

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Український державний університет
науки і технологій**

Кафедра «Інтелектуальні системи енергопостачання»

**ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРИСТРОЇВ
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

Методичні рекомендації до лабораторної роботи

Електронний аналог
друкованого видання

ДНІПРО
2023

УДК 620.197 : 621.331

Т 38

Укладач:

Дьяков Віктор Олексійович

Експерти:

д.т.н., проф. *Андрій Афанасов* (УДУНТ)

Заступник начальника дистанції електропостачання НД Вузол регіональної філії «Придніпровська залізниця» АТ «Укрзалізниця»

Андрій Плотніков

Рекомендовано МКФ УЕП (протокол №3 від 15.11.2022)

Зареєстровано НМВ УДУНТ (№ 602 від 04.04.2023)

Технічне обслуговування пристроїв електропостачання: методичні рекомендації до лабораторної роботи / уклад.: В. О. Дьяков. – Український державний університет науки і технологій. – Дніпро: УДУНТ, 2023. – 54 с.

Методичні рекомендації призначені для використання студентами всіх форм навчання спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» під час виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технічне обслуговування пристроїв електропостачання», можуть бути використані слухачами інституту післядипломної освіти.

Методичні рекомендації містять основні теоретичні положення для засвоєння матеріалу, зміст звіту до лабораторних робіт з необхідними розрахунковими формулами та поясненнями.

© Дьяков В.О., укладання, 2023

© Вид-во Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ, ОФОРМЛЕННЮ ЗВІТІВ.....	4
ІНСТРУКЦІЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	5
 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1 ВИМІРЮВАННЯ ПОТЕНЦІАЛІВ РЕЙКОВОЇ МЕРЕЖІ ТРАМВАЯ.....	11
 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2 ВИМІРЮВАННЯ ПОТЕНЦІАЛІВ ГАЗОПРОВОДУ.....	15
 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3 ВИМІР ПИТОМОГО ОПОРУ ҐРУНТУ.....	22
 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4 ВИМІР ОПІРУ ЗАЗЕМЛЕНЬ.....	26
 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5 ЕЛЕКТРИЧНІ ВИПРОБУВАННЯ ЕЛЕКТРОЗАХИСНИХ ЗАСОБІВ.....	28
 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6 ІЗОЛЯТОРИ КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ ТА ЇХ ВИПРОБУВАННЯ.....	34
 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7 ЕЛЕКТРОДРЕНАЖНИЙ ЗАХИСТ.....	46
 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8 КАТОДНИЙ ЗАХИСТ.....	49
 БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	53

ВСТУП

Дисципліна «Технічне обслуговування пристроїв електропостачання» відноситься до вибіркової компоненти освітньої програми «Електротехнічні системи електроспоживання».

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт сприяють досягненню наступних очікуваних результатів навчання: наведені в методичних вказівках теоретичні відомості та вимоги дозволяють у натурних умовах студентам розвинути та практично закріпити вміння здійснити вимірювання параметрів пристроїв електропостачання (наприклад, вміти проводити вимірювання потенціалів рейкової мережі і підземних споруд).

ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ, ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТІВ

Методичні рекомендації складені відповідно до робочої програми дисципліни «Технічне обслуговування пристроїв електропостачання » для спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Вони містять такі розділи: мета роботи; короткі відомості з теорії; зміст звіту; контрольні питання; список рекомендованої літератури, у якій студенти можуть знайти додаткові відомості з досліджуваного питання.

Тривалість виконання кожної лабораторної роботи становить дві навчальні години.

Звіт з лабораторної роботи повинен бути оформлений охайно, з дотриманням вимог відповідних НД та ЄСКД. Графічна частина роботи виконується із застосуванням креслярських інструментів.

Перед початком лабораторних робіт, які проводяться в діючих електроустановках, викладач інструктує студентів про правила з охорони праці у лабораторії, про порядок виконання лабораторних випробувань із демонстрацією їхнього проведення на конкретному лабораторному стенді.

Студенти допускаються до роботи тільки після проведення інструктажу й розпису в журналі реєстрації інструктажів з охорони праці.

У звіті до лабораторних робіт даються короткі висновки за результатами проведених досліджень. Звіт захищається і здається викладачеві.

Лабораторне заняття проводиться зі студентами, кількість яких, як правило, не перевищує 10 осіб. Іноді (за вимогами безпеки, при обмеженій кількості робочих місць тощо) допускається проведення лабораторних занять з меншою чисельністю студентів [1].

Число студентів, які одночасно виконують роботи під керівництвом викладача у навчальних лабораторіях з використанням напруги вище 1000 В, має бути не більше 8 осіб на кожного викладача [2].

Лабораторне заняття проводиться в лабораторії «Техніка високих напруг» кафедри «Інтелектуальні системи енергопостачання».

ІНСТРУКЦІЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних дій та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людей в процесі праці.

1.2 Лабораторні роботи проводяться в учбовій лабораторії № 126. Роботи виконуються за розкладом. Кожний працюючий в лабораторії № 126 зобов'язаний виконувати правила внутрішнього розпорядку кафедри і правила з техніки безпеки, які вивішені на стіні.

1.3 В лабораторії в випробувальних стендах 1...4 розташовані високовольтні трансформатори, з напругою до 100 кВ, випрямлячі ВП-60, гірлянди ізоляторів, пульти керування випробувальними стендами 1...4 та інше.

Основним елементом високовольтної випробувальної установки є випробувальний трансформатор (рисунок 1). Здебільшого високовольтні випробування проводяться відносно землі напругою, що значно перевищує номінальну фазну напругу випробовуваного об'єкту. У цьому зв'язку більшість випробувальних трансформаторів виготовляється однофазними з одним заземленим кінцем обмотки високої напруги (ОВН).

Зараз випробувальні трансформатори випускаються на напругу до 0,75 МВ. Відмінною рисою випробувальних трансформаторів у порівнянні з силовими є менша потужність, більший коефіцієнт трансформації (100...1 000), короткочасна робота, невеликий запас електричної міцності ізоляції ($U_{\text{випр}} = 1,1 \dots 1,4 U_{\text{ном}}$).

Істотно відрізняється й режим роботи випробувального трансформатора від умов роботи силового трансформатора, тому що під час високовольтних випробувань досить часто відбувається коротке замикання ОВН. Для обмеження струму в ОВН застосовується струмообмежувальний опір R_{31} , який вибирається з розрахунку 0,5...1 Ом на 1 В номінальної напруги трансформатора.

Для запобігання випадковій подачі на випробуваний об'єкт напруги, що набагато перевищує випробувальну, паралельно випробувальному об'єкту

включається кульовий розрядник. Іскровий проміжок кульового розрядника встановлюється таким чином, щоб його пробивна напруга була на 10...20 % вище випробувальної. Для захисту поверхні куль від оплавлення й ерозії послідовно з кульовим розрядником необхідно включити захисний опір R_{32} (див. рис. 1), який вибирається з умови 20 Ом/В. Таким опором найчастіше є скляні і порцелянові трубки, заповнені дистильованою водою.

Для регулювання напруги, яка підводиться до первинної обмотки випробувального трансформатора, слугує регулятор напруги, в якості якого найчастіше використовується автотрансформатор. Регулятор напруги повинен мати достатньо реактивну потужність, необхідну для плавної і без спотворення форми кривої, зміни напруги за всіх можливих режимах роботи випробувального трансформатора.

Підйом напруги до $1/3$ випробувальної може проводитися з довільною швидкістю, допускається ввімкнення напруги поштовхом. Потім напруга плавно піднімається до випробувальної, і при напрузі вище $3/4$ випробувальної необхідно забезпечити суворий її відлік по приладу. Зниження напруги проводиться плавно, і при напрузі менш $1/3$ випробувальної дозволяється відключення установки.

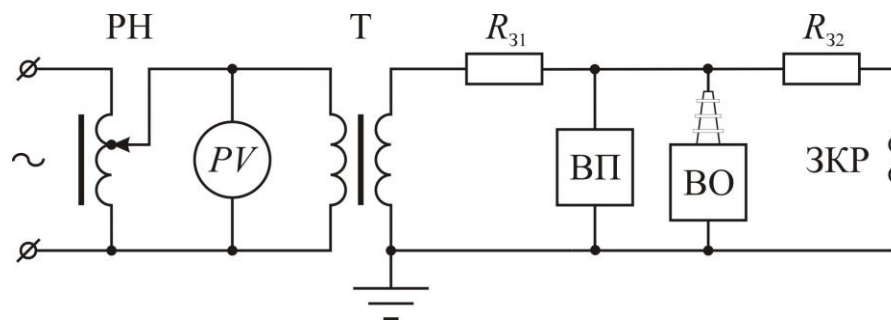


Рис. 1. Принципова схема високовольтної випробувальної установки промислової частоти:

РН – регулятор напруги;

Т – випробувальний трансформатор; R_{31} , R_{32} – захисні опори;

ВП – вимірювальний пристрій; ВО – випробуваний об'єкт;

ЗКР – захисний кульовий розрядник

Високовольтні випробування проводяться відповідно до чинних нормативних документів на випробувальні об'єкти, Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів і Правил безпечної експлуатації установок споживачів (ПТЕ і ПБЕЕС). Під час випробувань необхідне дотримання всіх організаційних і технічних заходів, що гарантують безпеку роботи в електроустановках.

Експлуатація високовольтного обладнання проводиться в часи лабораторних робіт викладачем кафедри (оператором) сумісно зі старшим лаборантом, або завідуючим лабораторії із кваліфікаційною групою не нижче IV. Всі електроустановки в лабораторії є діючі. При певних умовах, що виникли із-за порушення встановлених правил, електроустановки та інші елементи схем (прилади, з'єднуючі провідники) можуть стати джерелом ураження електричним струмом та інших видів травматизму. Тіло людини володіє електропровідністю, а тому при доторканні до неізольованих елементів схем, які знаходяться під напругою, через тіло людини може проходити електричний струм. Досягнувши небезпечних значень, цей струм приводить до сильних опіків (електрична травма), або тяжких уражень нервової, серцевої та дихальної систем організму людини (електричний удар). Ураження електричним струмом буває тяжким і може привести до смерті людини.

1.4 За умовами електробезпеки лабораторія № 126 відноситься до електроустановок напругою вище 1000 В і при недотриманні правил техніки безпеки є загроза ураження електричним струмом.

1.5 Місцем підвищеної безпеки в лабораторії № 126 є високовольтні випробувальні стенди № 1, 2, 3, 4.

1.6 Лабораторія № 126 має захисні засоби: діелектричні килимки та діелектричні рукавиці, заземлюючі і ізолюючі штанги. Перед початком занять необхідно переконатися в наявності захисних засобів і запам'ятати їх місце розташування. Аптечка знаходиться у завідуючого лабораторією.

1.7 При роботі в лабораторії необхідно дотримуватись виключної обережності і бездоганно повністю виконувати правила з техніки безпеки.

1.8 Викладач перед проведенням лабораторних робіт проводить інструктаж студентів з техніки безпеки та технічної експлуатації електроустановок з особистим підписом кожного в журналі інструктажу і розподіляє групу на бригади по 3...8 чоловік, знайомить з улаштуванням кожного робочого місця, особливостями схеми керування, режимами роботи, розташуванням та призначенням обладнання.

