань між електродами, t рівну довжині заглибленої частини, l , електроду, тобто $t = 1$.

4) Визначаємося щодо форми розміщення електродів – в ряд чи за контуром, із таблиці Д 3.2 додатку 3 визначаємо коефіцієнт використання вертикальних електродів, η_v .

Ураховуючи коефіцієнт, визначаємо приблизну кількість вертикальних електродів за формулою:

$$n = \frac{R_o}{\eta \cdot R_n}, \quad (3.69)$$

де R_o – опір одиночного заземлювача, Ом; R_n – нормований опір заземлювача, Ом; η – коефіцієнт використання електродів.

5) Розташовуємо (приблизно) на плані електроди і визначаємо загальну довжину, L горизонтальних електродів (прутків чи смуг), що з'єднують вертикальні електроди в контур.

Якщо вертикальні електроди розміщувати за контуром, на однаковій відстані один від одного t , то загальна довжина горизонтальних електродів буде:

$$L = L_1 + L_2 + \dots + L_n = t \cdot n, \text{ м}, \quad (3.70)$$

де n – кількість електродів, шт.

Тепер опір всього заземлювача буде складатися із опору вертикальних електродів та опору горизонтальних електродів. Визначаємо опір струму розтікання горизонтальних електродів, $R_{гс}$:

для смугових горизонтальних електродів:

$$R_{гс} = 0,366 \frac{\rho}{L} \cdot \lg \frac{2 \cdot L^2}{b \cdot h}, \quad (3.71)$$

де d – ширина сталевий смуги, м; h – глибина закладеної смуги від поверхні ґрунту, м.

для пруткових горизонтальних електродів

$$R_{гп} = 0,366 \frac{\rho}{L} \cdot k \cdot \lg \frac{L^2}{b \cdot h}, \quad (3.72)$$

де d – діаметр прутка, м.

для закопаного вертикально листа розмірами $a \times b$, м²:

$$R_{л} = \frac{0,25\rho}{\sqrt{a \cdot b}}. \quad (3.73)$$

6) Уточнюємо опір горизонтальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використання η_r їх за формулою

$$R_r = R_{гс} / \eta_r = R_{гп} / \eta_r, \quad (3.74)$$

Коефіцієнт використання береться з таблиці Д 3.3 додатку 3.

7) Уточняємо частину загального опору заземлювача, що припадає на вертикальні електроди:

$$R_B = R_{\Gamma} \cdot R_H / (R_{\Gamma} - R_H), \quad (3.75)$$

8) Уточнюємо необхідну кількість вертикальних електродів:

$$n = R_0 / \eta \cdot R_B, \quad (3.76)$$

Якщо є можливість використати природний заземлювач з опором R_{Π} , то опір необхідного штучного заземлювача буде:

$$R_{\text{шт}} = R_{\Pi} \cdot R_H / (R_{\Pi} - R_H). \quad (3.77)$$

Приклад розрахунку штучного заземлювача

Методика розрахунку

1) Вихідні дані для розрахунку. Розрахувати штучний заземлювач для трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ; нормований опір не повинен перевищувати 4 Ом; тип ґрунту: садово-городній; вимірювання питомого опору не виконувалось; матеріал вертикальних електродів:

- сталь кутова 40 x 40 x 4 мм;
- довжина $l = 2,5$ м;

матеріал горизонтальних електродів:

- смугова 40x4 мм;
- глибина закладення їх $h = 0,5$ м.

2) Приймаємо питомий опір ґрунту $\rho = 50 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, коефіцієнт запасу $k = 2,5$.

3) Визначаємо опір одиночного вертикального заземлювача за формулою

$$R_{\text{шт}} = 0,366 \frac{\rho}{L} \cdot k \cdot \lg \frac{4L^2}{0,95b} = 0,366 \frac{50}{2,5} \cdot 2,5 \cdot \lg \frac{4 \cdot 2,5}{0,95 \cdot 0,04} = 41,4 \text{ Ом}$$

4) Визначаємо приблизну кількість вертикальних електродів, без врахування горизонтальних електродів, за формулою

$$n = R_0 / \eta \cdot R_B = 41,4 / 0,5 \cdot 4 = 20,7 \sim 20 \text{ цілих електродів}$$

5) Розташовуємо на плані (приблизно) електроди, щоб встановити довжину з'єднувальних горизонтальних електродів L .

У разі розміщення вертикальних електродів за замкненим контуром на однаковій відстані один від одного: $t = l = 2,5$ м, то загальна довжина горизонтальних електродів буде:

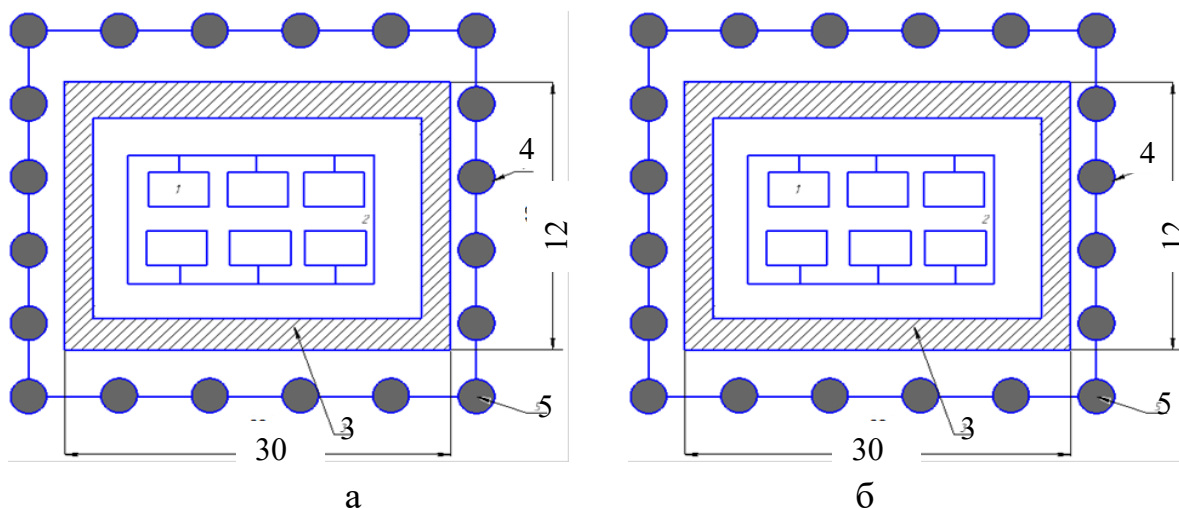


Рисунок 3.16 – Ескіз розташування заземлювачів:

а) початкове розміщення електродів; б) кінцева схема розміщення електродів;
1 – заземлююче обладнання; 2 – заземлювальний контур; 3 – стіни будівлі; 4 – горизонтальний заземлювач; 5 – вертикальний заземлювач

6) Визначення опору горизонтальних електродів провести за формулою:

$$R_{\Gamma} = R_o / \eta \cdot R_{\text{н}} = 41,4 / 0,5 \cdot 4 = 20,7 \text{ Ом}$$

Визначення смугових горизонтальних електродів провести за формулою:

$$R_{\Gamma c} = 0,366 \frac{\rho}{L} \cdot \lg \frac{2 \cdot L^2}{b \cdot h} = 0,366 \frac{50}{40} \cdot \lg \frac{2 \cdot 1600}{0,04 \cdot 0,5} = 5,52 \text{ Ом}.$$

Уточнюємо опір горизонтальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використаного згідно з таблиці Д 3.3 додатку 3.

$$R_{\Gamma} = R_{\Gamma c} / \eta_{\Gamma} = 5,52 / 0,27 = 20,4 \text{ Ом}.$$

Уточнюємо загальний опір вертикальних електродів з урахуванням опору горизонтальних електродів за формулою

$$R_{\text{в}} = R_{\text{г}} \cdot R_{\text{н}} / R_{\text{г}} - R_{\text{н}} = 20,7 \cdot 4 / 20,7 - 4 = 4,96 \text{ Ом.}$$

Уточнюємо необхідну остаточну кількість вертикальних електродів за формулою

$$n = R_{\text{о}} / \eta \cdot R_{\text{в}} = 41,4 / 0,5 \cdot 4,96 = 16,7 \sim 16 \text{ цілих електродів.}$$

Складається кінцева схема та паспорт заземлювального пристрою.

Методичні вказівки щодо складання технічного паспорта заземлювального пристрою та порядку його ведення

1) Виконання РЗ необхідно розпочати з вивчення:

- державних стандартів, нормативно-правових актів, галузевих та міжгалузевих нормативних документів, які регламентують порядок організації та дотримання безпеки при роботі з електроустановками на машинобудівних підприємствах;
- типів і схем електричних мереж напругою до 1 кВ, що використовуються на машинобудівних підприємствах;
- принципових електричних схем трьох- та однофазних мереж електропостачання;
- аналізу можливого одно- і двофазного включення людини в електричний ланцюг.

Для виконання розрахункового завдання пропонується виробниче приміщення підприємства, де виконуються роботи з підвищеною небезпекою на діючих електроустановках.

2) Проведення розрахунків захисного пристрою з безпечної експлуатації електроустановок, які розміщені у визначеному виробничому приміщенні.

3) За результатами проведених розрахунків необхідно скласти технічний паспорт відповідно до методичних рекомендацій.

4) Загальний висновок (дивись додаток 13)

Таблиця 3.36 – Вихідні дані для розрахунку згідно варіанту

№ варіанта	Трансформаторна підстанція напругою U , кВ	Розміри будинку		Розрахунковий опір природно- го заземлюва- ча, R_e , Ом	Довжина лінії електропередач	
		Довжина L , м	Ширина B , м		$l_{к.л.}$, км	$l_{п.л.}$, км
1	6/ 0,4	24	12	15	70	65
2	10/ 6	24	12	18	45	70
3	10/ 0,4	18	6	17	50	60
4	6/ 0,4	12	12	19	85	75
5	10/ 6	24	18	13	92	63
6	10/ 6	18	12	16	75	54
7	6/ 0,4	12	18	18	84	65
8	10/ 0,4	30	12	16	73	68
9	10/ 0,6	30	18	14	82	74
10	6/ 0,4	18	12	12	91	69
11	10/ 0,4	18	12	-	49	38
12	10/ 6	24	12	14	94	65
13	10/ 0,4	24	18	-	78	65
14	6/ 0,4	12	6	18	73	62
15	10/ 6	18	12	10	86	63
16	10\ 0,4	12	18	11	93	54
17	6/ 0,4	18	12	12	99	86
18	10/ 0,4	24	12	17	75	53
19	10/6	12	6	19	73	54
20	6/ 0,4	18	12	13	92	68

Таблиця 3.37 – Вихідні дані для розрахунку згідно варіанту

№ варіанта	Параметри вертикального електрода		Параметри горизонта- льного електрода	Питомий опір землі ρ обмірюване, Ом·м	Кліматична зона
	Довжина, l_B , м	Діаметр, d , мм ²	Переріз полоси, мм ²		
1	2	3	4	5	6
1	5	12	4 x 40	120	I
2	3	14	4 x 40	110	II
3	3	12	6 x 56	130	III
4	5	14	8 x 60	70	IV
5	5	12	4 x 32	80	I
6	5	14	6 x 60	110	II
7	3	12	6 x 50	90	III

Продовження таблиці 3.37

1	2	3	4	5	6
8	5	14	4 x 48	114	IV
9	5	16	4 x 32	70	I
10	3	12	6 x 48	160	II
11	5	16	4 x 50	162	III
12	5	17	6 x 56	90	IV
13	3	18	8 x 50	80	I
14	5	19	4 x 56	162	II
15	5	20	8 x 48	150	III
16	3	22	4 x 56	122	IV
17	5	14	8 x 25	160	I
18	5	15	4 x 56	120	II
19	5	16	8 x 32	110	III
20	5	18	4 x 48	190	IV

Список джерел інформації

1. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом (ДСТУ Б В.2.5-82:2016): наказ Міністерства регіонів України від 01.07. 2016. – Режим доступу <http://eom.com.ua/index.php?action=downloads;sa=downfile&id=3530>.
2. Захист населення від впливу електромагнітних випромінювань (ДСанПіН): наказом МОЗ України від 01.08.1996 № 239 (із змінами, внесеними згідно з Наказом МОЗ № 266 від 13.03.2017).
3. Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями (НПАОП 0.00-1.71-13) : наказ Міністерства енергетики України № 966 від 19.12.2013.
4. Правила експлуатації електрозахисних засобів (НПАОП 40.1-1.07-01): наказ Міністерства праці України № 253 від 05.06.2001.
5. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (НПАОП 40.1-1.21-98) : наказ Держнаглядохоронпраці України № 4 від 09.01.1998.
6. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (НПАОП 40.1-1.32-01): наказ Міністерства праці України № 272 від 21.06.2001. – Режим доступу <http://dsp.gov.ua/fond-npaop-2-chastyna/>

7. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями (НПАОП 0.00-7.15-18) : наказ Мінсоцполітики України № 207 від 14.02.2018 р.

8. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів:наказ Мінпалива від 25.07.2006. № 258 (Із змінами та доповнення у відповідності до наказів Міненервугілля України № 91 від 13.02.2012, № 905 від 16.11.2012, № 273 від 16.05.2013).

1. Правила улаштування електроустановок. Глава 1.7 Заземлення та захисні заходи від ураження електричним струмом : наказ Міненерговугілля № 476 України від 21.07.2017 р. – Режим доступу <https://art-energetyka.com.ua/BA.pdf>.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Форма наряду-допуску для виконання робіт в електроустановках

Лицьовий бік наряду

Підприємство _____

Підрозділ _____

Наряд-допуск №

(для виконання робіт в електроустановках)

Керівнику робіт (наглядачу) _____
(прізвище, ініціали, група з електробезпеки)

Допускачу _____
(прізвище, ініціали, група з електробезпеки)

з членами бригади _____
(прізвище, ініціали, група з електробезпеки)

доручається _____

Роботу почати: дата _____ год. _____ хв. _____

Роботи закінчити: дата _____ год. _____ хв. _____

Таблиця 1 – Заходи щодо підготовки робочих місць

Назва електроустановок, у яких треба провести вимкнення і встановити заземлення	Що повинно бути вимкнено і де заземлено

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 робочих місць і на допуск видав (посада, прізвище або підпис)	Дата, час	Підпис працівника, який отримав дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск

Робочі місця підготовлені. Під напругою залишились: _____

Допускач _____
(підпис)

Керівник робіт (наглядач) _____
(підпис)

Продовження додатку 1

Зворотний бік наряду

Таблиця 3 – Інструктаж членів бригади (цільовий) у разі первинного допуску

Члени бригади (прізвище, ініціали)	Дата, час	Підписи членів бригади, які пройшли інструктаж

Підписи працівників, які провели інструктаж:

Допускач _____

Керівник робіт (наглядач) _____

Таблиця 4 – Щоденний допуск до роботи та її закінчення

Бригада проінструктована і допущена до робочого місця				Робота закінчена, бригада виведена	
Найменування робочого місця	Дата, час	Підписи		Дата, час	Підпис керівника робіт (наглядача)
		Допускача	Керівника ро- біт (наглядача)		

Таблиця 5 – Зміни в складі бригади

Працівник, уведений до складу бригади (прі- звище, ініціали, група)	Працівник, виведений зі складу бригади (прі- звище, ініціали, група)	Дата, час	Дозволив (підпис)

Робота повністю закінчена, бригада виведена, заземлення, установлені бригадою, зня-
то, повідомлено (кому) _____

(посадапрізвище, ініціали)

Дата _____ год. _____ хв. _____

Керівник робіт (наглядач) _____

(підпис)

Таблиця 6. Журнал обліку робіт за нарядами і розпорядженнями

Номер		Місце і назва роботи	Заходи безпеки під час підго- товки ро- бочого місця	Працівник, який дав розпоря- дження (прі- звище, ініціали, група)	Керівник робіт (прі- звище, ініціали, група)	Члени бригади (прізвище, ініціали, група)	Дозвіл на підготовку робочого місця і допуск видав (да- та, час, прізвище, ініціали)	Роботу закінчили (дата, час)
наряду	розпоряд- ження							
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Примітка. У разі виконання робіт за нарядами заповнюються тільки графи 1, 8, 9. У разі виконання робіт за розпорядженням заповнюються графи 2–9.

Додаток 2

Розрахункові данні для визначення здатності заземлювального пристрою роз'єднувати електричну мережу

Таблиця Д 2.1 – Технічні дані асинхронних електродвигунів під напругою 380 В

Тип двигуна	$P_{ном}$, кВт	При номінальному навантаженні			$K_{п} = \frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$
		n , об./ хв	η , %	$\cos \varphi$	
4A100S2Y3	5	2940	84,9	0,9	7
4A140S2Y3	10	2940	85	0,9	7
4A160S2Y3	15	2940	88	0,91	7
4A180S2Y3	22	2945	88,5	0,91	7,5
4A180M2Y3	30	2945	90,5	0,9	7,5
4A200L2Y3	45	750	91	0,9	7,5
АИ280S8Y3	55	750	92	0,86	6
АИ280M8Y3	75	1000	93	0,87	6
АИ280M6Y3	95	1000	93	0,9	6,5
АИ315S6Y3	110	1000	93	0,92	6
АИ315M6Y3	132	1000	93,5	0,9	6,5
АИ355S6Y3	160	1000	94	0,9	7
АИ355M6Y3	200	1000	94,5	0,9	7

Примітка. Умовні позначення: n – частота обертання, об./ хв; η – КПД двигуна; $\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності; $I_{пуск}$ – пусковий струм, А; $I_{ном}$ – номінальний струм, А; $K_{п}$ – кратність пускового струму.

Таблиця Д 2.2 – Наближені розрахункові повні опори обмоток масляних трансформаторів

Потужність трансформатора, кВт	Номінальне напруження обмоток високої напруги, кВ	Z_T , Ом, при схемі з'єднання	
		Y/ Y_H	Δ / Y_H та Y/ Z_H
1	2	3	4
25	6...10	3,110	0,906
40	6...10	1,949	0,562
63	6...10	1,237	0,360
	20...35	1,136	0,407

Продовження додатку 2
Продовження таблиці Д 2.2

1	2	3	4
100	6...10	0,799	0,226
	20...35	0,764	0,327
160	6...10	0,487	0,141
	20...35	0,478	0,203
250	6...10	0,312	0,090
	20...35	0,305	0,130
400	6...10	0,195	0,056
	20...35	0,191	—
630	6...10	0,129	0,042
	20...35	0,121	—
1000	6...10	0,081	0,027
	20...35	0,077	0,032
1600	6...10	0,054	0,017
	20...35	0,051	0,020

Таблиця Д 2.3 – Розрахункові повні опори сухих трансформаторів
при вторинній напрузі 400/ 230 В

Потужність трансформатора, кВт	Схема з'єднання обмоток	$Z_T / 3$, Ом
160	Δ / Y_H	0,055
180	Y / Y_H	0,151
250	Δ / Y_H	0,0354
320	Y / Y_H	0,0847
400	Δ / Y_H	0,022
560	Y / Y_H	0,0434
630	Δ / Y_H	0,014
750	Y / Y_H	0,0364
1000	Δ / Y_H	0,009

Продовження додатку 2

Таблиця Д 2.4 – Допустимий тривалий струм для одножильних кабелів з мідною жилою та з паперовою просоченою каніфольною олією та не стікаючою масами ізоляцією у свинцевій оболонці, не броньованих, що прокладаються в повітрі

Перетин струмопровідної жили, мм ²	Струм* для кабелів А, / напругою, кВ		
	до 3	20	35
10	85/ –	–	–
16	120/ –	–	–
25	145/ –	105/ 110	–
35	170/ –	125/ 135	–
50	215/ –	155/ 165	–
70	260/ –	185/ 205	–
95	305/ –	220/ 255	–
120	330/ –	245/ 290	240/ 265
150	360/ –	270/ 330	265/ 300
185	385/ –	290/ 360	285/ 335
240	435/ –	320/ 395	315/ 380
300	460/ –	350/ 425	340/ 420
400	485/ –	370/ 450	–
500	505/ –	–	–
625	525/ –	–	–
800	550/ –	–	–

Примітка. У чисельнику зазначені струми для кабелів, розташованих в одній площині з відстанню у світлі 35–125 мм, у знаменнику – для кабелів, розташованих впритул до трикутника.

Таблиця Д 2.5 – Допустимий тривалий струм для одножильних кабелів з алюмінієвою жилою з паперовою просоченою каніфольною олією і не стікаючою масами ізоляцією у свинцевій чи алюмінієвій оболонці, не броньованих, що прокладаються в повітрі

Перетин струмопровідної жили, мм ²	Струм для кабелів, А / напругою, кВ		
	до 3	20	35
1	2	3	4
10	65/ –	–	–
16	90/ –	–	–
25	110/ –	80/ 85	–

Продовження додатку 2
Продовження таблиці Д 2.2

1	2	3	4
35	130/ –	95/ 105	–
50	165/ –	120/ 130	–
70	200/ –	140/ 160	–
95	235/ –	170/ 195	–
120	255/ –	190/ 225	185/ 205
150	275/ –	210/ 255	205/ 230
185	295/ –	225/ 275	220/ 255
240	335/ –	245/ 305	245/ 290
300	355/ –	270/ 330	260/ 330
400	375/ –	285/ 350	–
500	390/ –	–	–
25	405/ –	–	–
800	425/ -	-	-

Примітка. У чисельнику зазначені струми для кабелів, розташованих в одній площині з відстанню у світлі 35–125 мм, у знаменнику – для кабелів, розташованих впритул до трикутника.

Таблиця Д 2.6 – Допустимий тривалий струм для кабелів з мідними жилами з паперовою просоченою каніфольною олією і не стікаючими масами ізоляцією у свинцевій оболонці, що прокладаються в повітрі

Перетин стру- мопровідної жили, мм ²	Струм для кабелів, А:					
	одножильних до 1 кВ	двожильних до 1 кВ	трижильних напру- гою, кВ			Чотирижильних до 1 кВ
			до 3	6	10	
1	2	3	4	5	6	7
6	–	55	45	–	–	–
10	95	75	60	55	–	60
16	120	95	80	65	60	80
25	160	130	105	90	85	100
35	200	150	125	110	105	120
50	245	185	155	145	135	145
70	305	225	200	175	165	185

Продовження додатку 2

Продовження таблиці Д 2.6

1	2	3	4	5	6	7
95	360	275	245	215	200	215
120	415	320	285	250	240	260
150	470	375	330	290	270	300
185	525	—	375	325	305	340
240	610	—	430	375	350	—
300	720	—	—	—	—	—
400	880	—	—	—	—	—
500	1020	—	—	—	—	—
625	1180	—	—	—	—	—
800	1400	—	—	—	—	—

Таблиця Д 2.7 – Допустимий тривалий струм для кабелів з алюмінієвими жилами з паперовою просоченою каніфольною олією із не стікаючою масами ізоляцією у свинцевій чи алюмінієвій оболонці, що прокладаються в повітрі

Перетин стру- мопровідної жили, мм ²	Струм для кабелів, А:					
	одножильних до 1 кВ	двожильних до 1 кВ	трижильних напру- гою, кВ			Чотирижильних до 1 кВ
			до 3	6	10	
1	2	3	4	5	6	7
6	—	42	35	—	—	—
10	75	55	46	42	—	45
16	90	75	60	50	46	60
25	125	100	80	70	65	75
35	155	115	95	85	80	95
50	190	140	120	110	105	110
70	235	175	155	135	130	140
95	275	210	190	165	155	165
120	320	245	220	190	185	200
150	360	290	255	225	210	230
185	405	—	290	250	235	260
240	470	—	330	290	270	—
300	555	—	—	—	—	—

Продовження додатку 2
Продовження таблиці Д 2.7

1	2	3	4	5	6	7
400	675	—	—	—	—	—
500	785	—	—	—	—	—
625	910	—	—	—	—	—
800	1080	—	—	—	—	—

Таблиця Д 2.8 – Допустимий тривалий струм для кабелів з алюмінієвими жилами з паперовою просоченою каніфольною олією і не стікаючою масами ізоляцією у свинцевій чи алюмінієвій оболонці, що прокладаються в землі

Перетин струмопровідної жили, мм ²	Струм для кабелів, А:					
	одножильних до 1 кВ	двожильних до 1 кВ	трижильних напругою, кВ			Чотирижильних до 1 кВ
			до 3	6	10	
6	—	60	55	—	—	—
10	110	80	75	60	—	65
16	135	110	90	80	75	90
25	180	140	125	105	90	115
35	220	175	145	125	115	135
50	275	210	180	155	140	165
70	340	250	220	190	165	200
95	400	290	260	225	205	240
120	460	335	300	260	240	270
150	520	385	335	300	275	305
185	580	—	380	340	310	345
240	675	—	440	390	355	—
300	770	—	—	—	—	—
400	940	—	—	—	—	—
500	1080	—	—	—	—	—
625	1170	—	—	—	—	—
800	1310	—	—	—	—	—

Продовження додатку 2

Таблиця Д 2.9 – Допустимий тривалий струм для кабелів з мідними жилами з паперовою просоченою каніфольною олією і не стікаючою масами ізоляцією у свинцевій оболонці, що прокладаються в землі

Перетин струмопровідної жили, мм ²	Струм для кабелів, А:					
	одножильних до 1 кВ	двожильних до 1 кВ	трижильних напругою, кВ			Чотирижильних до 1 кВ
			до 3	6	10	
6	–	80	70	–	–	–
10	140	105	95	80	–	85
16	175	140	120	105	95	115
25	235	185	160	135	120	150
35	285	225	190	160	150	175
50	360	270	235	200	180	215
70	440	325	285	245	215	265
95	520	380	340	295	265	310
120	595	435	390	340	310	350
150	675	500	435	390	355	395
185	755	–	490	440	400	450
240	880	–	570	510	460	–
300	1000	–	–	–	–	–
400	1220	–	–	–	–	–
500	1400	–	–	–	–	–
625	1520	–	–	–	–	–
800	1700	–	–	–	–	–

Таблиця Д 2.10 – Допустимий тривалий струм для кабелів з алюмінієвими жилами з гумовою чи пластмасовою ізоляцією у свинцевій, полівінілхлоридній і гумовій оболонках, броньованих і неброньованих

Перетин стру- мопровідної жили, мм ²	Струм для кабелів, А:				
	одножильних	двожильних		трижильних	
	При прокладанні				
	у повітрі	у повітрі	у землі	у повітрі	у землі
1	2	3	4	5	6
2,5	23	21	34	19	29

Продовження додатку 2

Продовження таблиці Д 2.10

1	2	3	4	5	6
4	31	29	42	27	38
6	38	38	55	32	46
10	60	55	80	42	70
16	75	70	105	60	90
25	105	90	135	75	115
35	130	105	160	90	140
50	165	135	205	110	175
70	210	165	245	140	210
95	250	200	295	170	255
120	295	230	340	200	295
150	340	270	390	235	335
185	390	310	440	270	385
240	465	—	—	—	—

Таблиця Д 2.11 – Допустимий тривалий струм для проводів з мідними жилами з гумовою ізоляцією в металевих захисних оболонках і кабелів з мідними жилами з гумовою ізоляцією у свинцевій, полівінілхлоридній, найритовій чи гумовій оболонках, броньованих і неброньованих

Перетин струмопро- відної жили, мм ²	Струм, А, для кабелів:				
	одножильних	двожильних		трижильних	
	При прокладанні				
	у повітрі	у повітрі	у землі	у повітрі	у землі
1	2	3	4	5	6
1,5	23	19	33	19	27
2,5	30	27	44	25	38
4	41	38	55	35	49
6	50	50	70	42	60
10	80	70	105	55	90
16	100	90	135	75	115
25	140	115	175	95	150
35	170	140	210	120	180
50	215	175	265	145	225

Продовження додатку 2

Продовження таблиці Д 2.11

1	2	3	4	5	6
70	270	215	320	180	275
95	325	260	385	220	330
120	385	300	445	260	385
150	440	350	505	305	435
185	510	405	570	350	500
240	605	—	—	—	—

Таблиця Д 2.12 – Допустимий тривалий струм для проводів та шнурів з гумовою і полівінілхлоридною ізоляцією з мідними жилами

Перетин струмопро- відної жили, мм ²	Струм для проводів, А, прокладених:					
	відк- рито	в одній трубі				
		двожиль- них	трижиль- них	чотирижи- льних	одного двожиль- ного	одного трижиль- ного
1	2	3	4	5	6	7
0,5	11	—	—	—	—	—
0,75	15	—	—	—	—	—
1	17	16	15	14	15	14
1,2	20	18	16	15	16	14,5
1,5	23	19	17	16	18	15
2	26	24	22	20	23	19
2,5	30	27	25	25	25	21
3	34	32	28	26	28	24
4	41	38	35	30	32	27
5	46	42	39	34	37	31
6	50	46	42	40	40	34
8	62	54	51	46	48	43
10	80	70	60	50	55	50
16	100	85	80	75	80	70
25	140	115	100	90	100	85
35	170	135	125	115	125	100
50	215	185	170	150	160	135
70	270	225	210	185	195	175

Продовження додатку 2

Продовження таблиці Д 2.12

1	2	3	4	5	6	7
195	330	275	255	225	245	215
120	385	315	290	260	295	250
150	440	360	330	—	—	—
185	510	—	—	—	—	—
240	605	—	—	—	—	—
300	695	—	—	—	—	—
400	830	—	—	—	—	—

Таблиця Д 2.13 – Допустимий тривалий струм для проводів та шнурів з гумовою і полівінілхлоридною ізоляцією з алюмінієвими жилами

Перетин струмопро- відної жили, мм ²	Струм, А, для проводів, прокладених					
	відк- рито	в одній трубі				
		двожиль- них	трижиль- них	чотирижи- льних	одного двожиль- ного	одного трижиль- ного
1	2	3	4	5	6	7
2	21	19	18	15	17	14
2,5	24	20	19	19	19	16
3	27	24	22	21	22	18
4	32	28	28	23	25	21
5	36	32	30	27	28	24
6	39	36	32	30	31	26
8	46	43	40	37	38	32
10	60	50	47	39	42	38
16	75	60	60	55	60	55
25	105	85	80	70	75	65
35	130	100	95	85	95	75
50	165	140	130	120	125	105
70	210	175	165	140	150	135
95	255	215	200	175	190	165
120	295	245	220	200	230	190
150	340	275	255	—	—	—

Продовження додатку 2

Продовження таблиці Д 2.13

1	2	3	4	5	6	7
185	390	—	—	—	—	—
240	465	—	—	—	—	—
300	535	—	—	—	—	—
400	645	—	—	—	—	—

Таблиця Д 2.14 – Технічні параметри запобіжників плавких

Тип запобіжників	Номінальна напруга, В	Номінальний струм, А		Граничний струм, що відключає, А, при напрузі змінного струму, В			
		Запобіжника	плавкої вставки	220	380	500	660
ПН2-100	380...220	100	30, 40, 50, 60, 80, 100	—	100	50	—
ПН2-250	380...440	250	80, 100, 120, 150, 200, 250	—	100	50	—
ПН2-400		400	200, 250, 300, 400	—	40	25	—
ПН2-600		600	300, 400, 500, 600	—	25	25	—
ПП17-39	660...440	1000	500, 630, 800, 1000	—	110	64	—
ПП18-33		160	50, 63, 80, 100, 125, 160	—	—	—	—
ПП18-34		250	125, 160, 200, 250	—	—	—	—
ПП18-39		630	400, 500, 630	—	—	—	—
ПП18-41		1000	630, 800, 1000	—	—	—	—
ПП18-37		400	250, 320, 400	—	—	—	—

Продовження додатку 2

Таблиця Д 2.15 – Технічні дані автоматичних вимикачів серії

А 3700

Тип авто- матичних вимикачів	Кіль- кість полюсів	⁺ ном, А	Межі регулювання номінального струму, А	Межі регулювання часу спрацювання, с	Роз'єднувач вставки дотику, А
1	2	3	4	5	6
<i>Виконання струмограничного з напівпровідниковими та електромагнітними розчеплювачами максимального струму</i>					
А 3713Б	2	40 80	20, 25, 32, 40 40, 50, 63, 80	4, 8, 16	1600
А 3714Б	3	160	80, 100, 125, 160	—	—
А 3723Б	2	250	160, 200, 250	—	2500
А 3724Б	3	250	160, 200, 250	—	—
А 3733Б	2	250	160, 200, 250	—	4000
А 3734Б	2, 3	400	250, 320, 400	—	6300
А 3744Б	3	630	400, 500, 630	—	—
<i>Виконання селективне з напівпровідниковими розчеплювачами максимального струму</i>					
А 3733С	2	250	160, 200, 250	4, 8, 16	електромагнітний.
А 3734С	3	250 400	160, 200, 250 250, 320, 400	захисти у зоні пе- ревантаж нема	роз'єднувача нема
А 3743С	2	400 630	250, 320, 400 400, 500, 630	4, 8, 16	теж саме
А 3744С	3	400 630	250, 320, 400 400, 500, 630	захисти у зоні пе- ревантаж. нема	теж саме
<i>Виконання з термобіметалевими та електромагнітними розчеплювачами</i>					
Максималь- ного стуму А 3715Б	2	160	16, 20, 25, 32	—	630, 1600
А 3716Б	3	—	40, 50, 63, 80 100, 125, 160	—	—
А 3725Б	2	250	160, 200, 250	—	—
А 3726Б	3	—	—	уставок для регу- лювання струму та часу нема	—
А 3735Б	2	400	250, 320, 400		4000
А 3736Б	3	—	—		—
А 3745Б	2	630	400, 500, 630		6300
А 3746Б	3	—	—		—

Продовження додатку 2

Продовження таблиці Д 2.15

1	2	3	4	5	6
<i>Виконання струмограничного з електромагнітними роз'єднувачем максимального струму</i>					
A 3711Б	2	160	Межі регулювання номінального струму, А, здійснюється напівпровідниковим роз'єднувачем та регулювання установок за струму та часу нема	400, 630, 1000, 1600	
A 3712Б	3	—		1600, 2000, 2500	
A 3722Б	2	250		—	
A 3731Б	2	400		2500, 3200, 4000	
A 3732Б	3	—		—	
A 3741Б	2	630		4000, 5000, 6300	
A 3742Б	—	—		—	
A 3712Б	2	250		1600, 2000, 2500	

Додаток 3

Нормативні значення для розрахунку захисного заземлення

Таблиця Д 3.1 – Наближені значення питомих електричних опорів різних ґрунтів і води, Ом · м

Ґрунт, вода	Можливі межі коливань	При вологості 10–20 % до маси ґрунту
Глина	8 – 70	40
Суглинок	40 – 150	100
Пісок	400 – 700	700
Супісок	150 – 400	300
Торф	10 – 30	20
Чорнозем	9 – 53	20
Садова земля	30 – 60	40
Кам'янистий ґрунт	500 – 800	–
Скелястий ґрунт	$10^4 - 10^7$	–
Вода:		
морська	0,2 – 1	–
річкова	10 – 100	–
ставкова	40 – 50	–
ґрунтова	20 – 70	–
у струмках	10 – 60	–

Примітки:

1. Питомий електричний опір ґрунту є опір куба ґрунту з ребром 1 м.

2. При малому процентному вмісті вологи у ґрунті можливі великі значення опорів.

3. Питомі опори ґрунтів коливаються протягом року, що враховується при розрахунках уведенням так званих сезонних коефіцієнтів опору ґрунту (див. табл. Д 3.16 – Д 3.18).

4. У таблиці наведені наближені значення питомих опорів ґрунтів і води.

Користуватися цими значеннями, як і значеннями, узятими з інших літературних джерел, для розрахунків заземлень не можна, тому що вони можуть відрізнятися від дійсних у десятки і сотні разів.

Для розрахунків повинні використовуватися значення питомих опорів ґрунтів, отримані натурними вимірами опору ґрунту на тій ділянці, де буде споруджуватися заземлювач.