1.9 Основні правила з техніки безпеки:

а) перед початком роботи, безпосередньо на робочому місці, необхідно переконатися, що всі рубильники, вимикачі на пультах керування, від яких іде живлення схем, знаходяться у вимкненому положенні та забезпечують надійний видимий розрив. Двері захисного огороження (дверцята високовольтних випробувальних стендів 1...4) відкриті, табло «Включено» в середині секції не освітлюється, іспитова схема заземлена за допомогою переносної заземлюючої штанги і добре видна;

б) перевіряється електричне і механічне блокування дверей захисного огороження; при відкриванні дверей огороження високовольтного випробувального стенда, він повинен відключатися від мережі живлення, табло «Включено» гаснути;

в) переконавшись в безпеці роботи, і тільки з дозволу викладача студенти можуть приступити до ознайомлення з випробувальним стендом, його управлінням, користуючись методичними вказівками і попереджувальними плакатами і написами, вивішеними на робочому місці. Вмикати і вимикати випробувальний стенд можна тільки при нульовому положенні ручок регулятора напруги. Викладач (оператор) працювати на випробувальному стенді високої напруги може тільки, знаходячись перед пультом керування на діелектричному килимку. Перед кожним включенням випробувального стенду викладач (оператор) повинен переконатися, що його включення нікому не загрожує і перед вмиканням рубильника для подачі випробувального напруги голосно сказати «Подаю напругу!». Після подачі напруги на випробувальний стенд забороняється: переміщення студентів біля стенду; торкатись захисного огороження, дверей, заземлення; протягувати за огороження які-небудь предмети; розмовляти;

г) подача і регулювання напруги на первинну обмотку високовольтного трансформатора в випробувальних стендах № 1, 2, 3, 4. виконується за допомогою автотрансформаторів, розташованих в пультах керування цих стендів;

д) у випадку ненормального режиму роботи випробувальних стендів (відсутність показання приладів, сильного гудіння трансформатору, поява диму і т.і.) викладачу (оператору) необхідно негайно вимкнути випробувальний стенд. Для цього необхідно розімкнути рубильники на пультах випробувальних стендів, забезпечивши видимий розрив, табло «Включено» в середині випробувальних стендів повинно погаснути;

е) щоб пройти в середину випробувального стенда, необхідно зняти механічне блокування «закритого положення» дверей, відкрити їх і зафіксувати у відкритому положенні;

ж) після зняття напруги з випробувального стенду перш ніж торкатися до частин, що знаходилися під високою напругою, їх необхідно заземлити за допомогою заземлюючої штанги. Усі працюючі на випробувальному стенді повинні пам'ятати, що залишкові заряди на деяких частинах випробувального стенду небезпечні для життя;

з) після завішування заземлюючої штанги викладач (оператор) повідомляє «Напруга знята».

2 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПЕРЕД ПОЧАТКОМ РОБІТ.

2.1 Перед початком робіт в лабораторії вона повинна бути обезструмлена. На кожному робочому місці повинні бути діелектричні килимки, підготовлене необхідне обладнання та прилади. В лабораторії повинні бути діелектричні рукавиці, аптечка.

2.2 Робочі місця в лабораторії повинні бути підготовлені. Перевірена працездатність схем, захист від к.з., достатнє освітлення, перевірена наявність засобів пожежогасіння.

3 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБІТ.

3.1 Під час виконання лабораторних робіт студент повинен знаходитися тільки там, де його призначив викладач, і чітко виконувати вказівки викладача.

3.2 Під час виконання лабораторних робіт студент не повинен займатися сторонніми речами і розмовами, бути цілком зосередженим на виконанні лабораторної роботи.

3.3 Студент повинен постійно пам'ятати про небезпечні фактори в лабораторії - це наявність високої напруги.

3.4 Обладнання повинно негайно вимикатися від мережі при загрозі ураження студента електричним струмом або при порушенні режиму роботи обладнання чи схеми.

3.5 Студент не має права залишати робоче місце або виходити з лабораторії не отримавши дозволу від викладача.

4 ВИМОГИ ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПІСЛЯ ЗАКІНЧЕННЯ РОБОТИ.

4.1 Коли роботу закінчено, викладач (оператор) повинен зняти електричне навантаження і вимкнути усі рубильники на електричних пультах, зняти залишковий потенціал розрядною штангою з елементів схеми.

4.2 Студенту забороняється навмисно виводити з ладу столи, стільці, обладнання та інші прилади в лабораторії. Студент не повинен смітити в лабораторії, а лише виконувати вказівки викладача.

4.3 Після закінчення лабораторної роботи студент має право покинути приміщення лабораторної тільки з дозволу викладача.

5 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ В АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЯХ.

5.1 При виникненні аварійної ситуації студенти повинні не панікувати, чітко виконувати накази викладача. Організовано покинути лабораторію. За

проханням викладача (оператора) надати допомогу для ліквідації аварії. Самому не розпочинати ніяких дій.

5.2 За порушення цієї інструкції студент несе дисциплінарну, матеріальну, адміністративну та кримінальну відповідальність згідно законодавства.

6 НАДАННЯ ПЕРШОЇ ДОПОМОГИ ПОТЕРПІЛОМУ ВІД УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ.

6.1 Першою дією надання допомоги повинно бути швидке відключення тієї частини електроустановки, до якої торкається потерпілий.

6.2 Якщо відключення установки по якійсь причині неможливо швидко зробити, необхідно прийняти міри до відокремлення потерпілого від струмопровідних частин, до яких він торкається. Для цього необхідно використати суху одягу, палку, дошку або який-небудь інший сухий предмет, що не проводить електричний струм. Використання для цих цілей металевих або мокрих предметів не допускається.

6.3 Для відокремлення потерпілого від струмопровідних частин можна також взяти за його одягу (якщо вона суха і відстає від тіла потерпілого), наприклад, за поли піджака, уникаючи при цьому торкання до навколишніх металевих предметів і частин тіла, не прикритого одягом. Для ізоляції рук надаючи допомогу, особливо якщо необхідно торкнутися тіла потерпілого, не прикритого одягом, необхідно надіти діелектричні рукавиці або обмотати руку шарфом, опустити на руку рукав піджака, використовуючи суху матерію. Можна також ізолювати себе, ставши на суху дошку або будь-яку іншу підстилку, яка не проводить електричний струм, суверток одягу і т.п.

6.4 При відокремленні потерпілого від струмопровідних частин рекомендується діяти по можливості однією рукою.

6.5 При попаданні людини під напругу необхідно негайно сповістити викладача, який проводить заняття, якщо він сам з якоїсь причини цього не помітив. Негайно викликати **швидку медичну допомогу** за тел. **103** та доповісти завідувачу кафедри. Першу допомогу надавати до прибуття лікаря.

ВИМІРЮВАННЯ ПОТЕНЦІАЛІВ РЕЙКОВОЇ МЕРЕЖІ ТРАМВАЯ

Мета роботи: набування практичних навичок виміру різниці потенціалів «рейка-земля» з використанням сталєх електродів порівняння.

1.1 Загальна частина

Вимір потенціалів «рейка-земля»

Схема виміру потенціалу «рейка-земля» приведена на рисунку 1.1. Для виміру потенціалів «рейка-земля» використовуються високоомні вольтметри постійного струму з входним опором не менше 10 кОм/В (М-231) або іншими аналогічними по призначенню приладами. Негативна клемма вимірювального приладу 4 підключається ізольованими проводами 5 до металевого електроду порівняння 3, забитого в середині прольоту в створі опор на глибину 0,5 м, а позитивна клемма – до тягової рейки 6 за допомогою встановленого на підшлву рейки затискача заземлення чи приєднується провідником безпосередньо до рейкового стикового з'єднувача .

Особлива увага звертається на надійність електричного контакту при підключенні проводів до рейки і електроду.

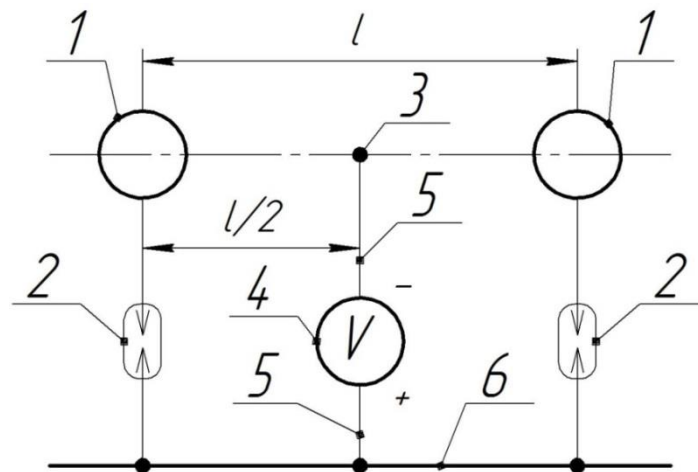


Рис. 1.1. Схема виміру потенціалів «рейка-земля»:

1 - опора; 2 - іскровий проміжок; 3 - електрод порівняння; 4 - високоомний вольтметр М-231;

5 - ізольовані з'єднувальні проводи; 6 - тягова рейка

На високих насипах допускається винос електрода порівняння до основи насипу. На багатоколійних перегонах виміри робляться для колії, на рейки якої заземлені опори.

Покази приладу фіксуються через кожні 10 с протягом не менше 5 хв. За весь період вимірювань повинен прослідувати не менше, як один поїзд. Покази приладу заносяться в блокнот.

Потенціали вимірюються через кожен кілометр при індивідуальному заземленні опор і в місцях приєднання до рейки групових заземлень.

Розраховується середнє значення позитивних і негативних потенціалів по кожному місці виміру, як частка від ділення суми позитивних (негативних) показів на відповідну кількість вимірів, при цьому кількість нульових значень враховується при розрахунку позитивних потенціалів.

За результатами вимірів будується потенційна діаграма, для чого:

- креслиться на міліметровому папері (уздовж осі «х») однолінійний план кожної колії в зручному масштабі; відзначаються на плані місця виміру і відкладаються по кожному з них, у масштабі, середні значення потенціалів (перпендикулярно осі, з урахуванням знаку потенціалу). Отримані точки з'єднуються прямими лініями. Виділяються на кожній ділянці між суміжними тяговими підстанціями зони: катодні (негативні значення потенціалу), анодні (позитивні значення потенціалу) і знакозмінні (при наявності негативних і позитивних показань у межах зони);
- для визначення переважаючого потенціалу в знакозмінних зонах розраховується лінія середнього потенціалу «рейка-земля» і позначається на діаграмі іншим кольором (наприклад червоним);
- наносяться, додатково, на потенційній діаграмі станції, зупиночні пункти, тягові підстанції, пости секціонування, пункти паралельного з'єднання, міжколійні електричні з'єднувачі, вказується дата вимірів;
- за результатами вимірів у верхній частині діаграми відзначаються умовними знаками металеві і залізобетонні опори; при цьому вказуються величини опорів «рейка-опора» чи «рейка-консоль».

Рекомендується особливо відзначати опори з низьким опором, що мають струм витоку вище припустимого, а також знаходяться в місцях з високою агресивністю ґрунту.

На потенційну діаграму наносяться значення найменших питомих опорів ґрунту Ом•м, з'єднавши відзначені точки в місцях виміру прямими лініями.

При наявності потенційної діаграми вносяться корективи за результатами проведення чергових вимірів.

1.2 Зміст звіту

1. Найменування лабораторної роботи і її мета.
2. Ситуаційний план виміру потенціалів рейкової мережі трамваю.
3. Схема виміру потенціалів «рейка-земля».
4. Протокол вимірів потенціалів «рейка-земля».

Місто Дніпро

Адреса вимірів (КВП) зупинка трамвая УДУНТ (ДІТ)

Дата «___»_____20___ р.

Час виміру

Початок _____:_____ХВИЛИН

Кінець _____:_____ХВИЛИН

Тип та номер приладу _____

Межі виміру _____

Тип електрода порівняння _____

Результати вимірів потенціалів «рейка-земля» приведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Дані вимірів потенціалів «рейка-земля», В.

t, хв	t, с	0	10	20	30	40	50	Ur, ср.
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

5. Камеральна обробка результатів вимірювань.

Камеральна обробка результатів вимірювань приведена в табл.1.2.

Таблиця 1.2

Протокол результатів вимірів.