Продовження додатку 3

Таблиця Д 3.2 – Коефіцієнти використання η_v вертикальних електродів групового заземлювача (труб, куточків і т.п.) без урахування впливу смуги зв'язку

Кількість заземлювачів	Відношення відстаней між електродами до їхньої довжини					
	Електроди розміщено в ряд			Електроди розміщено по контуру		
2	0,85	0,91	0,94	-	-	-
4	0,73	0,83	0,89	0,69	0,78	0,85
6	0,65	0,77	0,85	0,61	0,73	0,8
10	0,59	0,74	0,81	0,56	0,68	0,76
20	0,48	0,67	0,76	0,47	0,63	0,71
40	-	-	-	0,41	0,58	0,66
60	-	-	-	0,39	0,55	0,64
100	-	-	-	0,36	0,52	0,62

Таблиця Д 3.3 – Коефіцієнти використання η_r горизонтального смугового електрода, що з'єднує вертикальні електроди (труби, куточки і т.п.) групового заземлювача

Відношення відстаней між вертикальними електродами до їхньої довжини	Кількість вертикальних електродів							
	2	4	6	10	20	40	60	100
Вертикальні електроди розміщено в ряд								
1	0,85	0,77	0,72	0,62	0,42	—	—	—
2	0,94	0,80	0,84	0,75	0,56	—	—	—
3	0,96	0,92	0,88	0,82	0,68	—	—	—
Вертикальні електроди розміщено по контуру								
1	—	0,45	0,40	0,34	0,27	0,22	0,20	0,19
2	—	0,55	0,48	0,40	0,32	0,29	0,27	0,23
3	—	0,70	0,64	0,56	0,45	0,39	0,36	0,33

Продовження додатку 3

Таблиця Д 3.4 – Ознаки кліматичних зон для визначення коефіцієнтів сезонності ψ

Характеристика кліматичної зони	Кліматичні зони			
	I	II	III	IV
Середня багаторічна нижча температура (січень), °C	від – 20 до – 15	від – 14 до – 10	від – 10 до 0	від 0 до + 5
Середня багаторічна вища температура (липень), °C	від + 16 до + 18	від + 18 до + 22	від + 22 до + 24	від + 24 до + 26
Середньорічна кількість опадів, см	~ 40	~ 50	~ 50	30 – 40
Тривалість замерзання вод, дні	190 – 170	~ 150	~ 100	0

Таблиця Д 3.5 – Коефіцієнти сезонності ψ для шару сезонних змін у багат шаровій землі

Кліматична зона	Умовна товщина шару сезонних змін, м	Вологість землі під час вимірювань її опору		
		підвищена	нормальна	мала
I	2,2	7,0	4,0	2,7
II	2,0	5,0	2,7	1,9
III	1,8	4,0	2,0	1,5
IV	1,6	2,5	1,4	1,1

Таблиця Д 3.6 – Коефіцієнти сезонності для однорідної землі

Кліматична зона	Стан землі під час вимірювань її опору при вологості		
	підвищений	нормальний	малій
1	2	3	4
Вертикальний електрод довжиною 3 м			
I	1,9	1,7	1,5
II	1,7	1,5	1,3
III	1,5	1,3	1,2
IV	1,3	1,1	1,0
Вертикальний електрод довжиною 5 м			
I	1,5	1,4	1,3
II	1,4	1,3	1,2
III	1,3	1,2	1,1
IV	1,2	1,1	1,0

Продовження додатку 3

Продовження таблиці Д 3.6

1	2	3	4
Горизонтальний електрод довжиною 10 м			
I	9,3	5,5	4,1
II	5,9	3,5	2,6
III	4,2	2,5	2,0
IV	2,5	1,5	1,1
Горизонтальний електрод довжиною 50 м			
I	7,2	4,5	3,6
II	4,8	3,0	2,4
III	3,2	2,0	1,6
IV	2,2	1,4	1,12

Додаток 4
Довідкові данні для проектування захисних заходів від ударів
блискавкою

Таблиця Д 4.1 – Типи зон і категорії пристроїв захисту від блискавки будинків і споруд

№ з\п	Будинки і споруди	Місце розташування	Типи зони захисту при використанні стрижневих і тросових блискавковідводів	Категорія захисту від блискавки
1	2	3	4	5
1	Будинки і споруди або їхні частини, приміщення яких згідно з ПУЕ належать до вибухонебезпечних зон класів 0 і 20	на всій території	зона А	I
2	Те ж саме для класів пожежо-небезпечних зон: П-I, П- II, П- Па	у місцевостях із середньою тривалістю гроз 10 годин на рік і більш	при очікуваній кількості поразок блискавкою на рік будинку або споруди $N > 1$ -зона А; при $N < 1$ -зона Б	II
3	Зовнішні установки, що створюють згідно з ПУЕ вибухонебезпечну зону класу 20	на всій території	зона Б	II
4	Будинки і споруди або їхні частини, приміщення яких згідно з ПУЕ належать до пожежонебезпечних зон класів П-I, П-II, П-Па	у місцевостях із середньою тривалістю гроз 20 годин на рік і більш	для будинків і споруд I і II ступенів вогнестійкості при $0,1 < N \leq 2$ і для III–V ступенів вогнестійкості при $0,02 < N \leq 2$ –зона Б, при $N > 2$ –зона А	III
5	Розташовані у сільській місцевості невеликі будівлі III–V ступенів вогнестійкості, приміщення яких згідно ПУЕ відносяться до зон класів П-I, П-II, П-Па	у місцевостях із середньою тривалістю гроз 20 годин на рік і більш при $n < 0,02$	-	III (п.2.30)

Продовження додатку 4
Продовження таблиці Д 4.1

1	2	3	4	5
6	Зовнішні установки і відкриті склади, які створюють згідно з ПУЕ пожежонебезпечну зону класу П-III	у місцевостях із середньою тривалістю гроз 20 годин у рік і більш	при $0,1 < N \leq 2$ – зона Б, при $N > 2$ – зона А	III
7	Будинки і споруди III, IIIб, IV, V ступенів вогнестійкості, у яких відсутні приміщення, які згідно з ПУЕ до зон вибухо- і пожежобезпечних класів	те ж саме	при $0,1 < N \leq 2$ – зона Б, при $N > 2$ – зона А	III
8	Будинки і споруди із легких металевих конструкцій зі спалюваним утеплювачем (IVa ступеня вогнестійкості), у яких відсутні приміщення, які згідно з ПУЕ належать до зон вибухо-пожежобезпечних класів	у місцевостях із середньою тривалістю гроз 10 годин на рік і більш	при $0,02 < N \leq 2$ – зона Б, при $N > 2$ – зона А	III
9	Невеликі будівлі III – V ступенів вогнестійкості, розташовані в сільській місцевості, у яких відсутні приміщення, які належать згідно з ПУЕ до зон вибухо-пожежобезпечних класів	у місцевостях із середньою тривалістю гроз 20 годин на рік і більше для ііі, іііа, іііб, іv, v ступенів вогнестійкості при $N < 0.1$, для іvа ступеня вогнестійкості при $N < 0.02$	–	III
10	Будинки обчислювальних центрів, у тому числі розташовані в міській забудові	У місцевостях із середньою тривалістю гроз 20 годин на рік і більше	зона Б	II

Продовження додатку 4

Продовження таблиці Д 4.1

1	2	3	4	5
11	Тваринницькі і птахівницькі будинки і споруди III-V ступенів вогнестійкості: для великої рогатої худоби та свиней на 100 голів і більше, для овець на 500 голів і більше, для коней на 40 голів і більше	у місцевостях із середньою тривалістю гроз 40 годин на рік і більше	зона Б	III
12	Димові та інші труби підприємств і котелень, вежі і вишки всіх призначень висотою 15 м і більше	у місцевостях із середньою тривалістю гроз 10 годин на рік і більше	-	III (п.2.31)
13	Житлові і суспільні будинки, висота яких більш ніж на 25 м перевищує середню висоту навколишніх будинків у радіусі 400 м, а також будинки, що стоять окремо висотою більш 30 м, віддалені від інших будинків більш ніж на 400 м	у місцевостях із середньою тривалістю гроз 20 годин у рік і більш	зона Б	III
14	Житлові і суспільні будинки, які стоять окремо, в сільській місцевості висотою більш 30 м	те ж саме	зона Б	III
15	Суспільні будинки III – V ступенів вогнестійкості такого призначення: дитячі дошкільні установи, школи і школи-інтернати, стаціонари лікувальних установ, спальні корпуси і їдальні установ охорони здоров'я і відпочинку, культурно-просвітні і видовищні установи, готелі, адміністративні будинки, вокзали	те ж саме	зона Б	III
16	Відкриті видовищні установи (глядачеві зали відкритих кінотеатрів, трибуни відкритих стадіонів і т.п.)	те ж саме	зона Б	III

Примітки: 1. У таблиці формулювання «приміщення, які належать до класу ...» відповідає прийнятій у новій редакції ПУЕ формулюванню «зона класу ...»

Продовження додатку 4

2. Будинки і споруди або їхні частини залежно від призначення, інтенсивності грозової діяльності в районі їхнього місцезнаходження, а також від очікуваної кількості поразок блискавкою на рік повинні бути захищені відповідно до категорій пристрою захисту від блискавки і типом зони захисту, зазначеними в таблиці .

3. Очікувана кількість N поразок блискавкою на рік будинків і споруди, не обладнаних захистом від блискавки, визначається за формулою:

$$N = (S + 6 \cdot h) \cdot (L + 6 \cdot h) \cdot 10^{-6},$$

де S і L – відповідно ширина і довжина будинку, що захищається, (спорудження), що має в плані прямокутну форму, м; для будинків складної конфігурації при розрахунку N у якості S і L приймаються ширина і довжина найменшого прямокутника, у котрий може бути вписаний будинок у плані; h – найбільша висота будинку (споруди), м; N – середньорічне число ударів блискавки в один квадратний км земної поверхні в місці розташування будинку.

Залежність від інтенсивності грозової діяльності. Інтенсивність грозової діяльності – середньорічна грозова діяльність у годинах – визначається по карті на підставі даних відповідної місцевої метеорологічної станції.

Інтенсивність грозової діяльності, годин/рік	10–20	20–40	40–60	60–80	80 і >
N	1	3	6	9	12

4. Будинки і споруди, віднесені за пристроєм захисту від блискавки до I і II категорій , повинні бути захищені від прямих ударів блискавки, електростатичної та електромагнітної індукції і заносу високих потенціалів через наземні і підземні металеві комунікації.

Будинки і споруди, віднесені за пристроєм захисту від блискавки до III категорії, повинні бути захищені від прямих ударів блискавки і заносу високих потенціалів через наземні металеві комунікації. При ширині будинків і споруд більш 100 м повинні виконуватися заходи щодо вирівнювання потенціалу усеї будинку.

5. Зовнішні установки, віднесені до пристрою захисту від блискавки до II категорії, повинні бути захищені від прямих ударів блискавки і електростатичної індукції. Зовнішні установки, віднесені за пристроєм до захисту від блискавки до III категорії, повинні бути захищені від прямих ударів блискавки.

Продовження додатку 4

Таблиця Д 4.2– Зони захисту блискавковідводів

№	Тип блискавковідводу і габарити зони захисту	Розрахункові рівняння габаритів	
		Зони А	Зони Б
1	2	3	4
1	Одиночний стрижневий блискавковідвід висотою $h \leq 150$ м: Висота захисту h_0 над землею, м Радіус зони захисту r_0 на рівні землі, м Радіус зони захисту r_x на висоті h_x над землею, м	$h_0 = 0,85 \cdot h$ $r_0 = (1,1 - 0,002 \cdot h) \cdot h$ $r_x = (1,1 - 0,002 \cdot h) \cdot (h - h_x/0,85)$	$h_x = 0,92 \cdot h$ $r_0 = 1,5 \cdot h$ $r_x = 1,5 \cdot (h - h_x/0,92)$
2	Подвійний стрижневий блискавковідвід, що складається з двох стрижневих блискавковідводів однакової висоти $h \leq 150$ м, що стоять один від іншого на відстані l м: Висота зони захисту h_c над землею у середині між блискавковідводами, м : при $l \leq h$ при $l > h$ при $l \leq 1,5 \cdot h$ при $l > 1,5 \cdot h$ ширина зони захисту $2r_c$ на рівні землі в середині між блискавковідводами, м ширина зони захисту $2r_{c,x}$ на висоті h_x, м у середині між блискавковідводами, м: при $l \leq h$ при $l > h$ при $l \leq 1,5 \cdot h$ при $l > 1,5 \cdot h$	$h_c = h_0$ $h_c = h_0 - (0,17 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot h) \cdot (l - h)$ — — $2r_c = 2r_0$ $2 \cdot r_{c,x} = 2 \cdot r_x$ $2 \cdot r_{c,x} = 2 \cdot r_0 \cdot (h_c - h_x)/h_c$ — —	— — $h_c = h_0$ $h_c = h_0 \cdot 0,14 \cdot (l - 1,5 \cdot h)$ $2r_c = 2r_0$ — — $2 \cdot r_{c,x} = 2 \cdot r_x$ $2 \cdot r_{c,x} = 2 \cdot r_0 \cdot (h_c - h_x)/h_c$

Продовження додатку 4
Продовження таблиці Д 4.2

1	2	3	4
3	Подвійний стрижневий блискавковідвід, що складається з двох стрижневих блискавковідводів різної висоти $h_1 \leq 150$ м та $h_2 \leq 150$ м, що стоять один від одного на відстані l, м: висота зони захисту h_c над землею в середині між блискавковідводами, м ширина зони захисту $2r_c$ на рівні землі в середині між блискавковідводами, м ширина зони захисту $2r_{c,x}$ на висоті h_x, м у середині між блискавковідводами, м	$h_c = (h_{c1} + h_{c2})/2$ $2 \cdot r_c = r_{01} + r_{02}$ $2 \cdot r_{c,x} = 2 \cdot r_c \cdot (h_c - h_x)/h_c$	$h_c = (h_{c1} + h_{c2})/2$ $2 \cdot r_c = r_{01} + r_{02}$ $2 \cdot r_{c,x} = 2 \cdot r_c \cdot (h_c - h_x)/h_c$
4	Одиночний тросовий блискавковідвід висотою $h \leq 150$ м з опорами, що стоять одна від іншої на відстані a, м: висота зони захисту h_0, м: радіус торцевих ділянок зони захисту r_0 на рівні землі, м ширина зони захисту на ділянці між опорами S_0 на рівні землі, м радіус торцевих областей зони захисту r_x на висоті h_x над землею, м ширина зони захисту, на ділянці між опорами S_x на висоті h_x над землею, м	$h_0 = 0,85h$ $r_0 = (1,35 - 0,0025 \cdot h) \cdot h$ $S_0 = 2 \cdot r_0$ $r_x = (1,35 - 0,0025 \cdot h) \cdot (h - h_x/0,85)$ $S_x = 2 \cdot r_x$	$h_0 = 0,92h$ $r_0 = 1,7h$ $S_0 = 2 \cdot r_0$ $r_x = 1,7(h - h_x/0,92)$ $S_x = 2 \cdot r_x$

Продовження додатку 4
Продовження таблиці Д 4.2

1	2	3	4
5	Подвійний тросовий блискавковідвід, що складається з двох одиночних тросових блискавковідводів однакової висоти $h \leq 150$ м, що стоять один від одного на відстані l , м; довжина зони захисту L на рівні землі, м	$L = a + 2 \cdot r_0$	$L = a + 2 \cdot r_0$
	ширина зони захисту S на рівні землі, м	$S = l + 2 \cdot r_0$	$S = l + 2 \cdot r_0$
	довжина зони захисту L_{x2} на висоті h_{x2} від землі в середині між одиночними тросовими блискавковідводами, м	$L_{x2} = a + 2 \cdot r_{c,x}$	$L_{x2} = a + 2 \cdot r_{c,x}$
	ширина зони захисту S_{x2} на висоті h_{x2} від землі, м	$S_{x2} = l + 2 \cdot r_{x2}$	$S_{x2} = l + 2 \cdot r_{x2}$
	висота зони захисту h_c у її середині (у центрі), м: при $l \leq h$	$h_c = h_0$	$h_c = h_0$
	при $l > h$	$h_c = h_0 - (0,14 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot h)(1 - h)$	$h_c = h_0 - 0,12(1 - h)$
	розмір $r_{c,x}$ (на висоті h_x), м: при $l \leq h$	$r_{c,x} = r_x$	$r_{c,x} = r_x$
	при $l > h$	$r_{c,x} = r_0(h_c - h_x)/h_c$	$r_{c,x} = r_0(h_c - h_x)/h_c$
	розмір r_x (на висоті h_x) при $l > h$, м	$r'_x = (h_0 - h_x)/2 \cdot (h_0 - h_c)$	$r'_x = (h_0 - h_x)/2 \cdot (h_0 - h_c)$

Примітки: 1. Зона захисту блискавковідводу – частина простору, у середині якого будинок або споруда захищені від прямих ударів блискавки з визначеним ступенем надійності. Найменшим і постійним за значенням ступенем надійності володіє поверхня зони захисту; у міру просування усередину зони надійність захисту збільшується. Зона захисту типу А має ступінь надійності 99,5 % і вище, типу Б – 95 % і вище.

2. До п.1. Для зони Б висота одиничного стрижневого блискавковідводу при відомих h_x і r_x може бути визначена по формулі:

$$h = (r_x + 1,63)/1,5.$$

Продовження додатку 4

3. До п.2. Торцеві області обох зон захисту визначаються, як зони одиночних стрижневих блискавковідводів. Габарити h_0 , r_0 , r_{x1} , r_{x2} визначаються за формулами п.1 таблиці Д 3.32 для обох типів зон захисту.

4. До п.2. Зона А існує при $l \leq 3h$, зона Б – при $l \leq 5h$; якщо стрижневі блискавковідводи знаходяться на відстані $l > 5h$, їх треба розглядати як одиничні. При відомих h_c і l (при $r_{c,x} = 0$) висота блискавковідводу для зони Б визначається за формулою:

$$h = (h_c + 0,14)/1,13.$$

5. До п.3. У наведених рівняннях h_{c1} – фіктивна висота зони захисту в середині між блискавковідводами однакової висоти h_1 ; аналогічне значення має h_{c2} . Для обох зон захисту h_{c1} і h_{c2} обчислюються за рівняннями для h_c , наведеними у п. 2. Торцеві області зон захисту різновисокого подвійного стрижневого блискавковідводу визначаються, як зони захисту одиничних стрижневих блискавковідводів відповідної висоти, а габарити h_{01} , h_{02} , r_{01} , r_{02} , r_{x1} , r_{x2} обчислюються за рівняннями, наведеними у п. 1.

6. До п. 3. Для різновисокого подвійного стрижневого блискавковідводу зона захисту А існує при $l \leq 3h_1$, а зона захисту Б – при $l \leq 5 \cdot h_1$.

7. До п. 4. Відстань h , м, від сталевого троса перетином 35–50 мм² до поверхні землі в точці його найбільшого прогину дорівнює: при довжині прольоту $a < 120$ м $h = h_{\text{оп}} - 2$, при довжині прольоту $a = 120 \div 150$ м, $h = h_{\text{оп}} - 3$, де $h_{\text{оп}}$ – висота опор, м.

8. До п. 4. Для зони типу Б висота одиничного тросового блискавковідводу при відомих h_x і r_x визначається за формулою:

$$h = (r_x + 1,85h_x)/1,7.$$

9. До п. 5. Розміри r_0 , h_0 , r_x для обох типів зон захисту визначаються за формулами п. 4.

10. До п. 5. Зона А існує при $l \leq 3h$, зона Б – при $l \leq 5h$. При відомих h_c і l (при $r_{c,x} = 0$) висота блискавковідводу для зони Б визначається за формулою $h = (h_c + 0,12 \cdot l)/1,07$.

11. Зона захисту багаторазового стрижневого блискавковідводу рівної висоти визначається як зона захисту попарно взятих сусідніх стрижневих блискавковідводів (рис. 3.13, 3.14 практичного заняття 3.6). Основною умовою захищеності одного з групи споруд висотою h_x , з надійністю, що відповідає зонам

Продовження додатку 4

захисту А і Б, є виконання нерівності $r_{c, x} > 0$ для всіх попарно узятих блискавководів ($r_{c, x}$ для обох типів зони захисту визначається за формулами п. 3).

Таблиця Д 4.3 – Розміри блискавкоприймачів, струмовідводів та електродів заземлювачів

№	Форма та і матеріал блискавкоприймачів , струмовідводів і електродів	Найменше припустиме значення
<i>Блискавкоприймачі</i>		
1	Стрижень (для стрижневих блискавководів) із сталі будь-яких марок або будь-якого іншого металу: довжина, мм площа перетину, мм ²	200 100
2	Трос (для тросових блискавководів) сталевий багатодротяний оцинкований: перетин, мм ² діаметр, мм	35 ~7
<i>Струмовідводи</i>		
3	Сталь круглого перетину діаметром, мм	6
4	Смугова сталь: Площа перетину, мм ² Товщина, мм	48 4
<i>Електроди заземлювачів</i>		
5	Пруткова сталь діаметром, мм	10
6	Смугова сталь: Площа перетину, мм ² Товщина, мм	160 4
7	Угolkова сталь: Площа перетину, мм ² Товщина полиці, мм	160 4
8	Труба сталевая товщиною стінки, мм	3,5

Примітки. 1. До п. 1. Блискавкоприймачі повинні бути захищені від корозії оцинковою, лудінням або фарбуванням.