КВП	Uр, В			
	Max	U+	U-	Min
ДПТ				

$$U_+ = \frac{\sum_{i=1}^m U_i}{n}, \quad (1.1)$$

де U_+ – середнє додатнє значення потенціалів, В;

$\sum_{i=1}^m U_i$ – сума всіх миттєвих значень потенціалів додатнього знака, В;
 m – число значень потенціалів додатнього знака;
 n – загальне число значень потенціалів.

$$U_- = \frac{\sum_{i=1}^k U_i}{n}, \quad (1.2)$$

де U_- – середнє від’ємне значення потенціалів, В;

$\sum_{i=1}^k U_i$ – сума всіх миттєвих значень потенціалів від’ємного знака, В;
 k – число значень потенціалів від’ємного знака.

Виміряв _____

Обробив _____

Перевірів _____

6. Потенціальна діаграма.

7. Висновки.

1.3 Контрольні питання

1. Для чого виконують вимірювання на рейкових мережах?
 2. Як вимірюється потенціал рейки?
 3. Вимоги до вимірювальної апаратури та електродів порівняння, що використовуються при вимірюваннях потенціалів рейок.
 4. Пояснити схему заміщення ланцюга виміру.
- Література для підготовки [3,6,7,9,10].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ВИМІРЮВАННЯ ПОТЕНЦІАЛІВ ГАЗОПРОВОДУ

Мета роботи: набування практичних навичок виміру різниці потенціалів «газопровід-земля» з використанням мідносульфатних електродів порівняння.

2.1 Загальна частина

2.1.1 Виміри на підземних спорудах

Електричні виміри, що проводяться на трасі підземних споруд, дозволяють отримати дані про ефективність роботи встановлених засобів електрозахисту і стану ізоляційного покриття, визначити характер взаємного впливу електрохімічного захисту, встановленого на сусідніх підземних спорудах, і за отриманими даними робити висновки про можливість корозійних ушкоджень підземних споруд. При проєктуванні нових підземних металевих споруд проводять виміри, що дозволяють визначити параметри ґрунтів на наміченій трасі, наявність і характер впливу джерел блукаючих струмів.

2.1.2 Переносні мідносульфатні електроди порівняння

Для виміру потенціалів «споруда-земля» широке застосування отримали мідносульфатні електроди порівняння (МЕП) типу ЕН-1 (електрод неполяризований). Конструкція електроду приведена на рисунку 2.1.

Електрод складається з пористої керамічної чашки 4, до якої клеєм БФ-2 приклеюється штампована пластмасова кришка 3. У кришку вкручується контакт 1, що є мідним стрижнем 5, опресований у верхній частині поліетиленом. У мідному стрижні згори висвердлений отвір для приєднання

вилки. Між контактом 1 і кришкою 3 для ущільнення прокладена гумова прокладка 2. У внутрішню порожнину електроду заливається насичений розчин мідного купоросу, що готується з хімічно чистого мідного купоросу ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) і дистильованої води. Опір електроду не більше 200 Ом. Пористі чашки перед заливкою необхідно витримувати в розчині мідного купоросу впродовж 10...15 год, заздалегідь вивернувши контакт. У чашки заливається насичений розчин мідного купоросу, і в кожен електрод додається 0,5...1 г чистих дрібних кристалів мідного купоросу, що дозволяє підтримувати задану концентрацію електроліту. При заливці електродів залишають незаповненим такий об'єм внутрішньої щільності, щоб при зануренні в неї контакту рівень електроліту піднявся до верху пористої чашки. Потім надівають гумову прокладку на контакт і вкручують його в кришку електроду повністю.

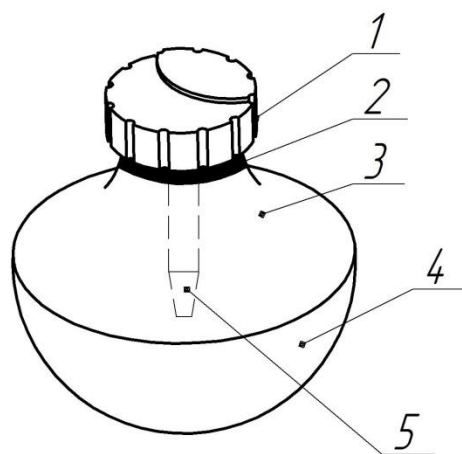


Рис. 2.1. Мідносульфатний електрод порівняння типу ЕН-1.

Через 10...15 хв після того, як електроди зарядяться, їх перевіряють. Для цього електроди поміщають в сильно зволожений ґрунт або у воду в безпосередній близькості один до одного і вольтметром або потенціометром вимірюють різницю потенціалів між парами електродів. Якщо різниця потенціалів між ними не більше 2 мВ, електроди відповідають встановленим вимогам.

У тих випадках, коли різниця потенціалів між електродами більше 2 мВ, або вимагається досягнення різниці потенціалів менше 2 мВ, потрібне додаткове очищення мідного стрижня.

Перший спосіб зменшення різниці потенціалів і збільшення стабільності електродів полягає в промиванні контактів в розбавленій азотній кислоті. Концентрація кислоти має бути 10...15%, час полоскання – 2 с.

Якщо перший спосіб не дав бажаних результатів, застосовують другий спосіб. На контакт мідного стрижня наносять шар електролітичної міді. Для

цього в скляній посудині готують насичений розчин мідного купоросу, в який додається 1...3% сірчаної кислоти, що забезпечує чистоту осідаючого шару міді. У посудину опускають контакти так, щоб в розчині були мідні стрижні. Усі контакти з'єднуються паралельно і підключаються до негативного полюса джерела постійного струму (суха батарея, акумулятор, випрямляч). Позитивний полюс з'єднується мідним ізольованим дротом з мідним електродом (шматочком міді) опущеним в посудину. Контакти мають бути розташовані симетрично відносно мідного електроду і стінок посудини. При електролізі необхідно підтримувати силу струму з розрахунку 50...150 мА на один контакт. Електроліз проводиться 2 год. Після цього контролюється різниця потенціалів між контактами. Якщо різниця не досягла необхідної величини, електроліз триває. Отриманий електролітичний шар міді необхідно оберегти від ушкодження.

При вимірах на підземних спорудах електроди встановлюються в лунки завглибшки 5...8 см. Для кращого контакту з ґрунтом електрод рекомендується притерти до стінок лунки, повертаючи його навколо осі і притискуючи із зусиллям 50...100 Н. Притирання допускається тільки при м'якому ґрунті або дрібнозернистому піску. Якщо ґрунт сухий, в місці установки електроду його зволожують. У кінці роботи електроди очищають, миють водою зовні, доливають електроліт і встановлюють у футляр. При температурі нижче 0°C електроди слід звільнити від електроліту і просушити в опалюваному приміщенні.

При тривалій перерві і вимірах електроди звільняють від мідного купоросу. Контакти протирають марлею і укладають у вату. Пористі чашки впродовж 1...2 днів вимочують у воді, а потім просушують. Після цього контакти можуть бути поставлені в чашки. Електрод у такому вигляді може зберігатися тривалий час в сухих приміщеннях при температурі повітря від - 10 до +35°C і відносній вологості 80%.

Для зменшення опору мідний стрижень замінюють тонким мідним дротом (рисунк 2.2). Габарити електроду: висота 102 мм, діаметр 94 мм, маса 0,35 кг. Електрод поставляється у футлярі, в якому розміщуються два електроди. Габарит футляра 114x114x218 мм, маса - 0,3 кг.

Корпус мідносульфатних електродів порівняння найкраще виготовляти з лаксана. Одна частина з помаранчевого непрозорого матеріалу виключає пряме освітлення сонцем і допомагає відшукувати електрод при роботі в польових умовах, інша - з прозорого лаксана дозволяє спостерігати за внутрішнім станом електроду. Зберігання електродів з керамічними пробками з розчином мідного купоросу, що залишився в камері, неприпустимо. Випаровування води веде до інтенсивної кристалізації мідного купоросу в порах пробки, від чого електрод може зруйнуватися.

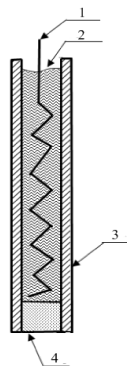


Рис. 2.2. Мідносульфатний електрод порівняння:

1 - мідний дріт, 2 - розчин мідного купоросу, 3 - корпус, 4 - пориста перегородка (кераміка, береза або дуб)

2.1.3 Виміри різниці потенціалів «споруда-земля»

Виміри різниці потенціалів «споруда-земля» грають першорядну роль у визначенні корозійного стану підземної споруди, визначенні корозійно-небезпечних ділянок. Під різницею потенціалів «споруда - земля» розуміють різницю потенціалів між поверхнею (металом) підземної споруди і найближчими до його поверхні шарами ґрунту. Вимір різниці потенціалів «споруда-земля» проводять вольтметрами постійного струму з вхідним опором не менше 20 кОм/В (реєструючі чи показуючі класом точності не нижче 1,5) або мультиметрами типу «Прима-2000», «RAMLOG E19000» або іншими аналогічними за призначенням приладами. Зазвичай використовують вимірювальні прилади з нулем посередині. Плюсову клему вимірювального приладу з'єднують з підземною спорудою (через контрольний провідник або безпосередньо з підземною спорудою, якщо виміри проводяться в шурфі), а мінусову – з електродом порівняння, за допомогою якого здійснюють контакт з ґрунтом. При такій схемі з'єднання, якщо стрілка відхиляється ліворуч від нуля, підземна споруда має негативний потенціал по відношенню до навколишнього ґрунту, і, навпаки, якщо стрілка відхиляється управо, - різниця потенціалів «споруда-земля» позитивна.

$$U = U_1 + U_2 + U_3 , \quad (2.1)$$

де U – показання вимірювального приладу, В;

U_1 – стаціонарний (природний) потенціал підземної споруди без накладеного від зовнішніх джерел струму, В;

U_2 – омична складова вимірюваної різниці потенціалів, яка є падінням напруги при протіканні накладеного установкою електрохімічного захисту захисного

струму в ізоляції і шарі ґрунту між підземною спорудою і точкою установки електроду порівняння, В;

U_3 – поляризаційна складова вимірної різниці потенціалів «споруда-земля» (поляризаційний потенціал), що є зміщенням електрохімічного потенціалу підземної споруди в результаті протікання накладеного установкою електрохімічного захисного струму.

Вимір різниці потенціалів «споруда-земля» проводиться не лише на контрольно-вимірювальних пунктах, але і в спеціально відкопуваних шурфах або в місцях виходу підземної споруди на поверхню землі. Електрод порівняння необхідно встановлювати безпосередньо над підземною спорудою, а якщо вимір проводиться в шурфі, в найближчих до підземної споруди шарах ґрунту. Щоб створити надійний контакт електроду порівняння з ґрунтом, місце його установки має бути зволожено.

Якщо необхідно виміряти різницю потенціалів «споруда-земля» в місцях, де неможливо під'єднатися до підземної споруди, застосовують метод виносного електроду (чи метод довгого дроту). В цьому випадку вольтметр під'єднують до підземної споруди там, де це можливо (у найближчій точці від контрольованої ділянки), а електрод порівняння встановлюють над підземною спорудою в тих точках, де необхідно провести виміри. Відстань від точки підключення приладу до підземної споруди до точки установки електроду порівняння не повинна перевищувати 0,5 км. При цьому слід враховувати опір вимірювального проводу і вносити відповідні поправки у вимірювані величини різниці потенціалів «споруда-земля».

Результати вимірювань різниці потенціалів на підземному спорудженні заносяться у спеціальний протокол.

2.2 Зміст звіту

1. Найменування лабораторної роботи і її мета.
2. Ситуаційний план виміру різниці потенціалів «газопровід-земля».
3. Схема виміру різниці потенціалів «газопровід-земля».
4. Схема заміщення кола виміру потенціала «газопровід-земля».
5. Протокол вимірів потенціалів «газопровід-земля» по відношенню до мідносульфатного електроду порівняння.

Місто Дніпро

Адреса вимірів (КВП) ГРП УДУНТ (ДІТ)

Дата «___» _____ 20___ р.

Час виміру

Початок _____ : _____ хвилин

Кінець _____ : _____ хвилин

Тип та номер приладу _____

Межі виміру _____

Тип електрода порівняння _____

6. Результати вимірів потенціалів «газопровід-земля» приведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1.

Дані вимірів потенціалів «газопровід-земля».

t, хв	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U _г ср, В										

7. Камеральна обробка результатів вимірювань.

Камеральна обробка результатів вимірювань приведена в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Протокол результатів вимірів.

КВП	U _г , В			
	Max	U ₊	U ₋	Min
ДПТ				

$$U_{+} = \frac{\sum_{i=1}^m U_i}{n}, \quad (2.2)$$

де U_+ – середнє додатне значення потенціалів, В;

$$\sum_{i=1}^m U_i$$

– сума всіх миттєвих значень потенціалів додатного знака, В;

m – число значень потенціалів додатного знака;

n – загальне число значень потенціалів.

$$U_- = \frac{\sum_{i=1}^k U_i}{n}, \quad (2.3)$$

де U_- – середнє від’ємне значення потенціалів, В;

$$\sum_{i=1}^m U_i$$

– сума всіх миттєвих значень потенціалів від’ємного знака, В;

k – число значень потенціалів від’ємного знака.

Виміряв _____

Обробив _____

Перевірив _____

8. Потенціальна діаграма.

9. Висновки.

2.3 Контрольні питання

1. Для чого виконують вимірювання на підземних спорудах?
2. Як вимірюється потенціал підземної споруди?
3. Вимоги до вимірювальної апаратури та електродів порівняння, що використовуються при вимірюваннях потенціалів підземної споруди.
4. Пояснити схему заміщення ланцюга виміру.
5. Які критерії електричного захисту підземних сталевих газопроводів?
6. Пояснити пристрій та принцип роботи мідносульфатного електрода порівняння.

Література для підготовки [5,7,9].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

ВИМІР ПИТОМОГО ОПОРУ ҐРУНТУ

Мета роботи: Набування практичних навичок виміру питомого опору ґрунту.

3.1 Загальна частина

3.1.1 Ґрунтова корозія

Ґрунти є капілярно-пористим середовищем з явно вираженою структурною неоднорідністю і складаються з твердої, рідкої і газоподібної фаз. Властивості ґрунтового електроліту змінюються в широких межах залежно від багатьох чинників: фізико-хімічного складу, водоповітряного режиму, структури і міри ущільнення. Корозійна активність ґрунтів характеризує швидкість корозії металу в ґрунті і залежить від електричної провідності, вологості, повітропроникності, кислотності, лужності, сольового складу, температури. Електрична провідність ґрунтів грає істотну роль в корозійних процесах. У більшості ґрунтів їх корозійна активність зростає із збільшенням електричної провідності. Електропровідність ґрунту характеризується її питомим електричним опором ρ : чим нижче ρ , тим вище його корозійна активність.

Корозійна активність ґрунтів по відношенню до вуглецевої сталі залежно від її питомого електричного опору ρ , приведена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Характеристика корозійної активності ґрунтів

ρ , Ом·м	Корозійна активність
Менше 5	Дуже висока
5 ... 10	Висока
10 ... 20	Підвищена
20 ... 100	Середня
Більше 100	Низька

3.1.2 Визначення питомого електричного опору ґрунту

Питомий електричний опір ґрунту визначають за допомогою симетричної чотириелектродної установки. Вимірювальні електроди (рисунок 3.1) розміщують по одній лінії, яка для проектованої підземної споруди повинна співпадати з віссю передбачуваної траси, а для укладеної в землю підземної споруди – проходити паралельно їй на відстані 2...4 м.

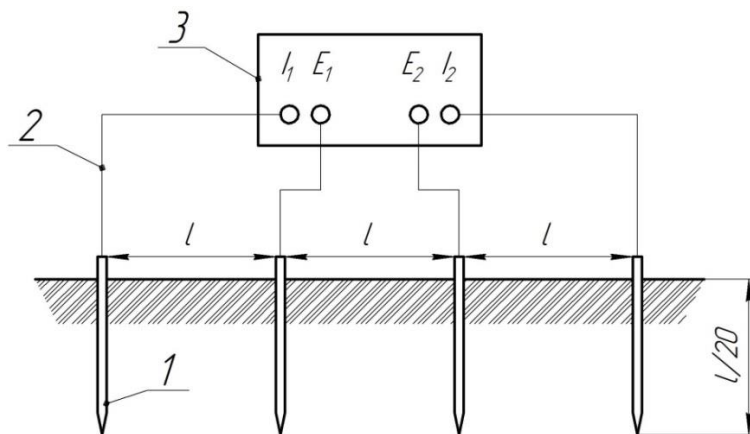


Рис. 3.1. Схема виміру питомого електричного опору ґрунту чотириелектродною установкою:

1 - металевий електрод; 2 - вимірювальний дріт; 3 - вимірювальний прилад

Для виміру питомого електричного опору ґрунту використовують вимірювачі заземлення МС-08, М-416 або інші, аналогічні за призначенням, прилади.

При використанні для вимірів приладів МС-08 або М-416 відстані між електродами приймають однаковими і рівними l . Електроди, що є сталевими стрижнями, забивають в землю на глибину $l/20$. Струміві клеми вимірника приєднують до крайніх, а потенційні - до внутрішніх стрижнів, потім роблять вимір. Питомий опір визначають по формулі

$$\rho = 2\pi l R K_r, \quad (3.1)$$

де R – покази вимірювального приладу, Ом;

l – відстань між електродами, рівна подвійній глибині прокладення підземної споруди, м;

K_r – сезонний коефіцієнт електроопору ґрунту (табл. 3.2).

Умовно вважають, що при цьому способі отримують середній питомий електричний опір ґрунту на глибині, рівній відстані між забитими стрижнями.

Оскільки питомі електричні опори ґрунтів схильні до сезонних змін, пов'язаних з коливаннями температури і вологості, значення ρ має бути приведене до єдиних умов виміру.

Таблиця 3.2

Значення сезонного коефіцієнту електроопору ґрунту

Місяць року, в якому проведений вимір електроопору ρ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Значення мінімального сезонного коефіцієнта електроопору ґрунтів	0,83	0,91	1,00	0,83	0,77	0,64	0,57	0,64	0,59	0,67	0,77	0,74

Питомий електричний опір ґрунту уздовж траси підземної споруди вимірюють через 50...100 м. Додаткові виміри проводять в низинах, ярах, заплавах, місцях різкого чергування ґрунтів і тому подібне. Отримані результати, представлені у вигляді графіків або таблиць, наносять на план траси підземної споруди. Аналіз отриманих даних вимірів в сукупності з іншими параметрами дозволяє правильно вибрати тип і конструкцію ізоляційного покриття підземної споруди, а також виявити доцільність застосування протикорозійного захисту.

3.2 Зміст звіту

1. Найменування лабораторної роботи і її мета.
2. Схема виміру питомого опору ґрунту.

Схема виміру питомого опору ґрунту приведена на рисунку 3.1.

Перерисувати рисунок 3.1.

3. Протокол вимірів питомого опору ґрунту.

Місто Дніпро

Адреса вимірів (КВП) територія ДНУЗТ (ДІТ)

Дата « ____ » _____ 20 ____ р.

Тип та номер приладу _____

Межі виміру _____

Тип вимірювального електрода _____

$R =$ _____ Ом

4. Камеральна обробка результатів вимірювань.

$$\rho = 2\pi R * a * K_r, \quad (3.2)$$

де R – показання вимірювального пристрою, Ом;

a – відстань між вимірювальними електродами, $a \geq 20h$, м;

h – глибина занурення електрода в ґрунт, м;

K_r – сезонний коефіцієнт електричного опору ґрунта (вересень - $K_r = 0,59$; жовтень - $K_r = 0,67$).

5. Висновки.

3.3 Контрольні питання

1. Для чого виконують вимірювання питомого опору ґрунту ?
2. Як вимірюється питомий опір ґрунту ?
3. Вимоги до вимірювальної апаратури питомого опору ґрунту.
4. Від чого залежить величина питомого опору ґрунту ?
5. Для якої мети вимірюють питомий опір ґрунту ?
6. Як впливає питомий опір ґрунту на корозійний стан підземних споруд?

Література для підготовки [5-7,9].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

ВИМІР ОПІРУ ЗАЗЕМЛЕНЬ

Мета роботи: Набування практичних навичок виміру опору заземлень.

4.1 Загальна частина

Визначення опору розтіканню струму анодних та захисних заземлень

Опір розтіканню струму анодного та захисного заземлень визначають безпосередньо на місцевості за допомогою вимірювачів опору. Вимірювання проводять за допомогою:

- вимірювача опору МС-08, М-416, та інших, аналогічних по призначенню, приладів з класом точності не нижче 2,5;
- електродів сталевих (вимірювальний (зонд) і живильний електроди) діаметром не менше 5 мм (у якості електродів може бути використана сталева арматура, сталеві косинці тощо).

Вимірювання опору розтіканню струму анодних та захисних заземлень виконується за двохелектродною схемою (рисунок 4.1).

На час проведення вимірювання дренажний кабель 6, прокладений до КВП 1, необхідно від'єднати від станції катодного захисту. Вимірювальний прилад потрібно встановлювати в безпосередній близькості від анодного або захисного заземлення горизонтально на твердій основі. Сталеві електроди потрібно розташовувати по одній прямій на глибині не менше 0,5 м. Затискачі I_1 та E_1 приладу, замкнуті перемичкою, приєднують до заземлення. До затискачів E_2 і I_2 приєднують відповідно зонд 4 та живильні електроди 5. У випадку поодинокого заземлювача або зосередженого заземлення відстань між випробуваним заземлювачем і зондом повинна бути не менше 20 м, а між зондом і живильним електродом не менше 10 м. Для складних заземлювачів, виконаних у вигляді контуру з протяжним периметром, відстань між контуром і зондом повинна складати 5 максимальних розмірів контура, а живильний електрод повинний бути віднесений від зонду на 20 м. При проведенні вимірювань опору розтіканню струму анодних та захисних заземлень в сухих ґрунтах місце забивання електродів рекомендується зволожити насиченим розчином натрію хлористого. Чисельне значення опору розтіканню струму анодного або захисного заземлення визначається безпосередньо за шкалою вимірювального приладу 3.

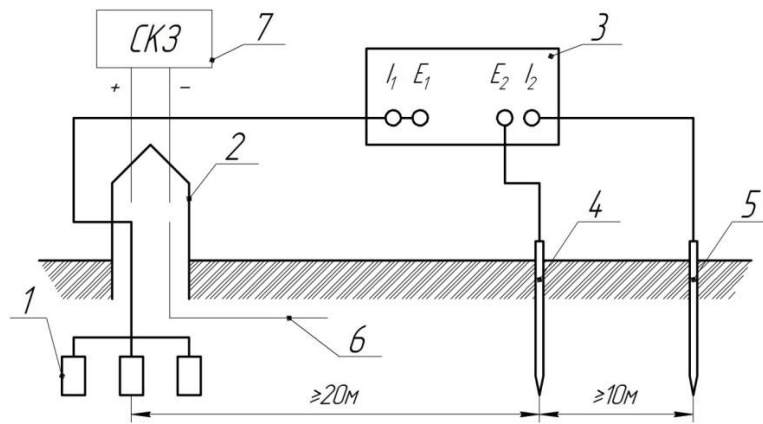


Рис. 4.1. Вимірювання опору розтіканню струму анодного та захисного заземлень:

1 - анодне або захисне заземлення; 2 - КВП; 3 - вимірювальний прилад; 4 - вимірювальний електрод (зонд); 5 - живильний електрод; 6 - дренажний кабель; 7 - станція катодного захисту

4.2 Зміст звіту

1. Найменування лабораторної роботи і її мета.

2. Схема виміру опору заземлень.

Схема виміру опору заземлень приведена на рисунку 4.1.