2. До пп. 1 і 2. Блискавкоприймачами можуть слугувати також металеві конструкції споруджень, що захищаються: димові, вихлопні та інші труби, дефлектори, покрівля, сітка та інші металеві конструкції, що підіймаються над спорудами.

Продовження додатку 4

3. Струмівідводи служать для з'єднання стрижневих і тросових блискавкоприймачів, сталевій покрівлі і блискавкоприймальної сітки із заземлювачами. Для захисту від корозії струмівідводи повинні бути оцинковані, полуджені або пофарбовані.

4. Струмівідводи рекомендується прокладати по будинку і споруді, що захищається, найкоротшими шляхами до заземлювача.

5. З'єднання блискавкоприймачів із струмівідводами повинно виконуватися зварюванням, а при неможливості застосування зварювання допускається болтове з'єднання з перехідним електричним опором не більш як 0,05 Ом. З'єднання сталевій покрівлі зі струмівідводами виконується спеціальними за-тискачами.

6. З'єднання струмівідводів повинні бути звареними. Болтові з'єднання допускаються тільки у разі виключення для струмівідводів будинків і споруд III категорії.

7. Рознімні з'єднання струмівідводів, необхідні при вимірах опору заземлювачів, варто передбачати тільки на струмівідводах, що приєднуються до окремих заземлювачів і металево зв'язаних між собою (наприклад, при металевій покрівлі чи блискавкоприймальній сітці). Такі рознімні з'єднання виконуються зовні будинків, споруд на висоті 1–1,5 м від землі.

8. Як струмівідводи допускається використовувати металеві конструкції: металеві направляючі ліфтів, подовжню арматуру залізобетонних колон і опор, пожежні сходи, металеві труби.

9. Усі з'єднання заземлювачів між собою і із струмівідводами робляться зварюванням. Довжина звареного шва повинна бути не менш подвійної ширини прямокутного провідника і не менш шести діаметрів круглих провідників, що зварюються. Болтові з'єднання допускаються при утворенні тимчасових заземлювачів.

Додаток 5

Кваліфікаційна характеристика професій

15. Інженер

Завдання та обов'язки. Виконує з використанням засобів обчислювальної техніки, комунікацій та зв'язку роботи в галузі науково-технічної діяльності з проєктування, будівництва, інформаційного обслуговування, організації виробництва, праці та управління, метрологічного забезпечення, технічного контролю тощо. Розробляє методичні та нормативні документи, технічну документацію, а також пропозиції та заходи щодо виконання розроблених проєктів і програм. Проводить техніко-економічний аналіз, комплексно обґрунтовує рішення, що приймаються і реалізуються, вишукує можливості скорочення циклу виконання робіт (послуг), сприяє підготовці процесу їх виконання, забезпеченню підрозділів підприємства необхідними технічними даними, документами, матеріалами, устаткуванням тощо.

Бере участь у роботах з досліджень, розроблення проєктів і програм підприємства (підрозділів підприємства), у проведенні заходів, пов'язаних з випробуваннями устаткування і впровадженням його в експлуатацію, а також виконанні робіт із стандартизації технічних засобів, систем, процесів, устаткування і матеріалів, розгляданні технічної документації та підготуванні необхідних оглядів, відгуків, висновків з питань виконуваної роботи. Вивчає та аналізує інформацію, технічні дані, показники і результати роботи, узагальнює і систематизує їх, проводить необхідні розрахунки, використовуючи сучасну електронно-обчислювальну техніку.

Готує графіки робіт, замовлення, заявки, інструкції, пояснювальні записки, карти, схеми, іншу технічну документацію, а також установлену звітність за затвердженими формами і у визначені терміни. Надає методичну і практичну допомогу під час реалізації проєктів та програм, планів і договорів. Здійснює експертизу технічної документації, нагляд та контроль за станом і експлуатацією обладнання. Стежить за додержанням установлених вимог, чинних норм, правил і стандартів. Організовує роботу з підвищення науково-технічних знань працюючих.

Продовження додатку 5

Сприяє розвитку творчої ініціативи, раціоналізації, винахідництва, упровадженню досягнень вітчизняної і зарубіжної науки, техніки, використання передового досвіду, які забезпечують ефективну роботу підприємства.

Повинен знати: директивні та розпорядчі документи, методичні і нормативні матеріали з питань виконуваної роботи; перспективу технічного розвитку та особливості діяльності підприємства (підрозділів підприємства); принципи роботи, технічні характеристики, конструктивні особливості технічних засобів, що розробляються і використовуються, матеріали та їх властивості; сучасні засоби обчислювальної техніки, комунікацій та зв'язку; методи досліджень, правила та умови виконання робіт, основні вимоги до технічної документації, матеріалів, виробів; чинні стандарти, технічні умови, положення та інструкції щодо складання й оформлення технічної документації; методи проведення технічних розрахунків і визначення економічної ефективності досліджень та розробок; досягнення науки і техніки, передовий вітчизняний і зарубіжний досвід у відповідній галузі діяльності; основи економіки, організації праці та управління; основи трудового законодавства; правила і норми охорони праці.

Кваліфікаційні вимоги. Провідний інженер: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера I категорії – не менше 2 років.

Інженер I категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст); для магістра – без вимог до стажу роботи, спеціаліста – стаж роботи за професією інженера II категорії – не менше 2 років.

Інженер II категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера – не менше 1 року.

Інженер: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст) без вимог до стажу роботи.

Продовження додатку 5

17. Інженер з інструменту

Завдання та обов'язки. Організовує роботу із забезпечення підрозділів підприємства необхідним інструментом і технологічною оснасткою, їх своєчасного ремонту і відновлення, а також забезпечення централізованого заточування усіх видів різального інструменту і ремонту оснастки. Визначає потребу підрозділів в інструменті та оснастці власного виготовлення та покупного інструменту. Бере участь у підготуванні вихідних даних для розроблення проєктів перспективних і річних планів інструментального підготування виробництва, виготовлення інструменту і оснастки, складанні замовлень на їх придбання, а також необхідного для інструментального виробництва литва, спеціальних марок сталі, сплавів та інших матеріалів. Розроблює календарні графіки планово-запобіжного ремонту інструменту і оснастки. Розраховує потребу в інструменті виробничих підрозділів підприємства, питомі норми витрат і запасів інструменту на робочих місцях, інструментальному складі, розміри оборотного фонду для інструментально-роздаткових комор.

Здійснює оперативний контроль за виконанням інструментальним цехом виробничої програми, додержанням постачальниками умов договірних зобов'язань (строків поставок, номенклатури, якості інструменту і оснастки), виконанням заявок на інструмент, напівфабрикати і матеріали для інструментального виробництва. Бере участь у підготуванні рекламаций у разі поставок недоброякісного інструменту.

Аналізує причини передчасного спрацювання та поломок, підвищених витрат інструменту, умови його експлуатації. Розроблює пропозиції щодо вдосконалення конструкцій інструменту, підвищення його якості, стійкості, ремонтоздатності, економії матеріалів, що використовуються в процесі виготовлення інструменту, оснастки. Визначає економічну ефективність від застосування або заміни того чи іншого інструменту. Розглядає і готує висновки на раціоналізаторські пропозиції, які стосуються вдосконалювання інструменту та оснастки, а також їх експлуатації.

Повинен знати: постанови, розпорядження, накази, методичні, нормативні та інші керівні матеріали з організації інструментального

Продовження додатку 5

забезпечення виробництва; перспективи технічного розвитку підприємства; організацію і технологію інструментального виробництва; правила експлуатації і зберігання інструменту і технологічної оснастки; технологічне устаткування інструментальних цехів і принципи його роботи; номенклатуру інструменту і технологічної оснастки, які застосовуються на підприємстві; технічні вимоги до інструменту і технологічної оснастки, матеріали, використані для їх виготовлення; чинні в галузі і на підприємстві стандарти і технічні умови; норми витрат і запасів інструменту і технологічної оснастки; керівні матеріали з розроблення та оформлення технічної документації; порядок визначення потреби підрозділів підприємства в інструменті і технологічній оснастці, планування їх виготовлення, складання замовлень на покупний інструмент, оформлення договорів з постачальниками; досвід передових вітчизняних і зарубіжних підприємств у галузі технології виготовлення, ремонту і відновлення спрацьованого інструменту; основи економіки, організації праці виробництва та управління; основи трудового законодавства.

Кваліфікаційні вимоги. Провідний інженер з інструменту: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера з інструменту I категорії – не менше 2 років.

Інженер з інструменту I категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст); для магістра – без вимог до стажу роботи, спеціаліста – стаж роботи за професією інженера з інструменту II категорії – не менше 2 років.

Інженер з інструменту II категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера з інструменту – не менше 1 року.

Інженер з інструменту: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст) без вимог до стажу роботи.

20. Інженер з механізації та автоматизації виробничих процесів

Завдання та обов'язки. Здійснює роботи з впровадження комплексної механізації та автоматизації, які сприяють підвищенню технічного

Продовження додатку 5

рівня виробництва, продуктивності праці, зниженню собівартості, поліпшенню якості та збільшенню випуску продукції, забезпеченню сприятливих умов праці, її безпеки. Вивчає виробничі процеси з метою визначення ділень, основних і допоміжних робіт та операцій, які підлягають механізації та автоматизації, проводить патентні дослідження і визначає показники технічного рівня проєктованих об'єктів техніки і технології.

Бере участь у складанні перспективних і поточних планів механізації та автоматизації виробничих процесів, трудомістких ручних робіт, підйомно-транспортних, навантажувально-розвантажувальних і складських операцій, у підготовці заходів з реконструкції і технічного переозброєння підприємства, скорочення витрат важкої ручної праці.

Готує технічні завдання на створення засобів механізації та автоматизації і техніко-економічні обґрунтування розроблюваних конструкцій. Готує матеріали для укладення договорів зі спеціалізованими організаціями на проведення дослідницьких, проєктних і дослідно-конструкторських робіт, а також виготовлення і ремонт засобів механізації та автоматизації, розробляє і погоджує графіки виконання робіт, забезпечує необхідними технічними даними і матеріалами. Бере участь у розгляді ескізних і технічних проєктів, робочих креслень, що розроблюються відповідно до замовлень підприємства, а також у роботах з монтажу, випробувань, налагодження та здавання в експлуатацію засобів механізації та автоматизації, здійснює контроль за правильним їх веденням.

Виконує розрахунки ефективності заходів з механізації та автоматизації виробництва, складає заявки на необхідне устаткування. Бере участь у розгляді технічної документації, пов'язаної з проєктуванням засобів механізації та автоматизації виробництва об'єктів, які наново будуються, у розробленні більш досконалих конструкцій захисно-огорожувальної техніки і герметизації шкідливих процесів виробництва.

Аналізує ефективність застосовуваних засобів механізації та автоматизації, показники їх використання, готує пропозиції з усунення виявлених недоліків, зміни конструкцій або окремих складальних одиниць на більш досконалі. Вживає заходів щодо забезпечення надійності та безперервної роботи засобів механізації та автоматизації.

Продовження додатку 5

Контролює діяльність підрозділів підприємства, які здійснюють механізацію та автоматизацію виробничих процесів, стежить за відповідністю впроваджених засобів сучасному рівню розвитку техніки. Проводить інструктаж і надає допомогу робітникам під час освоєння ними нових конструкцій засобів механізації та автоматизації, організує роботу з підвищення їх технічних знань.

Бере участь у розробленні інструкцій з експлуатації та ремонту устаткування, безпечного ведення робіт під час обслуговування засобів механізації та автоматизації, іншої технічної документації, у складанні заявок на винаходи і промислові зразки. Здійснює контроль за правильною експлуатацією машин, механізмів та іншого устаткування, які реконструюються і модернізуються, дотриманням технологічних процесів виробництва. Бере участь у розгляді раціоналізаторських пропозицій і винаходів, вивченні і поширенні передового досвіду, раціональних прийомів та методів праці, веде пропаганду нових досягнень у сфері механізації та автоматизації виробничих процесів. Складає звіти про виконані роботи.

Повинен знати: постанови, розпорядження, накази, методичні, нормативні та інші керівні матеріали з питань механізації та автоматизації виробництва; перспективи технічного розвитку підприємства; виробничу та організаційну структуру підприємства; конструкторські особливості і призначення засобів механізації та автоматизації, правила їх експлуатації, порядок і методи планування робіт з механізації та автоматизації виробництва; основні вимоги щодо розроблюваних конструкцій; технологію виробництва продукції підприємства; порядок і методи проведення патентних досліджень; порядок розроблення та оформлення технічної документації; методи аналізу технічного рівня об'єктів техніки і технології; основні вимоги організації праці під час проєктування і конструювання; порядок укладення договорів зі сторонніми організаціями; основи технічної естетики і художнього конструювання; засоби обчислювальної техніки, комунікації та зв'язку; методи визначення економічної ефективності впровадження засобів механізації та автоматизації виробництва; передовий вітчизняний та світовий досвід у сфері механізації та автоматизації

Продовження додатку 5

виробничих процесів; основи економіки, організації праці, виробництва та управління; основи трудового законодавства.

Кваліфікаційні вимоги. Провідний інженер з механізації та автоматизації виробничих процесів: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера з механізації та автоматизації виробничих процесів I категорії - не менше 2 років.

Інженер з механізації та автоматизації виробничих процесів I категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст); для магістра – без вимог до стажу роботи спеціаліста – стаж роботи за професією інженера з механізації та автоматизації виробничих процесів II категорії – не менше 2 років.

Інженер з механізації та автоматизації виробничих процесів II категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера з механізації та автоматизації виробничих процесів – не менше 1 року.

Інженер з механізації та автоматизації виробничих процесів: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст) без вимог до стажу роботи.

24. Інженер з організації праці

Завдання та обов'язки. Розробляє заходи щодо вдосконалення на науковій основі організації праці всіх категорій працівників підприємства з метою подальшого підвищення продуктивності і якості праці, ефективності виробництва. Бере участь у підготовці проєктів програм і планів з організації праці підприємства, виконує необхідні розрахунки економічної ефективності запланованих заходів, а також розробляє завдання з упровадження організації праці для підрозділів підприємства, контролює здійснення заходів.

Вивчає безпосередньо на робочих місцях існуючі організаційно-технічні умови виробництва, трудові процеси, прийоми і методи праці, готує необхідні матеріали для розроблення заходів з удосконалення організації робочих місць та їх атестації з метою поліпшення умов праці і

Продовження додатку 5

скорочення важких, трудомістких і ручних робіт, а також заходів, спрямованих на підвищення продуктивності праці і зниження трудомісткості продукції.

Проводить роботу з комплексного удосконалення організації праці і підвищення її ефективності на основі застосування методичних і нормативних матеріалів з урахуванням конкретних виробничих умов.

Аналізує ефективність передбачених у планах заходів і результати їх упровадження. Здійснює контроль за додержанням вимог організації праці під час розроблення пропозицій (проектів) з розширення і реконструкції виробництва, упровадження нової техніки і технології, автоматизації і механізації виробничих процесів, а також із застосування розроблених централізовано методичних і нормативних матеріалів з удосконалення організації праці. Аналізує існуючі організаційно-технічні умови виробництва, розроблює спільно з іншими службами та впроваджує режими роботи і раціональні форми організації праці, які передбачають скорочення застосування малокваліфікованої і важкої фізичної праці, здійснює контроль за їх виконанням.

Проводить дослідження з основних напрямів удосконалення організації праці та готує пропозиції щодо вдосконалення розподілу і кооперації праці, спеціалізації та поліпшення обслуговування робочих місць, їх планування і оснащення, створення сприятливих умов праці, розвитку колективних форм організації і стимулювання праці, атестації та раціоналізації робочих місць, розширення суміщення професій і посад, багатостатного (багатоагрегатного) обслуговування та поширення інших передових методів праці, виконує роботу, пов'язану з упровадженням розроблених пропозицій. Бере участь у виявленні резервів підвищення продуктивності праці за рахунок удосконалення її організації.

Розробляє для цехів та інших підрозділів підприємства завдання (плани) з упровадження організації праці і здійснює контроль за їх виконанням. На основі загальногалузових і галузових рекомендацій розроблює методичні і нормативні матеріали з організації праці з урахуванням конкретних умов виробництва. Вивчає й узагальнює передовий вітчизняний і світовий досвід у сфері організації праці, розроблює пропозиції

Продовження додатку 5

щодо його використання і сприяє їх упровадженню. Бере участь у виявленні передових методів праці, розповсюдженні прогресивного досвіду у сфері організації праці, у роботі з проведення виставок, семінарів, шкіл передового досвіду, оглядів-конкурсів. Надає методичну та практичну допомогу структурним підрозділам під час розроблення і реалізації програм і планів з удосконалення організації праці. Веде облік впроваджених заходів.

Повинен знати: постанови, розпорядження, накази, методичні і нормативні матеріали з організації, нормування та оплати праці; структуру і штати підприємства, спеціалізацію і перспективи його розвитку; економіку праці; економіку і організацію виробництва; порядок розроблення програм і планів з удосконалення організації праці; методи вивчення і проектування трудових процесів, використання робочого часу, визначення економічної ефективності заходів з організації праці, оцінки рівня організації праці, виробництва і управління; порядок складання технічної документації і звітності з удосконалення організації праці; засоби обчислювальної техніки, комунікацій та зв'язку; основи соціології, фізіології і психології праці, технічної естетики й ергономіки; стандарти уніфікованої системи організаційно-розпорядчої документації; основи технології виробництва; передовий вітчизняний і світовий досвід удосконалення організації праці; основи трудового законодавства.

Кваліфікаційні вимоги. Провідний інженер з організації праці: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера з організації праці I категорії - не менше 2 років.

Інженер з організації праці I категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст); для магістра – без вимог до стажу роботи, спеціаліста – стаж роботи за професією інженера з організації праці II категорії – не менше 2 років.

Інженер з організації праці II категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера з організації праці – не менше 1 року.

Продовження додатку 5

Інженер з організації праці: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст) без вимог до стажу роботи.

25. Інженер з організації та нормування праці

Завдання та обов'язки. Виконує комплекс робіт з удосконалення організації та нормування праці, вивчає стан організації і нормування праці, розробляє та упроваджує заходи щодо їх удосконалення з метою підвищення продуктивності і якості праці та ефективності виробництва. Бере участь у складанні проєктів програм і річних планів із вдосконалення організації праці з необхідними розрахунками економічної ефективності і контролює здійснення передбачених у них заходів. Розробляє та впроваджує науково обґрунтовані норми трудових витрат на основі використання міжгалузевих, галузевих та інших прогресивних нормативів з праці для різних видів робіт, що виконуються на підприємстві, а також місцеві норми, розраховані на підставі технічних даних про продуктивність устаткування, результатів аналізу витрат робочого часу з урахуванням передових прийомів та методів праці. Установлює норми часу (виробітку) на разові та додаткові роботи, пов'язані з відхиленням від технологічних процесів.