Перерисувати рисунок 4.1.

3. Протокол вимірів опору контуру заземлення.

Місто Дніпро

Адреса вимірів(КВП) контур заземлення лабораторії УДУНТ (ДІТ)

Дата «___» _____ 20___ р.

Тип та номер приладу _____

Межі виміру _____

Тип вимірювального електрода _____

$R =$ _____ Ом

4. Протокол вимірів опору сталюого вимірювального електрода.

Місто Дніпро

Адреса вимірів (КВП) сталюий вимірювальноий електрод

Дата «___» _____ 20___ р.

Тип та номер приладу _____

Межі виміру _____
Тип вимірювального електрода _____

R= _____ Ом

5. Висновки.

4.3 Контрольні питання

1. Для чого виконують вимірювання опору захисних та анодних заземлень?
 2. Як вимірюється опір заземлення?
 3. Вимоги до вимірювальної апаратури при вимірюванні опору заземлення.
 4. Від чого залежить величина питомого опору ґрунту ?
 5. Для якої мети вимірюють питомий опір ґрунту ?
 6. Як впливає питомий опір ґрунту на корозійний стан підземних споруд?
- Література для підготовки [5-7,9]**

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

ЕЛЕКТРИЧНІ ВИПРОБУВАННЯ ЕЛЕКТРОЗАХИСНИХ ЗАСОБІВ

Мета роботи: набуття практичних навичок в електричних випробуваннях ізолюючих електрозахисних засобів, застосовуваних в електроустановках.

5.1 Загальна частина

В нашій країні величезна увага приділяється питанням охорони праці робітників та службовців. Для захисту обслуговуючого персоналу під час експлуатації електроустановок призначені електрозахисні засоби. Електрозахисними засобами називаються прилади, апарати, переносні та перевізні пристрої, а також окремі частини пристроїв, приладів і апаратів, які служать для захисту персоналу, що працює на електроустановках, від ураження електричним струмом.

Усі електрозахисні засоби діляться на основні й додаткові. Основними називаються електрозахисні засоби, ізоляція яких надійно витримує робочу напругу електроустановок і за допомогою яких допускається торкатися струмоведучих частин, що перебувають під напругою.

Випробувальна напруга для основних електрозахисних засобів залежить від робочої напруги електроустановки й повинна бути не менше трикратного

значення лінійної напруги на електроустановках з ізолюваною нейтраллю або з нейтраллю, заземленою через компенсуючий апарат, і не менше трикратної фазної напруги в електроустановках із глухозаземленою нейтраллю.

Додатковими називаються такі електрозахисні засоби, які самі по собі не можуть при даній напрузі забезпечити безпеку від ураження електричним струмом. Вони є додатковими до основних електрозахисних засобів, а також служать для захисту від напруги дотику, крокової напруги.

Відповідно до встановлених норм, додаткові ізолюючі електрозахисні засоби випробовуються напругою, що не залежить від напруги електроустановки, у якій вони повинні застосовуватися.

До основних ізолюючих електрозахисних засобів у електроустановках напругою вище 1 000 В належать:

- а) ізолюючі штанги всіх видів;
- б) ізолюючі та електровимірювальні кліщі;
- в) показчики напруги;
- г) пристрої для створення безпечних умов праці під час проведення випробувань та вимірів в електроустановках (показчики напруги для фазування, показчики пошкоджень кабелів та інші).

До додаткових ізолюючих засобів, застосовуваних в електроустановках напругою вище 1 000 В належать:

- а) діелектричні рукавиці;
- б) діелектричне взуття;
- в) діелектричні килими;
- г) ізолюючі підставки;
- д) плакати та знаки безпеки;
- е) інші засоби захисту.

Вибір тих або інших електрозахисних засобів для застосування під час оперативних перемикань або ремонтних робіт регламентується ПБЕЕС, а також визначається місцевими умовами на підставі цих Правил і інструкцій.

Усі електрозахисні засоби перед прийманням в експлуатацію повинні бути випробувані незалежно від заводського випробування, а також повинні піддаватися періодичним контрольним оглядам, електричним і механічним випробуванням за відповідними нормами і в зазначений термін.

Результати електричних і механічних випробувань заносяться в журнал, що повинен бути заведений у лабораторії, у якій проводяться ці випробування.

На електрозахисні засоби, що пройшли випробування, повинен ставитися штамп, що має таку форму:

№ _____
Придатне до _____ кВ
Дата наступного випробування
_____ 20__ р.

(назва лабораторії)

На засоби захисту, застосування яких не залежить від напруги електроустановки (діелектричні печатки, діелектричне взуття, протигази та інші), необхідно ставити штамп:

№ _____
Дата наступного випробування
_____ 20__ р.

(назва лабораторії)

Штамп повинен бути добре видний. Він має бути нанесений міцною незмивною фарбою або наклеєний на ізолюючій частині біля упорного кільця електрозахисних засобів чи на краю гумових виробів. На електрозахисних засобах, які під час періодичного випробування або в проміжках між термінами випробування визнані непридатними, штамп повинен бути перекреслений навхрест червоною фарбою.

На електрозахисні засоби, що належать стороннім організаціям, крім накладення штампа, замовникові видаються протоколи випробувань.

Користування ізолюючими електрозахисними засобами повинно виконуватися по прямому призначенню в електроустановках напругою не вище того, на яку електрозахисні засоби розраховані, у суворій відповідності з ПБЕЕС.

Перед кожним використанням електрозахисного засобу необхідно:

- а) перевірити його справність і відсутність зовнішніх ушкоджень, очистити від пилу; гумові рукавиці перевірити на відсутність проколів;
- б) перевірити по штампі, для якої напруги припустиме застосування даного засобу і чи не минув термін його випробування.

Користуватися захисними засобами, термін випробування яких минув, забороняється, тому що такі засоби вважаються непридатними до використання.

Розглянемо призначення й випробування окремих захисних засобів, а також правила користування ними.

Призначення та випробування електрозахисних засобів

Ізолюючі штанги. Ізолюючі штанги призначені для оперативної роботи, накладення заземлення, установки розрядників тощо. Ізолюючі штанги можуть бути універсальними, тобто мати змінні головки, призначені для виконання різних функцій.

Під час прикладення випробувальної напруги варто уважно стежити за станом ізолюючого захисного засобу. Якщо будуть помічені розряди, пробій або перекриття, електрозахисні засоби бракуються. Струми витоку, що протікають через виріб, не нормуються. Пробій відзначається за показаннями вольтметра, і виріб вважається пробитим, якщо спостерігається різке зниження напруги або зростання струму.

Після закінчення випробування напруга знижується, потім випробувальний трансформатор відмикається й заземлюється. Відразу після цього ізолююча частина випробовуваної штанги обмацується рукою. Якщо обмацуванням виявлене місцеве нагрівання випробовуваної частини ізолюючої штанги, остання бракується.

Покажчики напруги. Покажчики напруги призначені для перевірки наявності або відсутності напруги в електроустановках.

Покажчик являє собою переносний прилад, принцип дії якого базується на світінні неонові лампи при протіканні через неї ємнісного струму.

Перед випробуванням проводиться зовнішній огляд покажчика напруги, при якому перевіряється зовнішній стан приладу, відсутність тріщин на лаковому покритті трубок, цілісність лампи, захисного скла, справний стан наконечників.

Відбраковування покажчика напруги проводиться аналогічно відбраковуванню ізолюючої штанги.

Крім зазначених випробувань, проводиться визначення напруги чітко видимого світіння неонові лампи.

Напруга чітко видимого світіння покажчиків повинна бути не вище 25 % номінальної напруги електроустановки, у якій вони допущені до застосування.

Покажчики не повинні давати світіння від впливу сусідніх ланцюгів тієї ж напруги, що перебувають під напругою і розташовані від випробовуваного ланцюга на відповідній відстані.

Діелектричні рукавиці. В електроустановках напругою 1 000 В включно як основний, а в електроустановках напругою вище 1 000 В як додатковий електрозахисний засіб для захисту від доторкування руками до частин електроустановки, що перебувають під напругою, необхідно застосовувати такі діелектричні рукавиці: без швів, виготовленні з натурального латексу (ревультексу), або зі швом із листової гуми.

Довжина діелектричних рукавиць повинна бути не менше 350 мм, а їх розмір повинен дозволяти одягати під них вовняні або бавовняно-паперові

рукавиці – для захисту рук від холоду. Ширина діелектричних рукавиць по нижньому краю повинна дозволяти натягувати їх на рукави верхнього одягу.

Діелектричні рукавиці, що застосовуються в електроустановках, повинні задовольняти таким вимогам:

- бути сухими та чистими – перед застосуванням їх необхідно висушити при кімнатній температурі в провітрюваному приміщенні – до повного зникнення вологості;

- не мати пошкоджень – перед застосуванням їх необхідно перевірити на відсутність проколів скручуванням їх в сторону пальців.

Виконуючи роботи в діелектричних рукавицях, їх краї не можна засукувати.

Дозволяється для захисту діелектричних рукавиць від механічних пошкоджень одягати поверх них шкіряні або брезентові рукавиці.

Діелектричні рукавиці, що знаходяться в експлуатації, необхідно періодично, в міру необхідності, дезінфікувати содовим або мильним розчином.

У процесі експлуатації необхідно проводити електричні випробування діелектричних рукавиць, що не мають механічних пошкоджень.

Діелектричну рукавицю відбраковують, якщо струм, що протікає через неї, перевищує 6 мА або у випадку різких коливань стрілки міліамперметра.

У випадку пробою необхідно відключити високовольтну випробувальну установку.

По закінченні випробування напругу знижують, випробувальний трансформатор відключають та заземлюють. Рукавиці виймають з посудини та просушують.

5.2 Зміст звіту

1. Найменування лабораторної роботи і її мета.

2. Протоколи випробувань:

ПРОТОКОЛ № 1

від «_____» _____ 20__ р.

Випробування ізолюючих штанг

Ізолююча штанга №_____, що належить лабораторії ТОПЕ УДУНТ, випробувана напругою _____ кВ змінного струму 50 Гц протягом 300 с.

Ізолююча штанга випробування витримала й придатна для використання в електроустановках напругою до _____ кВ включно.

Наступне випробування ізолюючої штанги повинне бути зроблене не пізніше _____ 20__ р.

Випробування виконав _____ (підпис)

Начальник лабораторії _____ (підпис)

ПРОТОКОЛ № 2

від «_____» _____ 20__ р.

Випробування показників напруги

Випробовувався показник напруги на _____ кВ № _____, що належить лабораторії ТОПЕ УДУНТ.

Ізольююча частина показника випробовувана напругою _____ кВ змінного струму 50 Гц протягом 60 с.

Власне показник (прилад, що показує наявність напруги) випробуваний напругою _____ кВ змінного струму протягом 60 с.

Напруга індикації становить _____ кВ.

Показник напруги № _____ випробування витримав і придатний для застосування в електроустановках напругою від _____ до _____ кВ включно.

Наступне випробування показника напруги повинне бути зроблене не пізніше _____ 20__ р.

Випробування виконав _____ (підпис)

Начальник лабораторії _____ (підпис)

ПРОТОКОЛ № 3

від «_____» _____ 20__ р.

Випробування захисних засобів з діелектричної гуми

Випробовувалися діелектричні гумові рукавиці № _____, що належать лабораторії ТОПЕ УДУНТ.

Випробування проводилося напругою 6 кВ змінного струму протягом 60 с.

Результати виміру струмів, що протікають через виріб:

№ захисного засобу	№ зліва	№ права
Струм, мА		

Діелектричні гумові рукавиці № _____ випробування витримали.

Наступне випробування діелектричних гумових рукавиць повинне бути зроблене не пізніше _____ 20__ р.

Випробування виконав _____ (підпис)

Начальник лабораторії _____ (підпис)

3. Висновки.