Вивчає ступінь і причини невідповідності фактичних витрат часу нормативним, бере участь у підготовці пропозицій, які забезпечують виконання норм, здійснює інструктаж робітників з метою освоєння нововведених норм. Аналізує чинні норми трудових витрат з метою виявлення застарілих і помилково встановлених норм, проводить роботу зі своєчасної їх заміни новими, більш прогресивними за мірою впровадження організаційно-технічних заходів, які забезпечують зростання продуктивності праці.

Коригує норми трудових витрат під час змінювання організаційно-технічних умов виробництва. Аналізує існуючі організаційно-технічні умови виробництва, трудові процеси, сприяє підвищенню ефективності організації праці на підставі розвитку колективних форм організації і стимулювання праці, атестації та раціоналізації робочих місць, розширення суміщення професій і посад, багатоверстатного (багатоагрегатного)

Продовження додатку 5

обслуговування та інших передових методів праці. Проводить роботу з виявлення резервів зростання продуктивності праці за рахунок поліпшення її організації і нормування, а також широкого використання цих резервів. Бере участь у виявленні і поширенні раціональних методів праці, організації виставок, семінарів, шкіл передового досвіду, оглядів і конкурсів. Вивчає передовий досвід у сфері організації і нормування праці, узагальнює його і сприяє впровадженню. Веде облік впроваджених заходів.

Повинен знати: постанови, розпорядження, накази, методичні, нормативні матеріали з організації, нормування і оплати праці; структуру і штати підприємства, спеціалізацію і організацію виробництва; перспективи розвитку галузі і підприємства; економіку, організацію праці, виробництва й управління; основи технології виробництва; порядок розроблення програм і планів з удосконалення організації праці; методи вивчення та проектування трудових процесів, використання робочого часу, визначення економічної ефективності заходів з удосконалення організації праці, оцінки рівня організації праці, виробництва та управління; порядок складання технічної документації і звітності з удосконалення організації праці; засоби організаційної та обчислювальної техніки; основи соціології, фізіології і психології праці, технічної естетики і ергономіки; передовий вітчизняний та світовий досвід вдосконалення організації праці; основи трудового законодавства.

Кваліфікаційні вимоги. Провідний інженер з організації та нормування праці: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера з організації та нормування праці I категорії – не менше 2 років.

Інженер з організації та нормування праці I категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст); для магістра – без вимог до стажу роботи, спеціаліста – стаж роботи за професією інженера з організації та нормування праці II категорії – не менше 2 років.

Продовження додатку 5

Інженер з організації та нормування праці II категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера з організації та нормування праці – не менше 1 року.

Інженер з організації та нормування праці: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст) без вимог до стажу роботи.

26. Інженер з організації керування виробництвом

Завдання та обов'язки. Здійснює з урахуванням умов ринкової кон'юнктури і сучасних досягнень науки і техніки розроблення заходів з удосконалення систем керування виробництвом з метою реалізації стратегії підприємства і досягнення найбільшої ефективності виробництва і підвищення якості роботи. Аналізує стан діючих систем керування виробництвом та розробляє заходи з ліквідації виявлених недоліків та їх запобігання.

Вивчає показники роботи підприємства, діючі методи управління під час вирішення виробничих завдань і виявляє можливості підвищення ефективності управлінської праці, готує рекомендації з використання науково обґрунтованих методів комплексного вирішення задач управління із застосуванням сучасних інформаційних технологій. Бере участь у складанні проєктів перспективних та поточних планів розвитку виробництва, розробленні раціональних організаційних структур керування виробництвом. Розробляє заходи з удосконалення трудових процесів і операцій, виконуваних в апараті управління, систем документообігу і контролю за проходженням документів, застосування сучасних технічних засобів управління з необхідними розрахунками економічної ефективності їх упровадження.

Організовує роботу з проєктування методів виконання управлінських робіт, складання положень про структурні підрозділи, посадових інструкцій працівникам, забезпечує внесення в них необхідних змін та доповнень. Розробляє разом з відповідними відділами і службами пропозиції з удосконалення керування виробництвом. Бере участь у роботі зі спрощення та здешевлення апарату управління, удосконалення діяльності функціональних служб, їх взаємозв'язку, оперативного регулювання

Продовження додатку 5

процесу виробництва, у підготуванні пропозицій щодо підвищення рівня організації керування в процесі розвитку виробництва. Контролює додержання вимог з раціональної організації праці і керування виробництвом під час підготовки проєктів розширення та реконструкції підприємств або їх перепрофілювання, планів упровадження нової техніки і прогресивної технології, автоматизації та механізації виробництва. Здійснює контроль за застосуванням розроблених централізовано міжгалузевих і галузевих методичних і нормативних матеріалів з організації керування виробництвом. Вивчає та узагальнює передовий вітчизняний та світовий досвід в сфері організації керування виробництвом, розробляє заходи з його впровадження.

Повинен знати: постанови, розпорядження, накази, методичні і нормативні матеріали з організації керування виробництвом; перспективи розвитку підприємства; технологію виробництва; економіку, організацію виробництва, праці та управління; номенклатуру і технічні характеристики продукції, що виробляється, виконуваних робіт (послуг); спеціалізацію підприємства, цехів, дільниць, виробничі зв'язки між ними; порядок розроблення перспективних і поточних планів розвитку виробництва; організаційні форми і методи керування виробництвом; порядок розроблення організаційних структур підприємства, положень про підрозділи, посадових інструкцій; методи аналізу організації керування виробництвом; сучасні засоби обчислювальної техніки, комунікацій та зв'язку; порядок розроблення і оформлення технічної документації і ведення діловодства; стандарти уніфікованої системи організаційно-розпорядчої документації; вітчизняний та світовий досвід удосконалення організації керування виробництвом; основи соціології і психології праці; основи трудового законодавства.

Кваліфікаційні вимоги. Провідний інженер з організації керування виробництвом: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера з організації керування виробництвом I категорії - не менше 2 років.

Інженер з організації керування виробництвом I категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст); для

Продовження додатку 5

магістра – без вимог до стажу роботи, спеціаліста – стаж роботи за професією інженера з організації керування виробництвом II категорії – не менше 2 років.

Інженер з організації керування виробництвом II категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера з організації керування виробництвом – не менше 1 року.

Інженер з організації керування виробництвом: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст) без вимог до стажу роботи.

27. Інженер з охорони навколишнього середовища

Завдання та обов'язки. Здійснює контроль за додержанням у підрозділах підприємства чинного екологічного законодавства, інструкцій, стандартів і нормативів з охорони навколишнього середовища, сприяє зниженню шкідливого впливу виробничих факторів на життя і здоров'я працівників. Розроблює проекти перспективних і поточних планів з охорони навколишнього середовища, контролює їх виконання. Бере участь у проведенні екологічної експертизи техніко-екологічних обґрунтувань, проєктів розширення і реконструкції діючих виробництв, а також створюваних нових технологій і устаткування, розробленні заходів з упровадження нової техніки.

Бере участь у проведенні науково-дослідних і дослідних робіт з очищення промислових стічних вод, запобігання забрудненню навколишнього середовища, викидів шкідливих речовин в атмосферу, зменшення або повної ліквідації технологічних відходів, раціонального використання земельних і водних ресурсів. Здійснює контроль за додержанням технологічних режимів природоохоронних об'єктів, аналізує їх роботу, стежить за додержанням екологічних стандартів і нормативів, за станом навколишнього середовища в районі розташування підприємства.

Складає технологічні регламенти, графіки аналітичного контролю, паспорти, інструкції та іншу технічну документацію. Бере участь у перевірці відповідності технічного стану устаткування вимогам охорони навколишнього середовища і раціонального природокористування.

Продовження додатку 5

Складає встановлену звітність про виконання заходів з охорони навколишнього середовища, бере участь у роботі комісій з проведення екологічної експертизи діяльності підприємства.

Повинен знати: екологічне законодавство; нормативні та методичні матеріали з охорони навколишнього середовища і раціонального використання природних ресурсів; систему екологічних стандартів і нормативів; виробничу та організаційну структуру підприємства і перспективи його розвитку; технологічні процеси і режими виробництва продукції підприємства; порядок проведення екологічної експертизи передпланових, передпроектних і проектних матеріалів; методи екологічного моніторингу; засоби контролю відповідності технічного стану устаткування підприємства вимогам охорони навколишнього середовища і раціонального природокористування; чинні екологічні стандарти і нормативи; передовий вітчизняний і світовий досвід у сфері охорони навколишнього середовища і раціонального використання природних ресурсів; порядок обліку і складання звітності з охорони навколишнього середовища; основи економіки, організації праці, виробництва та управління; засоби обчислювальної техніки, комунікацій та зв'язку.

Кваліфікаційні вимоги.

Провідний інженер з охорони навколишнього середовища: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера з охорони навколишнього середовища I категорії - не менше 2 років.

Інженер з охорони навколишнього середовища I категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст); для магістра – без вимог до стажу роботи, спеціаліста – стаж роботи за професією інженера з охорони навколишнього середовища II категорії – не менше 2 років.

Інженер з охорони навколишнього середовища II категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера з охорони навколишнього середовища – не менше 1 року.

Продовження додатку 5

Інженер з охорони навколишнього середовища: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст) без вимог до стажу роботи.

28. Інженер з охорони праці

Завдання та обов'язки. Здійснює контроль за дотриманням у підрозділах підприємства законодавчих та інших нормативних актів з охорони праці, за наданням робітникам встановлених пільг і компенсацій за умовами праці. Вивчає умови праці на робочих місцях, готує і вносить пропозиції щодо розроблення і впровадження більш досконалих конструкцій обгороджувальної техніки, запобіжних і блокувальних пристроїв, інших засобів захисту від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Бере участь у проведенні перевірок, обстежень технічного стану будівель, споруд, устаткування, машин і механізмів, ефективності роботи вентиляційних систем, стану санітарно-технічних пристроїв, санітарно-побутових приміщень, засобів колективного та індивідуального захисту працівників, визначенні їх відповідності вимогам нормативних правових актів з охорони праці і у разі виявлення порушень, які створюють загрозу життю і здоров'ю працівників або можуть призвести до аварії; вживає заходів щодо припинення експлуатації машин, устаткування і виконання робіт у цехах, на дільницях, на робочих місцях.

Разом з іншими підрозділами підприємства проводить роботу з атестації та сертифікації робочих місць і виробничого устаткування на відповідність вимогам охорони праці. Бере участь у розробленні заходів щодо запобігання професійним захворюванням і нещасним випадкам на виробництві, поліпшення умов праці і доведення їх до вимог нормативних правових актів з охорони праці, а також надає організаційну допомогу з виконання розроблених заходів.

Контролює вчасне проведення відповідними службами необхідних випробувань і технічних оглядів стану устаткування, машин і механізмів, дотримання графіків вимірів параметрів небезпечних і шкідливих виробничих факторів, виконання приписів органів державного нагляду і контролю за дотриманням чинних норм, правил і інструкцій з охорони праці,

Продовження додатку 5

стандартів безпеки праці у процесі виробництва, а також у проєктах нових виробничих об'єктів та тих, що реконструюються, бере участь у прийманні їх до експлуатації.

Бере участь у розгляді питання про відшкодування роботодавцем шкоди, заподіяної працівникам каліцтвом, професійним захворюванням або іншим пошкодженням здоров'я, пов'язаним з виконанням ними трудових обов'язків. Надає підрозділам підприємства методичну допомогу у складанні переліків професій і посад, відповідно до яких працівники мають проходити обов'язкові медичні огляди, а також переліки професій посад, відповідно до яких на основі чинного законодавства надається компенсація та пільги за важкі, шкідливі або небезпечні умови праці; під час розроблення і перегляду інструкцій з охорони праці, стандартів підприємства, системи стандартів безпеки праці; з організації інструктажу, навчання і перевірки знань працівників з охорони праці. Проводить вступні інструктажі з охорони праці з усіма, хто приймається на роботу, приїждить у відрядження, учнями і студентами, які прибули на проходження виробничого навчання або практику.

Бере участь у складанні розділу «Охорона праці» колективного договору, у розслідуванні випадків виробничого травматизму, професійних і виробничо-обумовлених захворювань, вивчає їх причини, аналізує ефективність упроваджуваних заходів щодо їх запобігання. Здійснює контроль за організацією зберігання, видання, прання, хімічного чищення, сушіння, знепилення, знежирення і ремонту спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту, станом запобіжних пристосувань і захисних пристроїв, а також правильним витрачанням у підрозділах підприємства коштів, виділених на виконання заходів з охорони праці. Складає звітність з охорони праці за встановленими формами і у відповідні терміни.

Повинен знати: Закон України «Про охорону праці»; законодавчі і нормативні правові акти, методичні матеріали з питань охорони праці; основні технологічні процеси виробництва продукції підприємства; методи вивчення умов праці на робочих місцях; організацію роботи з охорони праці; систему стандартів безпеки праці; психофізіологічні вимоги

Продовження додатку 5

до працівників виходячи з категорії важкості робіт, обмеження застосування праці жінок, підлітків, робітників, переведених на легку працю; особливості експлуатації устаткування, яке застосовується на підприємстві; правила і засоби контролю відповідності технічного стану устаткування вимогам безпечного ведення робіт; передовий і вітчизняний досвід з охорони праці; порядок і строки складання звітності про виконання заходів з охорони праці; основи економіки, організації виробництва, праці і управління; основи трудового законодавства.

Кваліфікаційні вимоги. Провідний інженер з охорони праці: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера з охорони праці I категорії – не менше 2 років.

Інженер з охорони праці I категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст); для магістра – без вимог до стажу роботи, спеціаліста – стаж роботи за професією інженера з охорони праці II категорії – не менше 2 років.

Інженер з охорони праці II категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера з охорони праці – не менше 1 року.

Інженер з охорони праці: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст) без вимог до стажу роботи.

29. Інженер з патентної та винахідницької роботи

Завдання та обов'язки. Виконує роботу із забезпечення високого технічного рівня, патентоспроможності та патентної чистоти проєктно-конструкторських та проєктно-технологічних робіт, виконаних на підприємстві на рівні винаходів, а також із забезпечення патентної чистоти експортної продукції, що виготовляється на підприємстві. Бере участь у проведенні патентних досліджень на всіх етапах розроблення об'єктів техніки і технології.

Бере участь у розгляданні завдань на проєктування або модернізацію машин, приладів, устаткування і технологічних процесів, результатів виконаних розробок, в оцінюванні їх технічного рівня та в упровадженні

Продовження додатку 5

науково-технічних заходів на основі використання винаходів (у тому числі патентованих). Забезпечує відбирання і вивчення фахівцями підприємства винаходів, намічених до застосування у виробничій діяльності підприємства.

Здійснює контроль за відображенням у технічній документації використаних патентних матеріалів, а також їх облік. Бере участь у відбиранні з числа виявлених у проектно-конструкторських розробках винаходів і підготуванні їх для ліцензування та патентування за кордоном. Веде роботу з використання сучасних засобів обчислювальної техніки, комунікацій та зв'язку зі створення і систематичного поповнення патентного фонду відповідно до профілю діяльності підприємства. На основі патентних досліджень готує пропозиції щодо закупівлі і продажу ліцензій на промислову власність. Бере участь у роботі з правової охорони експортної продукції. Здійснює контроль за відображенням результатів патентних досліджень у технічній документації.

Організовує ознайомлення фахівців підприємства з патентними матеріалами, які є на підприємстві, і готує рекомендації щодо їх використання. Бере участь у розгляданні питань, що стосуються публікації матеріалів про винаходи, які впроваджено на підприємстві. Консультує фахівців підприємства з метою додержання порядку складання описів передбачуваних винаходів і подання заявок на них. Розроблює нормативно-методичні документи з патентно-ліцензійної, винахідницької і раціоналізаторської роботи.

Сприяє розвитку раціоналізації і винахідництва в підрозділах підприємства. Складає тематичні плани з раціоналізації і винахідництва; сприяє розвитку творчої ініціативи та трудової активності працівників, залучанню їх до раціоналізаторської діяльності та винахідництва. Здійснює збирання пропозицій з раціоналізації та винахідництва, їх облік і систематизацію.

Надає допомогу раціоналізаторам та винахідникам у складанні заявок, необхідної технічної документації, виконанні розрахунків, виготовленні та випробуваннях дослідних зразків. Знайомить працівників підприємства з чинними положеннями про права раціоналізаторів і

Продовження додатку 5

винахідників. Бере участь у розгляданні раціоналізаторських пропозицій і винаходів, техніко-економічній експертизі і готує висновки до них.

Здійснює контроль за впровадженням раціоналізаторських пропозицій і винаходів у виробництво, правильними розрахунками економічної ефективності передбачуваних винаходів, раціоналізаторських пропозицій і визначенні розмірів авторських винагород. Оформлює документи на винаходи та на виплачування авторських винагород раціоналізаторам і винахідникам. Організовує проведення конкурсів і оглядів робіт раціоналізаторів та винахідників, готує матеріали для надання почесних звань кращим раціоналізаторам і винахідникам та преміювання за сприяння раціоналізації та винахідництву.

Бере участь у розробленні заходів з розвитку раціоналізації та винахідництва на підприємстві, удосконалює форми і методи роботи щодо раціоналізації та винахідництва. Складає звітність про патентно-ліцензійну, винахідницьку та раціоналізаторську роботу, прийняті і використані раціоналізаторські пропозиції та винаходи.

Повинен знати: патентне законодавство, методичні та нормативні матеріали з патентоведення і організації раціоналізації та винахідництва; основні технологічні процеси виробництва продукції підприємства; технологічне устаткування підприємства і принципи його роботи; виробничу й організаційну структуру підприємства; основи винахідництва; основи патентоведення; порядок і методи проведення патентних досліджень; організацію патентної і винахідницької роботи; методи аналізу технічного рівня і тенденцій розвитку техніки; нові інформаційні технології; порядок оформлення, обліку і систематизації патентних матеріалів; раціоналізаторських пропозицій та винаходів, видавання посвідчень і авторських свідоцтв; передовий вітчизняний та світовий досвід з організації патентної роботи, розвитку технічної творчості, раціоналізації та винахідництва; методи розрахунку економічної ефективності впровадження раціоналізаторських пропозицій і винаходів; винахідницьке право; порядок і умови виплачування винагород раціоналізаторам та винахідникам; основи економіки, організації праці, виробництва та управління; основи трудового законодавства.

Продовження додатку 5

Кваліфікаційні вимоги. Провідний інженер з патентної та винахідницької роботи: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера з патентної та винахідницької роботи I категорії – не менше 2 років.

Інженер з патентної та винахідницької роботи I категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст); для магістра – без вимог до стажу роботи, спеціаліста – стаж роботи за професією інженера з патентної та винахідницької роботи II категорії – не менше 2 років.

Інженер з патентної та винахідницької роботи II категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера з патентної та винахідницької роботи – не менше 1 року.

Інженер з патентної та винахідницької роботи: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст) без вимог до стажу роботи.