5.3 Контрольні питання

1. Призначення і класифікація захисних засобів.
 2. Призначення, правила користування і випробування показчиків напруги.
 3. Призначення, правила користування і випробування ізолюючих штанг.
 4. Призначення, правила користування і випробування діелектричних гумових рукавиць.
 5. Контроль за станом захисних засобів та їхній облік.
- Література для підготовки [2,4].**

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

ІЗОЛЯТОРИ КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ ТА ЇХ ВИПРОБУВАННЯ

Мета роботи: вивчення призначення, конструкції, основних характеристик і методів випробувань ізоляторів контактної мережі.

6.1 Загальна частина

6.1.1 Високовольтна ізоляція контактної мережі

Ізоляція контактної підвіски від опорних, підтримуючих і фіксуючих конструкцій контактної мережі здійснюється за допомогою високовольтних тарілчастих і стрижневих ізоляторів. Для виготовлення ізоляторів використовують електротехнічний фарфор, загартоване скло, полімерні і інші матеріали.

За призначенням ізолятори підрозділяються на підвісні, натяжні, фіксаторні, консольні та секціонуючі.

Ізолятори є одним із найвідповідальніших елементів контактної мережі. Ушкодження ізоляторів складає до 20 % загальної кількості порушень нормальної роботи пристроїв контактної мережі, призводить до зняття напруги і, як наслідок, до порушення графіку руху поїздів на ділянці.

У порівнянні з лініями електропередачі експлуатація ізоляторів контактної мережі має такі особливості:

- підвищені динамічні й ударні навантаження під час проходження поїздів;
- підвищену забрудненість ізоляційних поверхонь пилом (у т.ч. викидами перевезених вантажів) і схильність до вандалізму через низьке розташування контактної мережі над землею;

- значну довжину ділянок контактної мережі, яка проходить через густонаселену місцевість і місця скупчення людей;
- низьку захищеність від прямих ударів блискавки та наведених перенапруг;
- відсутність резервування контактної мережі, а отже, обмежений час і можливість для проведення профілактичних і ремонтних робіт;
- електрокорозію металевих арматур контактної мережі постійного струму.

Особливості експлуатації ізоляторів контактної мережі висувають підвищені вимоги до їхньої надійності.

Основними причинами ушкодження ізоляторів контактної мережі є: атмосферні перенапруження, старіння, забруднення промислового і природного походження, механічні удари сторонніми предметами, різкі перепади температури навколишнього повітря і т.д.

На електрифікованих ділянках змінного струму вибір ізоляторів і їх кількість ізоляторів у гірлянді здійснюється з урахуванням ступеня забруднення атмосфери (СЗА). На ділянках постійного струму, внаслідок невисокої робочої напруги мережі, ізоляція з тарілчастих ізоляторів характеризується підвищеним запасом за електричною міцністю. Однак залишається проблема корозії пестиків, яка вирішується застосуванням спеціальних ізоляторів із цинковою втулкою на стрижні ПФ70Ж и ПФ70А або монтажем ізоляторів шапкою до струмоведучих частин (де це можливо).

Вибір ізоляторів у контактній мережі здійснюється по їх механічній і електричній міцності.

висота h , найбільший діаметр d , довжина шляху витoku струму по поверхні l_y); пробивна, сухорозрядна й мокророзрядна напруги; імпульсна розрядна напруга і механічна міцність за різних умов прикладення навантаження. Для підвісних тарілчастих фарфорових ізоляторів додатково визначають електромеханічну міцність при прикладенні механічного навантаження і напруги, рівної 75...80 % від сухорозрядної.

Довжина шляху витoku струму по поверхні l_y – це найкоротша відстань (обвідна) по контуру зовнішньої ізолюючої поверхні між електродами ізолятора.

Умова вибору ізоляторів по довжині шляху витoku:

$$l_y = \lambda_e * U_{max} , \quad (6.1)$$

де λ_e – питома довжина шляху витoku, см/кВ;

U_{max} – найбільша робоча напруга в контактній мережі змінного (постійного) струму, $U_{max} = 29$ (4,0) кВ.

Нормовані залежно від СЗА питомі довжини шляху витoku ізоляції і розрахункових довжин шляху витoku для мережі змінної (постійної) напруги наведені в табл 6.1.

Таблиця 6.1

СЗА	I	II	III	IV	V	VI
λ_e , см/kB	1,7	1,9	2,25	2,6	3,5	4,0
l_y , см	49,3 (6,8)	55,1(7,6)	65,2(9,0)	75,4(10,4)	101,5(14)	116,0(16,0)

Пробивна напруга – гарантована напруга промислової частоти, при якій не відбувається електричний пробій по тілу ізолятора. Для запобігання перекриттю по поверхні ізолятора випробування проводяться в ізоляційному середовищі з питомим об'ємним опором $10^6 \dots 10^7$ Ом·м.

Сухорозрядна напруга – напруга промислової частоти, при якій по чистій і сухій поверхні відбувається іскровий розряд.

Мокророзрядна напруга – напруга промислової частоти, при якій по чистій поверхні, зволоженій стандартним дощем, відбувається іскровий розряд. Характеристика стандартного дощу: сила дощу 3 мм/хв, питомий об'ємний опір води (100 ± 10) Ом·м при температурі 20 °С, кут падіння 45°, структура – крапельна.

Сухорозрядна напруга тарілчастих підвісних ізоляторів, розвинена нижня частина яких захищена від дощу, в 1,8 ... 2,0 рази перевищує мокророзрядну напругу. У стрижневих ізоляторів ця різниця становить 25 ... 30 %.

Імпульсні розрядні напруги встановлені для координації електричної міцності ізоляції контактної мережі з впливаючими на неї атмосферними перенапругами, обмеженими захисними розрядниками або обмежниками перенапруг нелінійними (ОПН). Випробування проводяться стандартними імпульсами 1,2/50 мкс (повними імпульсами), а також імпульсами, зрізаними по передрозрядному часу 2 ... 3 мкс (зрізаними імпульсами).

Основна механічна характеристика ізолятора – гарантована механічна міцність на вигин або розтягання – визначається при плавному збільшенні навантаження до величини, при якій відбувається його видиме руйнування. Коефіцієнт запасу механічної міцності ізоляторів стосовно їх нормованої руйнівної сили повинен бути не менше 5,0 при середньому експлуатаційному навантаженні.

6.1.2 Тарілчасті ізолятори

Тарілчастий ізолятор (рисунки 6.1, 6.2) складається з ребристої фарфорової або скляної ізоляційної деталі 3 з порожньою круглою головкою, до якої зверху цементним розчином 4 прикріплена шапка 5 з ковкого чавуну або сталі, а

усередині неї заармований за допомогою цементного розчину сталевий стрижень 2 з пестиком 1 або сергою 6.

У позначенні підвісних тарілчастих ізоляторів букви і цифри означають: П – підвісний, Ф – фарфоровий, С – скляний, Т – тарілчастий, Г – брудостійкий, Д – двокрилий; 70 – клас ізоляторів, що відповідає значенню мінімальної руйнівної електромеханічної (механічної) сили, кН; А, Б, В, (після дефіса) – виконання.

Фарфорові тарілчасті ізолятори (або елементи багатотарілчатого ізолятора) перед установкою випробовують напругою 50 кВ промислової частоти протягом 1 хв і потім мегомметром на напругу 2,5 кВ вимірюють опір ізоляції, який повинен бути не менше 300 МОм. Випробування проводяться при додатній температурі навколишнього повітря в суху погоду. На всі закінцювачі (шапки) всіх ізоляторів, які витримали випробування і вимірювання, наноситься олійною фарбою відмітне маркування.

Електричним випробуванням, вимірюванням опору ізоляції й маркуванню не піддаються скляні, полімерні та стрижневі фарфорові ізолятори.

У процесі експлуатації фарфорові тарілчасті ізолятори піддаються діагностичному контролю, який здійснюється приладами дистанційного контролю їхнього стану (тепловізорами, електронно-оптичними дефектоскопами типу «Філін» та ін.) або вимірювальними штангами відповідно до інструкцій на ці прилади.

Діагностичний контроль ізоляторів дає можливість виявити внутрішні дефекти, які можуть привести до електричного пробою ізоляторів і ушкодження контактної мережі.

Діагностичний контроль ізоляторів у гірляндах контактної мережі змінного струму здійснюють універсальною вимірювальною штангою ШИ - 35/110 кВ, оснащеною спеціальною головкою (розрядником) (рисунок 6.3). Ця головка складається з послідовно з'єднаних конденсаторів постійної і змінної ємності й дозволяє при шунтуванні нею ізолятора по величині пробивної напруги розрядника визначити значення напруги, що припадає на один ізолятор. Вимірювання починають з ізоляторів, розташованих з боку заземлених елементів. Вилкоподібні захвати головки штанги прикладають до ізолятора. Обертаючи штангу за годинникову стрілкою, зближають електроди доти, поки не відбудеться пробій повітряного проміжку. За положенням покажчика в момент пробою визначають напругу, яка припадає на ізолятор. Ізолятор бракують, якщо падіння напруги на ньому виявиться нижче зазначеного в табл. 6.2.

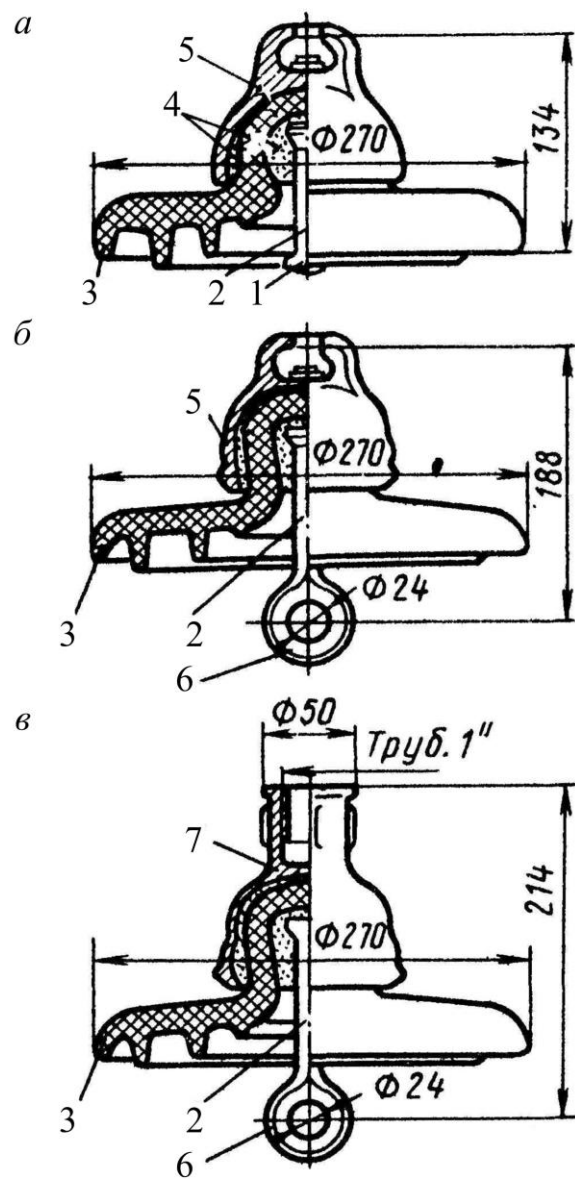


Рис. 6.1. Ізолятори фарфорові тарілчасті:
a – ПФ70-В, *б* – ПТФ70, *в* – ФТФ40

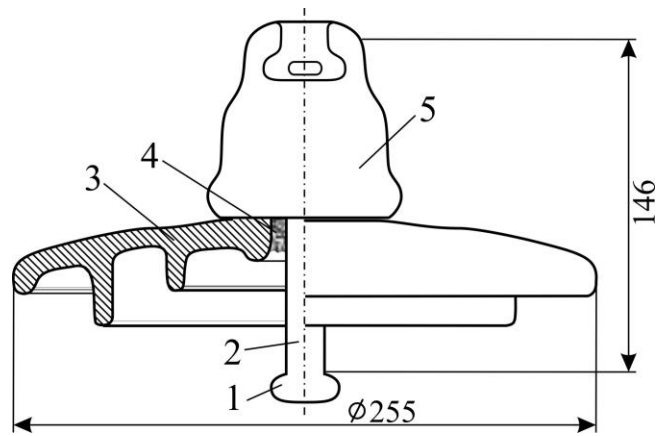


Рис. 6.2. Ізолятор скляний тарілчастий ПС70-Е

Таблиця 6.2

Число ізоляторів у гірлянді	Падіння напруги на ізоляторі, кВ, рахуючи від заземленої конструкції					
	1-му	2-му	3-му	4-му	5-му	6-му
3	4,0	4,0	5,0	-	-	-
4	3,0	3,0	3,0	5,0	-	-
5	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	-
6	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	3,0

Діагностування ізоляторів у гірляндах контактної мережі постійного струму здійснюють штангою-показником (рисунок 6.4). Вона складається з вимірювальної головки 1 із двома щупами 6, ізолюючої верхньої ланки 2, подовжувача 4, і ручки захвату 5.

На робочій частині розташований вимірювальний прилад 3, який складається з мікроамперметра та індикаторної неонові лампи. Вимірювальна головка складається з двох блоків резисторів R_{61} і R_{62} опором 1,76 МОм кожен. Для можливості діагностування гірлянди з трьох ізоляторів третій шунується приставкою з двома крайніми щупами 7 з опором по 0,74 МОм.

Принцип дії штанги базується на вимірі струму витoku випробуваного ізолятора, який перебуває під робочою напругою. Якщо опір одного із двох ізоляторів не перевищує 300 МОм, то стрілка мікроамперметра, що вимірює струм витoku, іде за граничну червону мітку. Загоряння неонові лампи також свідчить про ушкодження ізолятора, що перевіряється. Другий ізолятор перевіряють, прикладаючи щупи до першого.



Рис. 6.3. Вимірювальний елемент штанги змінного струму

Скляні тарілчасті ізолятори не підлягають діагностичному контролю. У випадку електричного ушкодження або руйнівного механічного або термічного впливу загартоване скло не розтріскується, а розсипається, при цьому зберігається механічна міцність ізолятора. Це дозволяє візуально знайти ушкоджений ізолятор і в плановому порядку здійснити заміну цього ізолятора.

Термін служби ізоляторів становить 25...30 років, гарантований термін служби встановлюваний заводом-виготівником 2...4 роки. Для збільшення терміну служби ізолятори обмивають і покривають гідрофобними покриттями (кремнійорганічний вазелін КВ-3/10 або паста КПД).

На ділянках постійного струму підвісні тарілчасті ізолятори з'єднують у гірлянди по два ізолятори, наприклад ПФ70-В (рисунок 6.1, а), а на ділянках змінного струму їх з'єднують у гірлянди від 3 до 5 ізоляторів, наприклад, ПС70-Е, ПФ70-В (залежно від СЗА).

У гірляндах звичайно використовують один ізолятор із сергою (рисунок 6.1, б), а інші з пестиком.

Рівень ізоляції в анкерівках проводів контактної мережі повинен бути на 25...30% вище рівня ізоляції інших вузлів, для цього в натягну гірлянду додають один ізолятор.

Не рекомендується в одній гірлянді застосовувати тарілчасті ізолятори з фарфору і скла.

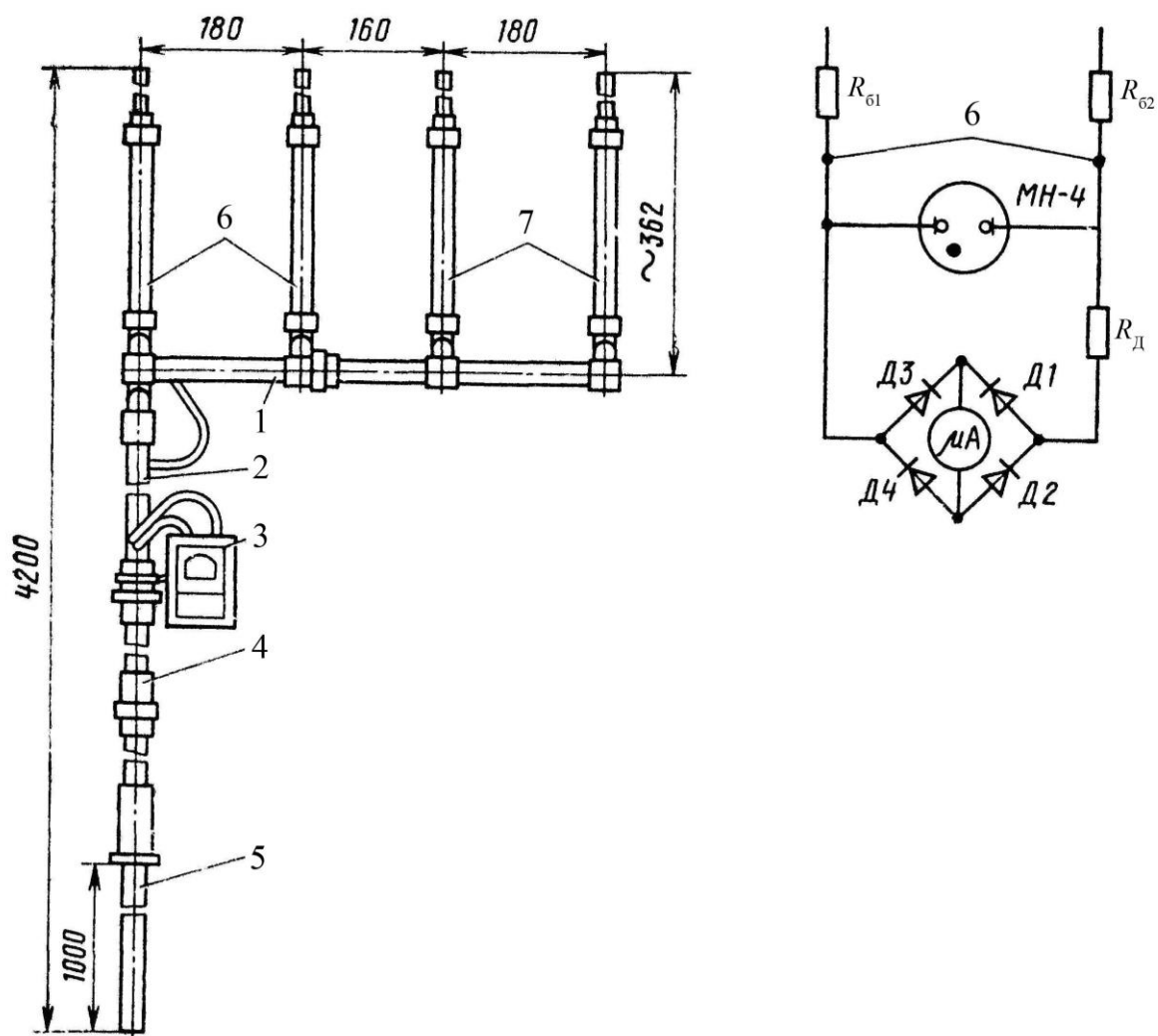


Рис. 6.4. Вимірювальна штанга постійного струму

На ділянках постійного струму для фіксаторів всіх типів, окрім гнучких, застосовують фіксаторні тарілчасті, фарфорові ізолятори ФТФ40 (рисунок 6.1, в), нормоване руйнівне механічне навантаження яких складає 40 кН. Для посилення ізоляції фіксаторного вузла їх з'єднують по два послідовно. Ці ізолятори мають спеціальну шапку 7 із внутрішньою різьбою для кріплення до труб діаметром 1". Для гнучких фіксаторів використовують ізолятори ПТФ70 і ПФ70-В.

6.1.3 Основні характеристики ізоляторів

Характеристики ізоляторів наведені в табл. 6.3 .

Таблиця 6.3

Характеристики тарілчастих ізоляторів

Тип ізолятора	Будівельна висота, мм	Діаметр, мм	Довжина шляху витоку струму, мм	Сухорозрядна напруга, кВ	Мокророзрядна напруга, кВ	Пробивна напруга, кВ	Механічне руйнівне навантаження, кН	Маса, кг
Фарфорові тарілчасті								
ПФ 70-В	140	270	330	75	40	140	70	5,3
ПТФ 70	183	210	324	75	40	125	70	6,15
Скляні тарілчасті								
ПС 70-Б	130	255	295	65	40	130	70	8,1
ПС 70-Е	127	255	303	65	40	130	70	3,4
ПСД 70-Е	127	270	411	110	45	130	70	4,6
Фарфорові фіксаторні тарілчасті								
ФТФ 40	214	270	340	70	40	140	40	6,4
Скляні фіксаторні тарілчасті								
ФСД 70	455	270	1200	—	100	—	70	14,5

6.2 Зміст звіту

1. Найменування лабораторної роботи і її мета.
2. Перерисувати рисунок 6.1, а та рисунок 6.2.
3. Розрахункові формули :

$$a_k = U_B / U_{Гк} , \quad (6.2)$$

де a_k – частка від загальної напруги, прикладеної до гірлянди ізоляторів контактної мережі змінного струму, на ізоляторі, шунтованому допоміжним розрядником;

U_B – пробивна напруга допоміжного розрядника, кВ:

$$U_B = \frac{1}{\sum_{k=1}^4 \frac{1}{U_{zk}}} , \quad (6.3)$$

де U_{zk} – прикладена до гірлянди напруга, при якій відбувається пробій допоміжного розрядника, шунтуючого k -й ізолятор, кВ;

k – номер ізолятора в гірлянді (рисунок 6.5).

$$U_{\Gamma k} = k_T * U_1 , \quad (6.4)$$

де U_1 – покази вольтметра пульта керування в момент пробою допоміжного розрядника, В;

k_T – коефіцієнт трансформації випробувального трансформатора;

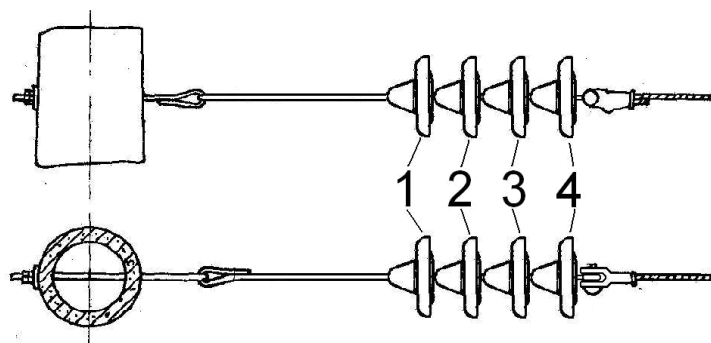


Рис. 6.5. Гірлянда тарілчастих ізоляторів

4. Результати розрахунку і вимірювань звести в табл. 6.4.

Таблиця 6.4

k	ПФ70-В					ПС70-Е					
	$U_{\varepsilon k}$, кВ	$1/U_{\varepsilon k}$, кВ	U_B , кВ	a_k	U_k , кВ	$U_{\varepsilon k}$, кВ	$1/U_{\varepsilon k}$, кВ	U_B , кВ	a_k	U_k , кВ	
1											
2											
3											
4											
$\Sigma a_k =$					$\Sigma a_k =$						

Примітка : U_k - напруга на k - ому ізоляторі в гірлянді за умови, що до гірлянди прикладена напруга 25 кВ.

$$U_k = 25 * a_k . \quad (6.5)$$

5. Криві $U_k = f(k)$.

6. Основні характеристики ізоляторів звести в табл. 6.7.