32. Інженер з ремонту

Завдання та обов'язки. Здійснює розроблення перспективних та поточних планів (графіків) різних видів ремонту устаткування та інших основних фондів підприємства (будівель, систем водопостачання, каналізації, повітропроводів тощо), а також заходів щодо поліпшення їх експлуатації та обслуговування, контролює виконання затверджених планів (графіків). Сприяє впровадженню систем комплексного регламентованого обслуговування, які забезпечують своєчасне налагодження і ремонт устаткування, ефективну роботу підприємства, впровадження прогресивної технології ремонту, високоефективних ремонтних пристроїв, механізації трудомістких процесів. Бере участь у перевірці технічного стану устаткування, якості ремонтних робіт, а також у прийманні устаткування, яке надходить на підприємство, у необхідних випадках оформлює документацію на його списання або передавання іншим підприємствам.

Організовує підготування ремонтних робіт, визначає потребу в запасних частинах для ремонту устаткування, забезпечування ними підприємства на умовах кооперації. Здійснює контроль за діяльністю підрозділів

Продовження додатку 5

підприємства, які беруть участь у проведенні ремонтних робіт та випробувань устаткування, за дотриманням правил експлуатації, технічного обслуговування і нагляду за ним. Розроблює заходи, спрямовані на вдосконалення організації обслуговування і ремонту устаткування, на зниження трудомісткості і вартості ремонтних робіт, поліпшення їх якості, підвищення ефективності використання основних фондів (підвищення зносостійкості і зменшення простою устаткування).

Бере участь у плануванні технічного розвитку виробництва капітального ремонту і модернізації основних фондів, складанні балансу виробничих потужностей та їх використання. Розроблює нормативні матеріали щодо профілактичного обслуговування і ремонту устаткування (нормативи ремонтно-експлуатаційних витрат, строків служби запасних частин, номенклатури змінних та швидко спрацьовуваних деталей, норми і ліміти витрат мастильних матеріалів). Аналізує причини підвищеного спрацювання, аварій та простоїв устаткування та бере участь у їх розслідуванні, а також причин виробничого травматизму і вживає заходів щодо їх запобігання.

Здійснює контроль за дотриманням установлених строків складання відомостей дефектів, заявок на проведення ремонту. Складає заявки і специфікації на запасні частини, матеріали, інструмент, контролює правильність їх витрачання. Готує матеріали для укладення договорів з підприємствами-виготівниками на поставку запасних частин і устаткування, а також зі спеціалізованими підрядними організаціями – на капітальний ремонт основних (промислово-виробничих і непромислових) фондів, здійснює контроль за витрачанням коштів на ці цілі. Бере участь у роботі, яку пов'язано з розробленням та впровадженням стандартів і технічних умов з експлуатації, утримання і ремонту устаткування. Готує висновки на раціоналізаторські пропозиції і винаходи з питань удосконалення конструкції устаткування, організації ремонтних робіт і технічного обслуговування устаткування, надає раціоналізаторам та винахідникам практичну допомогу та організовує впровадження прийнятих пропозицій.

Узагальнює і поширює передовий досвід організації ремонту й експлуатації устаткування. Веде облік і паспортизацію устаткування,

Продовження додатку 5

будівель, споруд та інших основних фондів підприємства, вносить до паспортів устаткування зміни, що мають місце після його ремонту, модернізації і реконструкції, складає необхідну технічну документацію і веде встановлену звітність.

Повинен знати: постанови, розпорядження, накази, методичні і нормативні матеріали з технічного обслуговування і ремонту устаткування; перспективи технічного розвитку підприємства; організацію ремонтних робіт і технічного обслуговування устаткування; систему планово-запобіжного ремонту і раціональної експлуатації технологічного устаткування; технічні характеристики, конструктивні особливості, призначення і режими роботи устаткування підприємства; правила його технічної експлуатації; методи планування ремонтних робіт; основні технологічні процеси виробництва продукції підприємства; передові системи ремонтів і технологію ремонтних робіт; порядок складання кошторисів на проведення ремонтів, заявок на устаткування, матеріали, запасні частини, інструмент тощо; основи економіки, організації виробництва, праці та управління; основи трудового законодавства.

Кваліфікаційні вимоги. Провідний інженер з ремонту: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера з ремонту I категорії – не менше 2 років.

Інженер з ремонту I категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст); для магістра – без вимог до стажу роботи, спеціаліста - стаж роботи за професією інженера з ремонту II категорії – не менше 2 років.

Інженер з ремонту II категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера з ремонту – не менше 2 років.

Інженер з ремонту: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст) без вимог до стажу роботи.

34. Інженер із стандартизації

Завдання та обов'язки. Здійснює обов'язковий нормалізаційний контроль технічної документації, розроблення проєктів нових і перегляд

Продовження додатку 5

чинних стандартів та інших документів із стандартизації і сертифікації, їх упровадження на підприємстві, проводить роботи з підвищення якості і конкурентоспроможності продукції методами стандартизації, з підготовки проведення сертифікації і державної атестації продукції. Визначає для включення в проєкт плану завдання з упровадження нових прогресивних стандартів на продукцію запланованого рівня стандартизації та уніфікації в розроблюваних на підприємстві проєктах. Вивчає технічний рівень продукції, особливості виробництва і результати експлуатації стандартизованих і уніфікованих виробів та окремих елементів, бере участь в експертизі проєктів виробів за оцінкою рівня їх стандартизації та уніфікації. Здійснює систематичну перевірку застосовуваних на підприємстві стандартів та інших документів із стандартизації з метою установлення відповідності наведених у них показників і норм сучасному рівню розвитку науки і техніки, вимогам внутрішнього ринку, експортним вимогам тощо. Готує пропозиції щодо зміни стандартів та інших документів із стандартизації, а також стосовно змін, які внесено в технологічну документацію і технологічні процеси сертифікованої продукції, затверджених на підприємстві, а також пропозиції, які направляються до відповідної базової (головної) організації із стандартизації, про необхідність перегляду або відміни застарілих розроблених централізовано стандартів, удосконалення форм, методів і систем стандартизації. Складає технічні завдання на підготування проєктів стандартів, визначає економічну ефективність проведення робіт із стандартизації.

Бере участь в упровадженні на підприємстві стандартів та інших документів із стандартизації, у розробленні заходів щодо підвищення якості продукції, а також у підготуванні її до атестації за категоріями якості. Контролює виконання робіт із стандартизації підрозділами підприємства, надає їм методичну допомогу з розроблення і застосування стандартів та інших документів із стандартизації та сертифікації. Готує висновки на проєкти нормативно-технічної документації, які надходять на відгук від сторонніх організацій.

Вивчає і систематизує передовий вітчизняний і світовий досвід у галузі стандартизації та сертифікації, а також стандарти (рекомендації)

Продовження додатку 5

міжнародних організацій. Бере участь в обміні досвідом розроблення і застосування стандартів, організації виставок, семінарів, конференцій з питань стандартизації і сертифікації. Готує для подання до галузевого органу науково-технічної інформації інформаційні матеріали про стандарти та інші документи із стандартизації, розроблені на підприємстві, а також звіти про виконання робіт із стандартизації, в тому числі про впровадження стандартів і підготовлення до проведення сертифікації продукції та послуг.

Повинен знати: постанови, розпорядження, накази, методичні, нормативні та інші керівні матеріали щодо порядку розроблення, оформлення, затвердження і впровадження стандартів та інших документів із стандартизації та сертифікації; державну систему стандартизації і сертифікації продукції і послуг; системи конструкторської та технологічної підготовки виробництва; галузеві стандарти; порядок проведення нормалізаційного контролю, розрахунку рівня стандартизації й уніфікації технічної документації; методи складання технічних завдань на розроблення стандартів та інших документів із стандартизації; порядок проведення сертифікації продукції в Україні; порядок розроблення стандартів та інших документів із стандартизації і порядок проведення заходів із сертифікації продукції та послуг; конструктивні дані продукції, яка випускається, і технологію її виробництва; методику розрахунку економічної ефективності впровадження стандартів та інших документів із стандартизації; передовий вітчизняний і світовий досвід у галузі стандартизації і сертифікації; основи економіки, організації праці, організації виробництва і управління; основи трудового законодавства.

Кваліфікаційні вимоги. Провідний інженер із стандартизації: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера із стандартизації I категорії - не менше 2 років.

Інженер із стандартизації I категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст); для магістра – без вимог до стажу роботи, спеціаліста – стаж роботи за професією інженера із стандартизації II категорії – не менше 2 років.

Продовження додатку 5

Інженер із стандартизації II категорії: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст). Стаж роботи за професією інженера із стандартизації – не менше 1 року.

Інженер із стандартизації: повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст) без вимог до стажу роботи.

Додаток 6

Завдання на розрахунки виробничого освітлення

Загальні питання. При розрахунку за зазначеним методом необхідний світловий потік однієї лампи визначається за формулою

$$F_{\text{л}} = \frac{E_{\text{min}} \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta}, \quad (\text{Д 6.1})$$

або

кількість світильників:

$$N = \frac{E_{\text{min}} \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{F_{\text{л}} \cdot n \cdot \eta}, \quad (\text{Д 6.2})$$

де E_{min} – мінімальна нормована освітленість, лк; K_3 – коефіцієнт запасу; S – освітлювана площа, м^2 ; Z – коефіцієнт мінімальної освітленості (коефіцієнт нерівномірності освітлення); n – кількість ламп у світильнику; N – кількість світильників; η – коефіцієнт використання світлового потоку в частках одиниці.

Потужність освітлювальної установки P визначається з виразу:

$$P = n \cdot N \cdot P_i, \quad (\text{Д 6.3})$$

де P_i – споживана потужність однієї лампи, кВт.

Вихідні данні: для проведення розрахунку штучного освітлення ділянки для складання блоків живлення: розміри приміщення: довжина ____, м.; ширина ____, м.; висота ____, м.; кількість робочих місць __ од.; кількість вікон __, шт.; вид природнього освітлення – бічне; розряд зорової роботи __; другий кліматичний район, з напрямком сторони горизонту __; рівень робочої поверхні для працівників h __, м.; середньо-знижений коефіцієнт відбиття освітлення $p_{\text{ср}}$ __; висота зависання світильника $h_{\text{зв}}$ __, м.; тип лампи ____.

Завдання:

- визначити кількість світильників, необхідних для забезпечення E_{min} ;
- розрахувати потужність освітлювальної установки;

Продовження додатку 6

- вибрати систему освітлення, джерело світла, тип світильника для заданої ділянки робочого приміщення та варіанта завдання;
- скласти схему розміщення світильників та підключення них до однофазної електричної мережі.

Алгоритм розрахунку

Розрахунок загального освітлення рекомендується виконувати в такій послідовності:

1. Вибрати систему освітлення.
2. Обґрунтувати нормовану освітленість на робочих місцях заданого об'єкта.
3. Вибрати економічне джерело світла.
4. Оцінити коефіцієнт запасу освітленості K_z і коефіцієнт нерівномірності освітлення, Z .
5. Оцінити коефіцієнти відбиття поверхонь у приміщенні (стелі, стін, підлоги).
6. Розрахувати індекс приміщення i .
7. Знайти коефіцієнт використання світлового потоку η .
8. Розрахувати необхідну кількість світильників N та світловий потік лампи $F_{\text{л}}$, що необхідні для забезпечення на об'єкті нормованої освітленості E_{min} .
9. Виконати ескіз розташування світильників на плані приміщення із зазначенням розмірів.

Принципи вибору основних елементів, необхідних для розрахунку

Вибір системи освітлення. У даному завданні розглядається тільки робоче освітлення, яке може бути загальним і комбінованим. Застосування у виробничих приміщеннях тільки місцевого освітлення заборонено.

Вибір системи освітлення залежить насамперед від такого найважливішого фактора, як точність виконуваних зорових робіт (найменший розмір об'єкта розрізнення). Відповідно до діючих норм при виконанні робіт I–III розрядів зорової роботи слід застосовувати систему суміщеного освітлення.

Продовження додатку 6

У механічних, інструментальних, складальних й інших цехах, як правило, застосовують систему суміщеного освітлення, у ливарних, гальванічних та подібних їм цехах – систему загального освітлення.

Вибір системи освітлення проводиться одночасно з вибором нормованої освітленості.

Вибір нормованої освітленості. Кількісні і якісні показники штучного освітлення визначають відповідно до діючих норм.

Як кількісна характеристика освітленості прийнята найменша освітленість робочої поверхні E_{min} , що залежить від розряду зорових робіт, фону і контрасту об'єкта і системи освітлення. Розряд зорових робіт визначається мінімальним розміром об'єкта розрізнення, тобто розміром предмета, його частини або дефекту на ньому, які необхідно знайти чи розрізнити в процесі виробничої діяльності.

Якісні показники освітлення (коефіцієнт пульсації і показник осліплення) у даній роботі не розглядаються.

Можна прийняти значення E_{min} для точних робіт III розряду 200–500 лк, для робіт середньої точності IV розряду – 200 – 300 лк, для робіт малої точності V розряду – 200 – 300 лк. Менше значення освітленості в кожному розряді – для світлого тла і великого контрасту, більше – для темного тла і малого контрасту.

Вибір джерел світла. Визначальними параметрами при виборі економічного джерела світла є будівельні параметри, архітектурно-планувальне рішення, стан повітряного середовища, питання дизайну й економічні міркування.

Проектуючи освітлення, конструктор завжди приймає компромісне рішення.

Лампи розжарювання – малоекономічні, мають світловіддачу 7–26 лм/Вт, скривлений спектр випромінювання, при роботі сильно нагріваються. Але, з іншого боку, вони мають низьку вартість, прості в експлуатації і можуть бути рекомендовані для приміщень з тимчасовим перебуванням людей, для побутових приміщень тощо.

Основною перевагою люмінесцентних ламп є їх висока світловіддача, до 75 лм/Вт, і термін служби до 10 000 год, гарна передача кольору,

Продовження додатку 6

низька температура. Однак вони дорогі, обслуговуватися повинні фахівцями, мають складну пускову апаратуру, іноді шумлять, мерехтять, при їх утилізації виникають проблеми.

У приміщеннях висотою до 6 м рекомендується застосовувати люмінесцентні лампи. У виробничих приміщеннях висотою 7 – 12 м доцільно застосовувати лампи типу ДРІ, тому що вони більш потужні і мають велику світловіддачу, до 90 лм/Вт. Остаточний вибір джерел світла повинен здійснюватися одночасно з вибором типу світильника, частиною якого він є.

Вибір світильника. Вибір світильників загального освітлення здійснюється з урахуванням світлотехнічних, економічних вимог, умов повітряного середовища.

Існує класифікація світильників за світлорозподілом: прямого світла, переважно прямого, розсіяного, переважно відбитого і відбитого.

Крім цього, існують світильники з різними кривими сили світла: концентрованою, глибокою, косинусною, напівширокою, широкою, рівномірною і синусною силами.

Відповідно до Держстандарту світильники класифікують за ступенем захисту від пилу, води і вибуху.

Через надзвичайну розмаїтість світильників конкретний вибір слід робити з урахуванням порад фахівців з енергетики, економістів, дизайнерів, а також вимог щодо охорони праці.

Коефіцієнт запасу K_z враховує запиленість приміщення, зниження світлового потоку ламп у процесі експлуатації. Значення коефіцієнта K_z наведені в таблиці Д 3.21.

Коефіцієнт мінімальної освітленості Z характеризує нерівномірність освітлення. Він є функцією багатьох змінних, точне його визначення складне, але найбільшою мірою він залежить від відношення відстані між світильниками до розрахункової висоти (L / h).

Продовження додатку 6

Таблиця Д 6.1 – Значення коефіцієнта запасу K_3

Показники приміщення	Приміщення	Коефіцієнт запасу K_3	
		кут нахилу світло-проникаючого матеріалу до горизонту, град.	
		16-45	46-75
Запиленість понад 5 мг/м ³	ливарні цехи	1,8	1,7
Дим, кіптява 1–5 мг/м ³	ковальські, зварювальні цехи	1,6	1,5
Менше 1 мг/м ³	інструментальні, складальні цехи	1,5	1,4
Значна концентрація парів кислот і лугів	цехи хімічних заводів, гальванічні цехи	1,8	1,7

При розташуванні світильників у лінію (ряд), якщо витримане найвигідніше відношення L / h , рекомендується приймати $Z = 1,1$ для люмінесцентних ламп і $Z = 1,15$ для ламп розрядних високого тиску металогалогених типу – ДРІ.

Для визначення коефіцієнта використання світлового потоку η знаходять індекс приміщення i і передбачувані коефіцієнти відображення поверхонь приміщення: стелі ρ_c , стін $\rho_{ст}$, підлоги $\rho_{п}$.

Зазвичай для світлих адміністративних приміщень $\rho_c = 70 \%$, $\rho_{ст} = 50 \%$, $\rho_{п} = 30 \%$;

Для виробничих приміщень з незначними пиловиділеннями: $\rho_c = 50 \%$, $\rho_{ст} = 30 \%$, $\rho_{п} = 10 \%$;

Для запилених виробничих приміщень: $\rho_c = 30 \%$, $\rho_{ст} = 10 \%$, $\rho_{п} = 10 \%$.

Індекс приміщення i визначається за формулою:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (\text{Д 3.4})$$

де A , B , h – довжина, ширина і розрахункова висота (висота підвісу світильника над робочою поверхнею) приміщення, м.

Продовження додатку 6

Розрахункова висота приміщення, м

$$h = H - h_{\text{зв}} - h_{\text{р}}, \quad (\text{Д 3.5})$$

де H – геометрична висота приміщення; $h_{\text{зв}}$ – висота звисання світильника. Зазвичай $h_{\text{зв}} = 0,2 \dots 0 \dots 0,8$ м; $h_{\text{р}}$ – висота робочої поверхні, $h_{\text{р}} = 0,8 \dots 1 \dots 1,0$ м.

Коефіцієнт використання світлового потоку η є складною функцією, що залежить від типу світильника, індексу приміщення, коефіцієнта відображення стелі стін і підлоги. Для найбільш розповсюджених світильників з люмінесцентними лампами коефіцієнт η може бути визначений з табл. Д 3.2. Проміжні значення коефіцієнта використання знаходяться методом інтерполяції.

При заданому $F_{\text{л}}$, тобто якщо відомо, які лампи будуть використовуватися, знаходимо N , тобто скільки світильників треба застосувати. При заданому N чи n , визначаємо $F_{\text{л}}$. За знайденим $F_{\text{л}}$ вибирають найближчу, стандартну лампу в межах допусків – $10 \div +20$ %.

Таблиця 6.2 – Значення коефіцієнта використання η для світильників з люмінесцентними лампами та лампи розрядні високого тиску металогалогенні, %

I	$\rho_{\text{п}}, \% 70$	50	30
	$\rho_{\text{с}}, \% 50$	30	10
	$\rho_{\text{р}}, \% 30$	10	10
0,5	28	21	18
1,0	49	40	36
3,0	73	61	58
5,0	80	67	65

У таблиці Д 6.3 наведені розрахункові значення світлового потоку найбільш поширених джерел світла $F_{\text{л}}$.

Продовження додатку 6

Таблиця Д 6.3– Розрахункові значення світлового потоку найбільш поширених джерел світла $F_{\text{л}}$

Тип лампи	$F_{\text{л}}$, лм	Тип лампи	$F_{\text{л}}$, лм	Тип лампи	$F_{\text{л}}$, лм
ЛБ 4-7	120	ЛБ 40	3000	ДРІ 70	5000
ЛБ 6-7	240	ЛД 40	2300	ДРІ 100	8000
ЛБ 8-7	350	ЛБ 80-7	5200	ДРІ 150	12500
ЛБ 13-7	770	ЛБУТ 20-2	1060	ДРІ 250	20000
ЛБ 20-2	1060	ЛБУТ 40-2	2800	ДРІ 400	36000
ЛД 20-2	880	ЛБ 40-2	3000	ДРІ 1000	105000

Додаток 7

Методика та алгоритм визначення захисного пристрою для однофазного споживача електричного струму

Вихідні данні для проведення розрахунку заземлювача однофазних споживачів електричного струму на ділянці для складання блоків живлення: потужність комп'ютера P_1 __, Вт; потужність кондиціонера P_2 __, Вт; P_3 – потужність освітлювальних установок – значення береться із розрахунків виробничого освітлення; L_1 – довжина ділянки 1, __ м.; L_2 – довжина ділянки 2, __ м.; $U_{\text{л}}$ – лінійна напруга; $U_{\text{л}}=380$ В; $U_{\text{ф}}$ – фазова напруга; $U_{\text{ф}}=220$ В.

Завдання: визначити переріз РЕ-провідника (захисного провідника), що забезпечить селективне відключення споживачів (комп'ютер, кондиціонер, мережі освітлення); скласти електричну схему однофазних споживачів електричного струму на ділянці для складання блоків живлення.

Алгоритм розрахунків пристрою захисного вимкнення

1. Порядок вибору пристрою захисного вимкнення (ПЗВ)

1.1. Визначення величини струму I_1 , А що живить електроустановку (ЕУ) потужністю P_1 , Вт:

$$I_1 = \frac{P_1}{U_{\text{ф}}}. \quad (\text{Д } 7.1)$$

1.2. Визначення пускового струму $I_{\text{пуск}}$, А електроустановки потужністю P_1 , Вт:

$$I_{\text{пуск}} = \frac{K_n}{K_T} I_1, \quad (\text{Д } 7.2)$$

де $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт кратності пускового струму; $K_{\text{п}} = 2 \dots 7,5$; $K_{\text{т}}$ – коефіцієнт складності пуску, залежить від часу пуску; $K_{\text{т}} = 1,6 \dots 2,5$; $K_{\text{т}} = 1,6$; якщо час пуску більше 10 с – складний пуск; $K_{\text{т}} = 2,0$; якщо час пуску дорівнює 10 с – середній пуск; $K_{\text{т}} = 2,5$; якщо час пуску дорівнює 5 с – легкий пуск.

Для користувачів електронно-обчислювальної техніки застосовується: $K_n = 3$; $K_T = 2,5$.

Продовження додатку 7

1.3. Вибір типу ПЗВ:

ПЗВ типу АС – пристрій захисного відключення, що реагує на змінний синусоїдальний диференційний струм, який виникає раптово, або повільно зростає.

ПЗВ типу А – пристрій захисного відключення, що реагує на змінний синусоїдальний струм, синусоїдальний диференційний струм і пульсуючий постійний диференційний струм, який виникає раптово, або повільно зростає.

ПЗВ типу В – пристрій захисного відключення, що реагує на змінний, постійний і випрямлений диференційні струми.

ПЗВ типу S – пристрій захисного відключення, селективний (з витримкою часу відключення).

ПЗВ типу G – те ж, що і типу S, але з меншою витримкою часу.

2. Визначити переріз РЕ-провідник (захисного провідника), що забезпечить селективне відключення споживачів.

2.1 Визначення струму короткого замикання фази на корпус ЕУ, А:

$$I_{\text{к}} = \frac{U_{\text{ф}}}{\frac{Z_{\text{тр}}}{3} + Z_{\text{пфн}}}, \quad (\text{Д } 7.3)$$

де $Z_{\text{тр}}$ – повний опір трансформатора, Ом; $Z_{\text{пфн}}$ – повний опір петлі фазанейтраль, Ом.

2.2. Визначення повного опору трансформатора.

Величина $Z_{\text{тр}}$ залежить від потужності трансформатора, конструктивного виконання, напруги і схеми з'єднання його обмоток (зіркою або трикутником). Значення $Z_{\text{тр}}$ наведені у табл. Д 7.1.

Потужність трансформатора, кВт визначається за умовою

$$N_{\text{тр}} = 4 \cdot P_2, . \quad (\text{Д } 7.4)$$

Продовження додатку 7

Таблиця Д 7.1 – Повний опір масляних трифазових трансформаторів при схемі з'єднання обмоток зірка–зірка і напрузі на первинній обмотці 6–10 кВ

Повний опір $Z_{тр}$, Ом	Потужність трансформатору $N_{тр}$, кВт
3,11	25
1,949	40
1,237	63
0,799	100
0,487	160
0,312	250

2.3. Визначення повного опору петлі «фаза-нейтраль».

Повний опір петлі «фаза-нейтраль» визначається за формулою, Ом:

$$Z_{пфн} = \sqrt{(R_{\phi} + R_{нз}) + X^2}, \quad (Д 7.5)$$

де R_{ϕ} , $R_{нз}$ – активні опори фазового і РЕ-провідник провідників, відповідно, Ом; X – індуктивний опір петлі «фаза–нейтраль», Ом, який визначається за формулою:

$$X = X_{\phi} + X_{нз} + X_{вз}, \quad (Д 7.6)$$

де X_{ϕ} , $X_{нз}$ внутрішні індуктивні опори фазового і РЕ-провідник провідників відповідно, Ом; $X_{вз}$ – зовнішній індуктивний опір, зумовлений взаємодією петлі «фаза – нейтраль», Ом.

Для мідних та алюмінієвих провідників X_{ϕ} та $X_{нз}$ порівняно малі (близько 0,0156 Ом/км), тому ними можна знехтувати.

Зовнішній індуктивний опір $X_{вз}$ залежить від відстані між проводами D та їхніми діаметрами d . Якщо РЕ-провідник прокладають спільно з фазовими, значення D мале й спільномірне з діаметром d , тому опір $X_{вз}$ незначний (не більше 0,1 Ом/км) і ним можна знехтувати. Тоді

$$Z_{пфн} = R_{\phi} + R_{нз}. \quad (Д 7.7)$$

Продовження додатку 7

Таким чином формула (Д 7.4) приймає вигляд

$$I_{\kappa} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_{mp}}{3} + R_{\phi} + R_{нз}}, \quad (\text{Д 7.8})$$

2.4. Визначення активного опору фазового провідника, Ом:

$$R_{\phi} = R_{\phi 1} + R_{\phi 2}, \quad (\text{Д 7.9})$$

де $R_{\phi 1}$, $R_{\phi 2}$ – опір фазового провідника на ділянках 1 та 2 відповідно, Ом.

Для провідників з кольорових металів опір дорівнює, Ом:

$$R_{\phi 1} = \rho \frac{L_1}{S_{\phi 1}}, \quad (\text{Д 7.10})$$

$$R_{\phi 2} = \rho \frac{L_2}{S_{\phi 2}}, \quad (\text{Д 7.11})$$

де ρ – питомий опір, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$, який дорівнює для міді 0,018 а для алюмінію 0,028; $S_{\phi 1}$, $S_{\phi 2}$ – перерізи фазового провідника для ділянок 1 та 2 відповідно, мм^2 .

Перерізи фазових проводів визначають при проектуванні електричної мережі струму, залежно від умов прокладання кабелю, матеріалу провідників і т.п. (табл. Д 7.2).

Для ділянки 1 вибираємо переріз, який відповідає струму I_1 , для ділянки 2 – струму I_2 , який визначаємо за формулою, А:

$$I_2 = \frac{P_2}{U_{\phi}}, \quad (\text{Д 7.12})$$

Продовження додатку 7

Таблиця Д 7.2 – Тривалий допустимий струм для трижильних кабелів

Переріз струмоп- ровідної жили, мм ²	Струм I , А при прокладанні кабелів					
	у землі		у повітрі		в металевих трубах	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
1	–	–	–	–	14	–
1,5	27	–	19	–	15	–
2,0	–	–	–	–	19	14
2,5	38	29	25	19	21	16
3	–	–	–	–	24	18
4	49	38	35	27	27	21
5	–	–	–	–	31	24
6	60	46	42	32	34	26
8	–	–	–	–	43	32
10	90	70	55	42	50	38
16	115	90	75	60	70	55
25	150	115	95	75	85	65
35	180	140	120	90	100	75
50	225	175	145	110	135	105
70	275	210	180	140	175	135
95	330	255	220	170	215	165
120	385	295	260	200	250	190

2.5. Визначення опору РЕ-провідник, Ом:

$$R_{\text{нз}} = R_{\text{нз}_1} + R_{\text{нз}_2}, \quad (\text{Д 7.13})$$

де $R_{\text{нз}_1}$, $R_{\text{нз}_2}$ – опір РЕ-провідник на ділянках 1 та 2 відповідно, Ом.

Згідно ПУЕ, площа перерізу нейтрального та захисного провідників в груповій трипровідниковій мережі повинна бути не менше площі фазового провідника, тобто

$$\text{перша ділянка (1)} \quad S_{\text{нз}_1} = S_{\phi_1},$$

$$\text{друга ділянка (2)} \quad S_{\text{нз}_2} = S_{\phi_2}.$$

Відповідно, $R_{\text{нз}} = R_{\phi}$.

Продовження додатку 7

У побутових електричних мережах, якщо $S_{\Phi} < 25 \text{ мм}^2$, то $S_{\Phi} = S_{\text{н}}$; якщо $S_{\Phi} \geq 25 \text{ мм}^2$, а фазові та захисні провідники виконані з одного металу, переріз *РЕ-провідник* повинен задовольняти співвідношенню

$$0,5 \cdot S_{\Phi} \leq S_{\text{н}} \leq S_{\Phi} \quad (\text{Д 7.14})$$

де $S_{\text{н}}$ – площа нейтрального провідника (РЕ-провідника).

3. Перевірка виконання умов надійності та ефективності роботи заземлення

3.1. Повинно виконуватися співвідношення:

$$I_{\text{к}} \geq K \cdot I_{\text{нНОМ}},$$

де K – запас надійності; $K = 3$ для запобіжників; $K = 1,25 \dots 1,4$ для автоматичних вимикачів.

3.2. Утрати напруги на ділянках 1 та 2 не повинні перевищувати 22 В:

$$U_{\text{п1}} + U_{\text{п2}} \leq 22 \text{ В};$$

$$U_{\text{п1}} = I_1 \cdot R_{\Phi 1};$$

$$U_{\text{п2}} = I_2 \cdot R_{\Phi 2}.$$

Якщо одна з цих умов не виконується, треба вибрати більший переріз провідників.

Розрахунок закінчується висновками про тип обраного запобіжника та перерізах фазового і РЕ-провідник провідників на ділянках 1 та 2.

Додаток 8

Розрахунок заземлення на здатність вимикати

Вихідні данні для проведення розрахунку заземлювача трьохфазних споживачів електричного струму на ділянці для складання блоків живлення: кількість двигунів типу ЕД-1 __, ЕД-2 __, їхнє силове навантаження $n \times P$, кВт: ЕД-1 __, ЕД-2 __; коефіцієнт завантаження електродвигуна K_3 __; освітлювальне навантаження: потужність освітлення, $P_{\text{осв}}$ __ кВт; коефіцієнт потужності споживача, $\cos \varphi$ __; трансформатор: тип __; напруга вхідна, U_1 __, вихідна, U_2 __, кВ; схема з'єднання обмоток __; ліній провід, довжина L_1 __, L_2 __ м., вид захисту __; фазовий провід: матеріал жили l_1 __, l_2 __, ізоляція l_1 __, l_2 __; РЕ – захисний провід матеріал __, ізоляція __.

Завдання:

- а) за номінальним струмом (потужністю) електроустановки, яка заземлюється, визначити і вибрати переріз переріз фазного (L) провідника і захисний провідник (РЕ), що забезпечують необхідну провідність кола фаза (L) – захисний провід (РЕ);
- б) вибрати тип і параметри ПЗВ, що забезпечують швидке і надійне відключення ділянки електричної мережі, якщо фаза замикається на заземлений корпус електроустановки;
- с) скласти електричну схему трьох фазних споживачів електричного струму на ділянці для складання блоків живлення.

Алгоритм розрахунку

- 1) Сформулювати мету розрахунку і задачі, що вирішуються для цього.
- 2) Навести вихідні дані для розрахунку варіанта, заданого викладачем.
- 3) Навести схему мережі до розрахунку, яка відповідає вихідним даним, і вказати ділянку кола, обраного для розрахунку.
- 4) Визначити повний опір трансформатора Z_T .

Продовження додатку 8

Тип трансформатора, напруга на обмотках трансформатора (U_1 / U_2) і схема з'єднання його обмоток наведені в завданні для розрахунку заземлення.

Визначити потужність трансформатора $S_{тр}$ за формулою, кВт:

$$S_{TP} = \frac{K_{\Pi} \sum_1^n P_{E-1}}{\cos \varphi} + \frac{K_{\Pi} \sum_1^n P_{E-2}}{\cos \varphi} + \frac{P_{осв}}{\cos \varphi}, \quad (Д 8.1)$$

де P_{E-1} , P_{E-2} – номінальні потужності електродвигунів ЕД-1 і ЕД-2, кВт; $P_{осв}$ – освітлювальне навантаження, кВт; $\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності відповідної електроустановки; K_{Π} – коефіцієнт попиту, розраховується за формулою:

$$K_{\Pi} = 0,75 \cdot K_3 / \eta_d, \quad (Д 8.2)$$

де K_3 – коефіцієнт завантаження електродвигуна; η_d – К.К.Д. електродвигунів, у таблиці Д 2.1.

Розраховане значення потужності трансформатора $S_{тр}$ округлити до найближчого стандартного і вибрати розрахунковий опір трансформатора Z_T .

5) Вибрати апарат захисту в колі електродвигуна.

Номінальний струм захисного апарата (плавкої вставки або струм спрацьовування роз'єднувача автоматичного вимикача) $I_{вст}$ визначається за умовою

$$I_{вст} > I_{max}, \quad (Д 8.3)$$

де I_{max} – максимальний робочий струм у мережі (лінії), А.

Максимальний робочий струм лінії визначається за формулою

$$I_{max} = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} U_{ном} \cos \varphi}, \quad (Д 8.4)$$

де $P_{ном}$ – номінальна потужність споживачів, приєднаних до лінії, кВт (потужність ЕД-1 або ЕД-2 на ділянці лінії); l_2 – за вказівкою викладача; $U_{ном}$ – номінальна напруга, В; $\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності споживача (ЕД-1 чи ЕД-2).

Продовження додатку 8

При виборі плавких вставок у лініях електродвигунів враховують їх пускові струми $I_{\text{пуск}}$:

$$I_{\text{вст}} \geq \frac{I_{\text{пуск}}}{2,5} ; \quad (\text{Д 8.5})$$

$$\frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном}}} = K_{\text{п}} , \quad (\text{Д 8.6})$$

де $I_{\text{ном.}} = I_{\text{max}}$ – робочий струм у мережі, А; $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт пуску, наведений у характеристиці електродвигуна в таблиці Д 2.1.

Плавку вставку вибирають за найбільшим зі струмів $I_{\text{вст.}}$, розрахованих за формулами Д 8. 3 та Д 8.5.

Використовуючи у розрахунках довідкові данні, вибрати відповідний захисний апарат.

б) Вибрати переріз фазного провідника $S_{\text{ф}}$ з умови максимально допустимого нагрівання

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{max}} , \quad (\text{Д 8.7})$$

де $I_{\text{доп}}$ – тривалий допустимий з умов нагрівання струм навантаження провідника, А; I_{max} – максимальний робочий струм мережі в нормальному режимі, А, визначається за формулою Д 8.4)

Вибір перерізів фазного проводу для ділянок l_1 ($S_{\text{ф1}}$) і l_2 ($S_{\text{ф2}}$), що відповідають розрахунковим струмам I_{max1} і I_{max2} , здійснюється за ПУЕ з урахуванням вихідних даних.

7) Вибрати переріз захисного проводу $S_{\text{н.з.}}$, виходячи із умов $R_{\text{нз}} \geq 2 \cdot R_{\text{ф}}$, тобто $S_{\text{н.з.}}$ має бути не менше $0,5 S_{\text{ф}}$, при цьому слід врахувати наступні вимоги ПУЕ:

якщо фазний і захисний провідники виконанні зроблені з одного кольорового металу, то:

$$S_{\text{н.з.}} \geq 0,5 S_{\text{ф}}; \quad (\text{Д 8.8})$$

якщо фазний і захисний провідники виконанні зроблені з різних металів, то:

$$S_{\text{н.з.}} \geq 0,8 S_{\text{ф}}; \quad (\text{Д 8.9})$$

Продовження додатку 8

в усіх випадках переріз захисного провідника має бути не менше 10 мм², якщо провідник зроблено із міді, то

$$S_{\text{н.з.}} \geq 10 \text{ мм}^2, \quad (\text{Д 8.10})$$

і не менше 16 мм², якщо він виготовлений з алюмінію, тоді

$$S_{\text{н.з.}} \geq 16 \text{ мм}^2. \quad (\text{Д 8.11})$$

З ПУЕ вибрати найближчі стандартні значення $S_{\text{н.з.1}}$ і $S_{\text{н.з.2}}$, що задовольняють умовам за формулами Д 8.10 та Д 8.11.

8) Визначити опір фазного $R_{\text{нз.}}$ і захисного $R_{\text{нз.}}$ провідників.

Розрахункова формула для визначення активного опору

$$R = \rho \frac{l}{s}, \quad (\text{Д 8.12})$$

де ρ – питомий опір провідника, який дорівнює для міді 0,018, а для алюмінію – 0,028, Ом·мм²/м; l – довжина провідника, м; s – переріз провідника, мм²

Значення опорів $R_{\text{ф}}$ і $R_{\text{нз}}$ визначаються як суми опорів окремих ділянок мережі l_1 і l_2 , що мають різні перерізи, Ом:

$$R_{\text{ф}} = R_{\text{ф11}} + R_{\text{ф12}}, \quad (\text{Д 8.13})$$

$$R_{\text{нз}} = R_{\text{нз 11}} + R_{\text{нз 12}}. \quad (\text{Д 8.14})$$

Розрахувати опори фазного і захисного провідників на ділянці магістрального кабелю l довжиною l_1 ($R_{\text{ф11}}$ і $R_{\text{ф11}}$) і на ділянці відгалуження 2 до заземленого електродвигуна довжиною l_2 ($R_{\text{ф12}}$ і $R_{\text{ф12}}$) і визначити повний опір фазного $R_{\text{ф}}$ і захисного $R_{\text{нз}}$ провідників за формулами Д 8.12, Д 8.13 та Д 8.14 відповідно.

9) Визначити розрахункове значення струму короткого замикання $I_{\text{к}}$ за формулою:

$$I_{\text{к}} = \frac{U_{\text{ф}}}{\frac{Z_{\text{тр}}}{3} + R_{\text{ф}} + R_{\text{кз}}} \quad (\text{Д 8.15})$$

10) Перевірити правильність вибору захисного провідника.

З цією метою порівняти значення розрахункового струму короткого замикання $I_{\text{к.розр.}}$ з величиною необхідного мінімально допустимого

Продовження додатку 8

струму однофазного короткого замикання $I_{к.min}$, з умови (1): $I_{к.min} \geq K I_{ном.з.а.}$ і значення номінального струму захисного апарата $I_{ном.з.а.}$

Якщо значення розрахункового струму однофазного короткого замикання $I_{к.розр.}$ перевищує значення найменшого допустимого за умовами спрацьовування захисту $I_{к.min}$, захисний провідник обрано правильно, тобто здатність системи, що відключає, заземлення забезпечена.

Якщо $I_{к.розр.} < I_{к.min}$, тобто умова (1) не виконується, наближення: збільшується переріз захисного провідника, вибирається інший захисний пристрій з меншим значенням номінального струму, і розрахунок повторюється, поки умову (1) не буде виконано.

11) Розрахунок закінчується висновком: обрані елементи схеми і їх параметри забезпечують надійне спрацьовування захисту і відключення електродвигуна у випадку його пошкодження в задано короткий строк.

Додаток 9 **Приклад порядку складання плану виробничого приміщення**

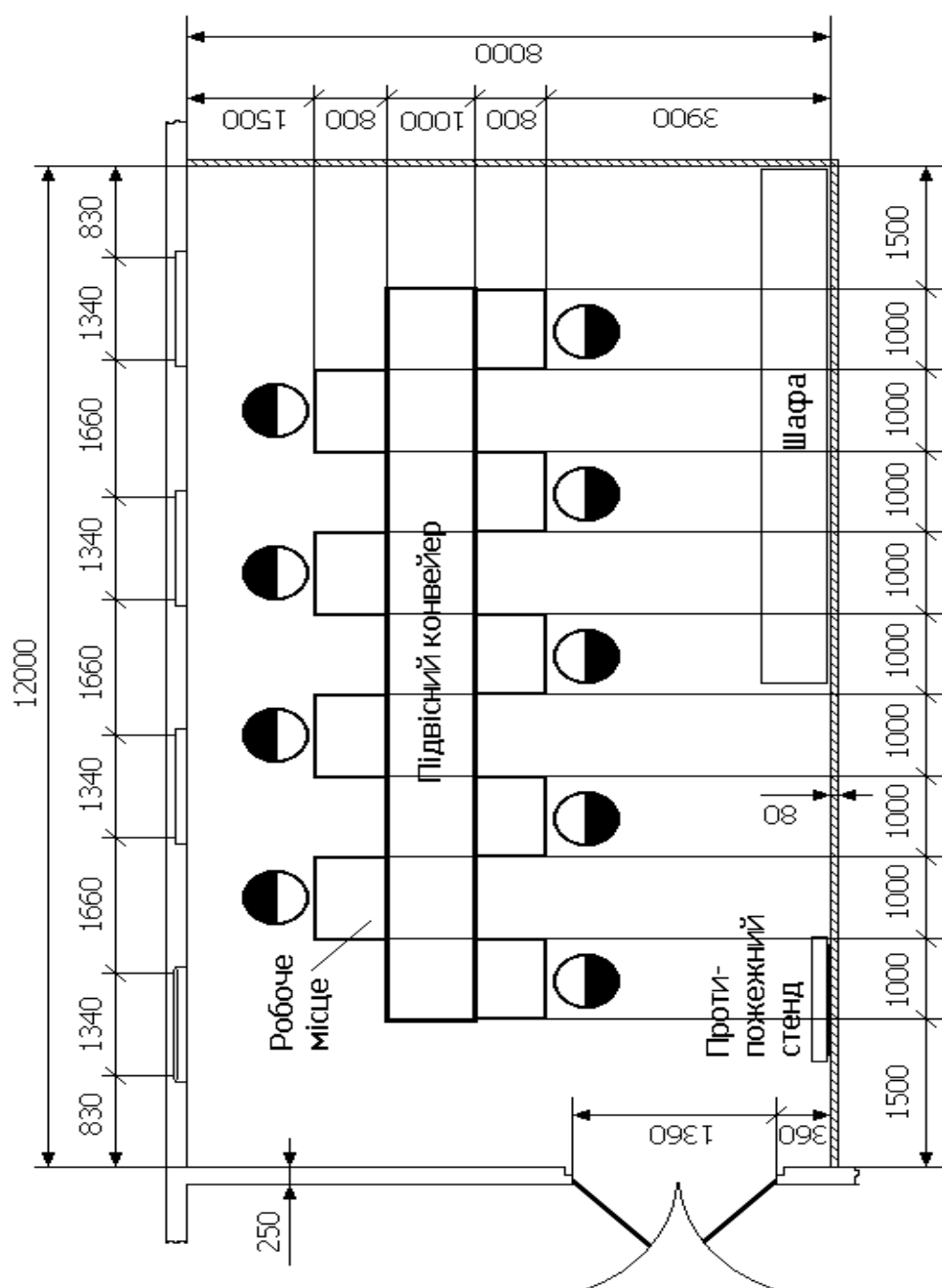


Рисунок Д 6.1 — План приміщення дільниці складання блоків живлення

Додаток 10

Приклад електричної схеми розрахункової ділянки

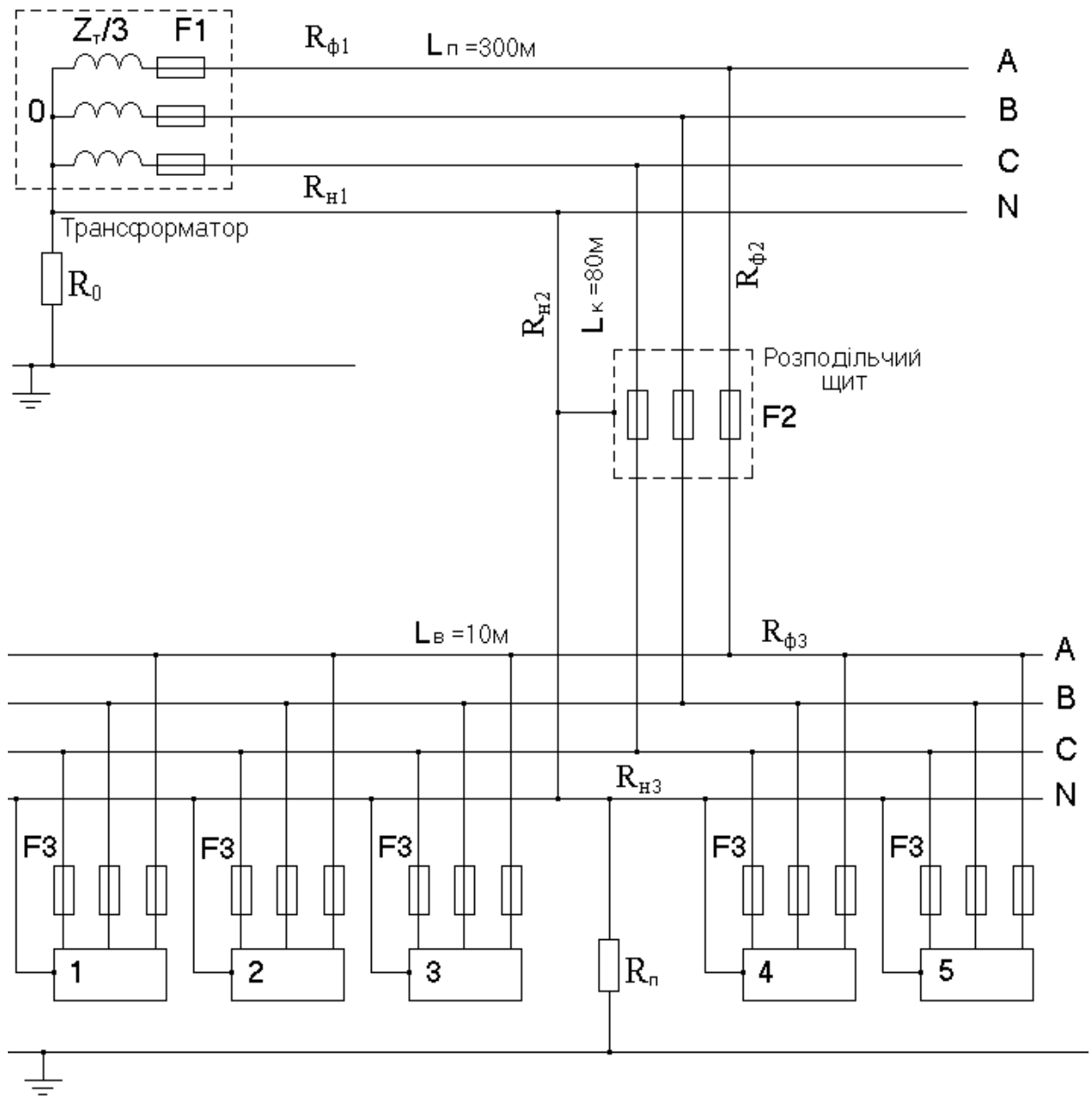


Рисунок Д 7.1 – Електрична схема розрахункової ділянки:

$A (L_1)$, $B (L_2)$, $C (L_3)$ – фазні провідники; N – нейтральний провідник; $R_{\phi 1}$, $R_{\phi 2}$, $R_{\phi 3}$ – опори фазних провідників; R_{n1} , R_{n2} , R_{n3} – опори нейтральних провідників; R_0 – опір заземлення нейтралі трансформатора; R_n – опір повторного заземлення захисного провідника; L_n , L_k , L_g – відповідно повітряна, кабельна та внутрішня лінії; $F1$, $F2$, $F3$ – запобіжники відповідно: повітряної, кабельної та внутрішньої ліній; 1, 2, 3, 4, 5 – транспортери;

Додаток 11
Зразок титульної сторінки та змісту розрахунково-графічного
завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Навчально-науковий інститут механічної інженерії і транспорту
кафедра «Безпека праці та навколишнього середовища»

Розрахунково-графічне завдання

з дисципліни: «Електробезпека»

на тему: «Аналіз ступеня небезпеки ураження людини в електричних мережах напругою до 1000 В»

Варіант №7

Виконав:
студент групи МІТ-617
Павло ЄВЖЕЦЬКИЙ
Перевірив:
доцент каф. БП та НС
Олександр ЯНЧИК

Харків – 2020

Продовження додатку 11

Приклад змісту розрахунково-графічного завдання

Вступ

1. Відповіді на контрольні питання

2. Розрахункова частина

2.1 Розрахунок виробничого освітлення на ділянці для складання блоків живлення:

Мета:

Завдання:

Рішення:

Висновок:

2.2. Розрахунок заземлювача однофазових споживачів

Мета:

Завдання:

Рішення:

Висновок:

2.3. Розрахунок заземлення на здатність вимикати

Мета:

Завдання:

Рішення:

Висновок:

3. Графічна частина

3.1. План ділянки для складання блоків живлення

3.2. Електрична схема розрахункової ділянки

Висновок

Список використаних джерел інформації

Примітка: при виконанні РГЗ із застосуванням ПЕОМ – об'єм – 8–10 сторінок формату А4 набрані у редакторі Word надрукованого на папері. Шрифт – Times New Roman, кегель 14,0 стиль – звичайний. Титульний аркуш оформляти за вимогами деканату. Нумерувати починаючи з 2 листа. Розташування на сторінці – поля: усі 2,0 см. Інтервал – 1,5. Посилання на використану інформацію чи визначення законодавчого, нормативно-правового документа необхідно позначати [...], при цьому список використаних джерел інформації повинен відповідати стандарту). Скановані рисунки (схеми, плани), як і усі інші вставки у текст РГЗ, повинні мати номер та назву.

Додаток 12

Приклад паспорту заземлювального пристрою

Назва об'єкта _____

Назва підприємства – власника об'єкта _____

ПАСПОРТ

заземлювального пристрою

1. Схема (план) заземлювального пристрою:

схему склав: _____

(посада, підпис, прізвище, ініціали)

2. Основні технічні дані

2.1. Конструктивні дані

Вертикальні електроди			Горизонтальні електроди	
Кількість (номер) електродів	Матеріал, поперечний розріз	Довжина	Матеріал, поперечний розріз	Загальна довжина

2.2. Результати виміру опору струму розтікання. Питомий опір ґрунту

$\rho =$ _____ Ом·м

Виміри		Прилади			Величини опору, Ом		Вимірювання виконав	
№	дата	Тип	Номер	Дата перевірки	r^*	R^*	Посада, прізвище	підпис

Примітка. r^* – опір пристрою без приєднання до природного заземлення чи до повторного заземлення нейтрального проводу; R^* – опір пристрою з урахуванням повторних заземлень нейтрального проводу (вказувати тільки для підстанцій)

2.3. Розрахунки і висновки

Номер виміру	Коефіцієнт поправки	Опір, Ом		Висновки про відповідність опору пристрою вимогам нормативним документам
		$r = k \cdot r^*$	$R = k \cdot R^*$	

Продовження додатку 12

3. Результати перевірки стану елементів заземлювального пристрою

Дата	Результати перевірки

4. Виконані ремонти, зміни конструкції

Дата	Суть ремонту та проведення конструктивних змін

Паспорт складено згідно з вимогами пункту 6.7.4. «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів» (ПТЕЕС).

Паспорт склав: _____
(посада, прізвище, ініціали, підпис)

Додаток 13

Вказівки щодо висновків та періодичності проведення робіт

Кожен постійний заземлювальний пристрій, який знаходиться в експлуатації, повинен мати технічний паспорт.

Паспорт складають до введення в дію електроустановки на основі креслень заземлювального пристрою та актів приймання схованих робіт із влаштування горизонтальних і вертикальних заземлювачів.

Ведення та зберігання паспорта на діючому підприємстві покладається на особу, відповідальну за електрогосподарство.

Під час першого заміру опору заземлювального пристрою вимірюють питомий опір ґрунту (ρ) в місці влаштування заземлювального пристрою, дані виміру використовують для подальшого вибору критеріїв оцінки якості пристрою та прийняття рішення під час складання висновків. Наприклад, для електроустановок напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю, для ґрунту з питомим опором $\rho < 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ критерієм якості заземлювального пристрою є такі нерівності $r < 30 \text{ Ом}$, та $R < 4 \text{ Ом}$, для $\rho > 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ – нерівності $r < 0,3 \cdot \rho$, та $R < 0,04 \cdot \rho$.

Періодичність оглядів заземлюючого пристрою визначенні термінами перевірки опору заземлення обладнання.

Заземлювальні пристрої використовують для того, щоб убезпечити життя людини, якщо вона доторкнулася до струмопровідних жилах електрообладнання або інших об'єктів, що перебувають під напругою.

Електробезпека будівель та переносного обладнання забезпечується наступними експлуатаційними функціями заземлювального елемента:

- захист від перенапруги в мережі;
- відвід блискавки в ґрунт від високих металевих споруд;
- захист ізоляції електричних ланцюгів;
- захист комунікацій і труб від струмових перевантажень.

Перевірка опору заземлення виконується з таким розрахунком, щоб оцінити стан заземлювальних пристроїв, ізоляції. Заземлюючі пристрої повинні бути справними, тому що тільки в цьому випадку струм від пошкодженого обладнання або димових труб піде в ґрунт через електроди.

Продовження додатку 13

Особливості перевірки переносного заземлення електрообладнання

Щоб не допустити ураження людини струмом, який тече по струмоведучих металевих частинах переносного або стаціонарного обладнання, виконують періодичну перевірку стану заземлювальних пристроїв. Результати вимірювання опору контуру заземлення дозволяють зробити висновок щодо справності ізоляції та інших нормативних приписів. Найчастіше вимірювання виконують у таких випадках:

- при планових перевірках техніки безпеки;
- при проєктуванні споруд;
- при перевірці високих металевих споруд;
- при з'ясуванні кількості споживачів мережі і сумарних витрат на електроенергію.

Як правило, терміни перевірки опору заземлення стандартні – **раз на рік**.

Якщо електричні пристрої, димові труби або ізоляція проводів вже ремонтувалися, то періодичність оглядів рекомендується збільшити до **1 разу на 6 місяців**.

Перевірку прийнято чергувати сезонно. Виділяють два основних періоди для перевірки опору заземлення струмопровідних контурів: влітку і взимку. Відмінності наведених підходів наступні:

- у першому випадку має місце високий опір із-за мінімальної кількості рідини в ґрунті;
- у другому випадку опір підвищується із-за сильного промерзання ґрунту.

Результати досліджень дозволяють зробити висновок щодо ефективності заземлювальних пристроїв і зібрати ряд рекомендацій, які дозволять поліпшити опір будівель, обладнання, високих металевих споруд, димових труб. Крім планових перевірок значень опору, дослідження виконують при відновленні мережі, а також при доповненні існуючої системи заземлення новими технічними об'єктами.

Продовження додатку 13

Середня періодичність перевірки стану заземлення

Періодичність перевірки заземлення обладнання і труб ґрунтується на правилах експлуатації вибраних технічних пристроїв. Для будівель підходять індивідуальні правила, які включають загальні рекомендації з огляду контуру заземлення. Строки вимірювань указуються в спеціальних довідкових матеріалах, які будуть використані при виконанні профілактичних заходів.

Як правило, щоб підтримувати електричну мережу в робочому стані, досить проводити візуальний огляд ділянок заземлення раз на півроку. Періодичність глибокого дослідження опору переносного електрообладнання або димових труб становить один раз на рік. При цьому мається на увазі і обстеження ґрунту біля заземленого обладнання.

Відповідальність за виконання перевірок в плановані терміни покладається на власника або на працівника, якого призначив власник. Виконувати перевірку переносного заземлення обладнання повинні тільки професіонали. Вони зможуть оцінити якість з'єднання заземлювальної установки з обраним об'єктом, перевірити цілісність ізоляції. Завдяки сучасному обладнанню вони зможуть знайти обрив на з'єднаннях і виконати ремонт.

Для нотаток

Навчальне видання

ЯНЧИК Олександр Григорович
РАЙКО Валентина Федорівна
УСТИНОВА Наталя Дмитрівна
КОТЛЯРОВА Світлана Володимирівна
ІЛЬІНСЬКА Ольга Ігорівна

ОРГАНІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ У ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Навчальний посібник

з дисциплін «Електробезпека» та «Організація безпечного
електроспоживання» для студентів першого (бакалаврського) та другого
(магістерського) рівнів із спеціальності 263 – Цивільна безпека

Відповідальний за випуск проф. Березуцький В. В.
Роботу до видання рекомендувала проф. Пономаренко О.І.
Редактор М. П. Єфремова

План 2021 р, поз 109

Підп. до друку 2022. Формат 60×84 1/12. Папір офсет.
Друк –різографія. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 19.
Наклад 50 прим. Зам. № . Ціна договірна.

Видавець ТОВ «ПЛАНЕТА-ПРИНТ»

м. Харків, 61002, вул.. Багалія, 16

свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4568 від 17.06.2013 р.

Виготовлювач ФОП Черняк Л. О.

м. Харків, 61002, вул.. Багалія, 16

Свідоцтво № 2400000000079553 від 16.05.2007 р.