Таблиця 6.7

Тип ізолятора	Будівельна висота, мм	Діаметр, мм	Довжина шляху витoku струму, мм	Сухорез-рядна напруга, кВ	Опір, МОм	Маса, кг
ПФ70-В						
ПС70-Е						

Примітка: для визначення сухорезрядної напруги необхідно результати привести до нормальних умов

$$U_c = U_2 / \delta , \quad (6.6)$$

де U_2 – напруга, при якій відбулося перекриття тарілчастого ізолятора в умовах лабораторії, кВ;

δ – відносна густина повітря,

$$\delta = 0,289 \cdot P / (273 + t^\circ), \quad (6.7)$$

де P – тиск повітря, гПа;

t° – температура повітря, $^\circ\text{C}$.

7. Висновки.

6.3 Контрольні питання

1. Які існують способи визначення напруги на ізоляторі в гірлянді?
2. Пояснити розподіл напруги уздовж гірлянди сухих ізоляторів?
3. Як визначити дефектний ізолятор у гірлянді?
4. Як впливає на розподіл напруги по гірлянді ізоляторів зволоження й забруднення ізоляторів?
5. Як впливає на розподіл напруги по гірлянді ізоляторів наявність у ній ізолятора з дефектом?
6. З яких матеріалів виготовляють ізолятори контактної мережі?
7. Як за призначенням підрозділяються ізолятори контактної мережі?
8. Які особливості в порівнянні з ізоляторами повітряних ліній електропередач мають ізолятори контактної мережі?
9. Які переваги мають полімерні ізолятори в порівнянні з фарфоровими й скляними?
10. Назвіть основні характеристики ізоляторів.
11. Які вимоги ставляться до тарілчастих ізоляторів перед їхньою установкою на контактну мережу?
12. Які переваги мають скляні ізолятори?
13. Назвіть основні причини ушкодження ізоляторів контактної мережі?
14. Що таке будівельна висота ізолятора?
15. Що таке сухорозрядна напруга ізолятора і як її визначити?
16. Що таке мокророзрядна напруга ізолятора і як її визначити?
17. Що таке довжина шляху витоку струму і як її визначити?
18. З якою метою визначають імпульсну розрядну напругу ізолятора?
19. Як здійснити діагностування фарфорових ізоляторів?
20. Від чого залежить кількість ізоляторів у гірлянді на ділянках контактної мережі змінного струму?
21. Як здійснюється маркування ізоляторів контактної мережі?
22. Для яких ізоляторів механічне руйнівне навантаження визначається при розтяганні, а для яких ще й при вигині?
23. Як здійснити перерахування сухорозрядної напруги для нормальних умов?

Література для підготовки [2,4,8-10]

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

ЕЛЕКТРОДРЕНАЖНИЙ ЗАХИСТ

Мета роботи: Дослідити на електричній моделі електродренажний захист підземних металевих споруджень від корозії, яка викликана блукаючими струмами.

7.1 Загальна частина

7.1.1 Електродренажний захист

Електродренажний захист полягає у відведенні блукаючого струму з підземної споруди через поляризовану дренажну установку в рейки. Поляризований дренаж застосовують, коли середній потенціал споруди вищий за середній захисний потенціал «рейка-земля». Поляризований дренаж ефективний переважно в районі розташування тягової підстанції. Середньогодинний струм усіх установок дренажного захисту (включаючи і не залізничних), підключених до рейкового колії магістральних ділянок електрифікованих залізниць, не повинен перевищувати 25% загального навантаження тягової підстанції. Електричні дренажі при підключенні до рейкової мережі не повинні порушувати нормальне функціонування рейкових ланцюгів автоблокування і електричної централізації. Функціональна схема поляризованого електричного дренажу приведена на рисунок 7.1.

Як правило, в якості захисного пристрою використовуються плавкі запобіжники, проте знаходять застосування і автоматичні вимикачі максимального навантаження з поверненням, тобто відновлюючі коло дренажу після спадання небезпечного для елементів установки струму.

Регулювання в колі дренажу здійснюється за допомогою регульованого опору. Дренажі випускаються у виконанні від десятків до декількох сотень амперів.

У коло електричного дренажу додатково вводиться поляризований елемент, який дозволяє проводити струм лише в напрямку від споруди до рейок. У якості поляризованого елемента використовуються вентильні блоки, зібрані з декількох з'єднаних паралельно, лавинних кремнієвих діодів. Вибір класу діодів (по зворотній напрузі) здійснюється, виходячи з величини імпульсу зворотної напруги на залізницях, який може досягати 1000 В і більше. В зв'язку з цим встановлювані на електрифікованих залізницях напівпровідникові захисні пристрої при підключенні до рейкової мережі мають бути розраховані на зворотню напругу не менше 2000 В. В знакозмінній зоні рейкової мережі, коли

на підземній споруді є корозійнонебезпечна зона, а середній потенціал рейки вищий за потенціал підземної споруди, необхідно замість поляризованого дренажу застосовувати посилений електричний дренаж.

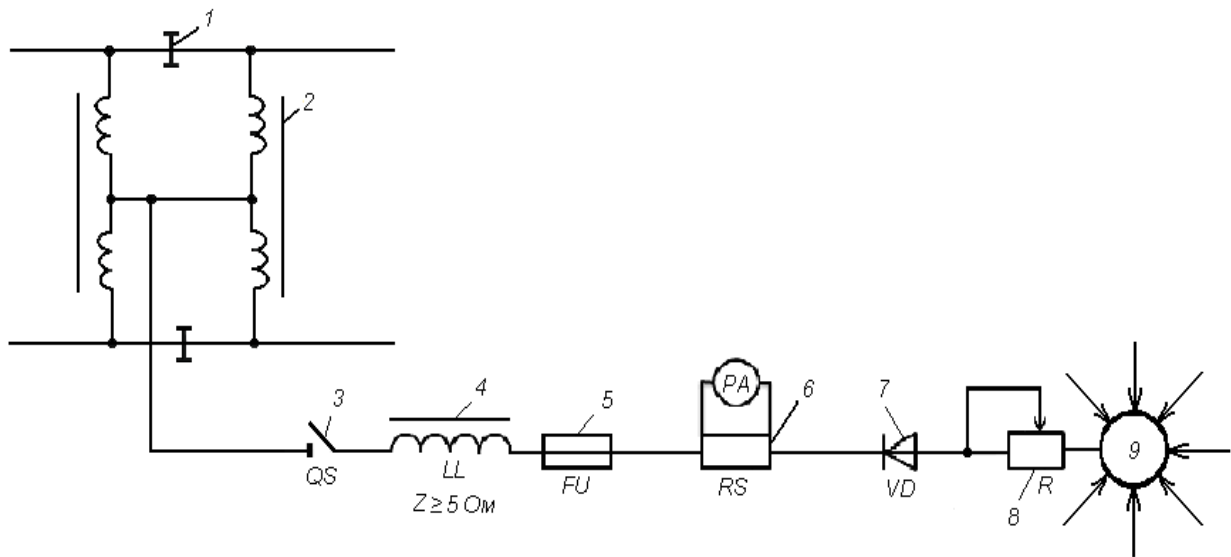


Рис. 7.1. Функціональна схема поляризованого електричного дренажу:

- 1 - ізолюваний стик; 2 - дросель-трансформатор; 3 – рубильник; 4 – захисний дросель;
5 – запобіжник; 6 – вимірювальний шунт; 7 – випрямляч;
8 – регульований опір; 9 - споруда

Електродренажний захист допускається підключати до рейкової мережі безпосередньо лише до середніх точок колійних дросель-трансформаторів через два на третій дросельний пункт. Більш часте підключення допускається, якщо в колі дренажу ввімкнений спеціальний захисний пристрій. У якості такого пристрою може бути використаний дросель, повний вхідний опір якого сигнальному струму системи СЦБ магістральних залізниць частотою 50 Гц складає не менше 5 Ом.

Вибір типу дренажу - поляризованого або посиленого ґрунтується на синхронних вимірах різниці потенціалів «споруда-земля» і «споруда-рейка».

7.1.2 Дослідження протикорозійного захисту підземних металевих споруд на електролітичній моделі

На стадії проектування та дослідження нових методів протикорозійного захисту підземних металевих споруд можна використовувати фізичне моделювання. Для цієї мети було використано електролітичну модель, яка дозволила якісно та кількісно оцінити ефективність протикорозійного захисту цих споруд.

Вся дослідна частина лабораторних робит виконувалася на електролітичній моделі, яка знаходиться в лабораторії ТОПЕ ДПТУ. Вона представляє собою металеву ванну, заповнену електролітом, в яку занурені фізичні моделі тягової рейкової мережі та підземної металевої споруди.

Фізичні моделі останніх виконані у вигляді спіральних опорів, кінці яких виведено на верхню частину кришки для кріплення та збору схеми.

Над ванною розміщується верхня кришка, на якій змонтовані електричні ланцюги моделей рейкової мережі та споруди з комутаційними пристроями, які дозволяють вимірювати струми в контрольно-вимірювальних пунктах (КВП), імітувати погане рейкове з'єднання та електричне секціонування споруди.

Також, в ній є отвори, які дозволяють встановлення електродів порівняння, що необхідні для вимірювань потенціалів споруди. На корпусі ванни є клемма, яка виконую роль «далекої землі» при вимірюваннях потенціалів рейкової мережі.

7.2 Зміст звіту

1. Найменування лабораторної роботи і її мета.
2. Функціональна схема електродренажного захисту.
Перерисувати рисунок 7.1.
3. Результати виміру.

Результати вимірів потенціалів металевого підземного спорудження приведені в табл.7.1.

Таблиця 7.1.

Потенціали підземної металевої споруди.

№ КВП	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11*
$U_{сх}, В$											
$U_{дсх}, В$											
$U_{дснх}, В$											
$U_{удсх}, В$											
$U_{удснх}, В$											

Примітка:

* – № КВП, в якому підключений підсилюючий електричний дренаж;

$U_{сх}$ – потенціал підземного металевих спорудження до включення електричного дренажу;

$U_{дсх}$ – потенціал підземного металевих спорудження після вмикання поляризованого електричного дренажу;

$U_{дснх}$ – накладена різниця потенціалів, обумовлена підключенням поляризованого електричного дренажу;

$U_{удсх}$ – потенціал підземного металевих спорудження після підключення підсиленого електричного дренажу;

$U_{удснх}$ – накладена різниця потенціалів, обумовлена підключенням підсиленого електричного дренажу;

I_d – струм поляризованого електричного дренажа, $I_d =$ А;

$I_{уд}$ – струм підсиленого електричного дренажа, $I_{уд} =$ А;

I – струм електровоза, $I =$ А.

По результатам вимірів потенціалів будуються залежності $U_{сх}$, $U_{дсх}$, $U_{удсх}$.

4. Висновки.

7.3 Контрольні питання

1. Призначення електролітичної моделі.
2. Як утворюється блукаючий струм?
3. До яких наслідків призводить наявність блукаючого струму?
4. Перерахувати джерела блукаючого струму та пояснити механізм їхньої дії.
5. На чому ґрунтується принцип електрохімічного захисту підземних споруд?
6. Пояснити принцип електродренажного захисту.

Література для підготовки [2,7,9].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

КАТОДНИЙ ЗАХИСТ

Мета роботи: Дослідити на електричній моделі катодний захист підземних металевих споруджень від ґрунтової корозії.

8.1 Загальна частина

Катодний захист

Під катодним захистом розуміється електрохімічний захист підземної споруди, потенціал якої знижується методом катодної поляризації за допомогою зовнішнього джерела електричного струму. Катодний захист є основним способом захисту підземних споруд від ґрунтової корозії, а також від корозії блукаючими струмами на ділянках, де електродренажний захист не забезпечує необхідного ефекту. Принципова схема катодного захисту приведена на рис. 8.1.

При катодному захисті негативний полюс джерела постійного струму підключають до підземної споруди, а позитивний - до штучно створеного анодного заземлювача. При включенні джерела струму електричне коло замкнеться через ґрунтовий електроліт і на оголених ділянках підземної споруди в місцях пошкодження ізоляції почнеться процес катодної поляризації.

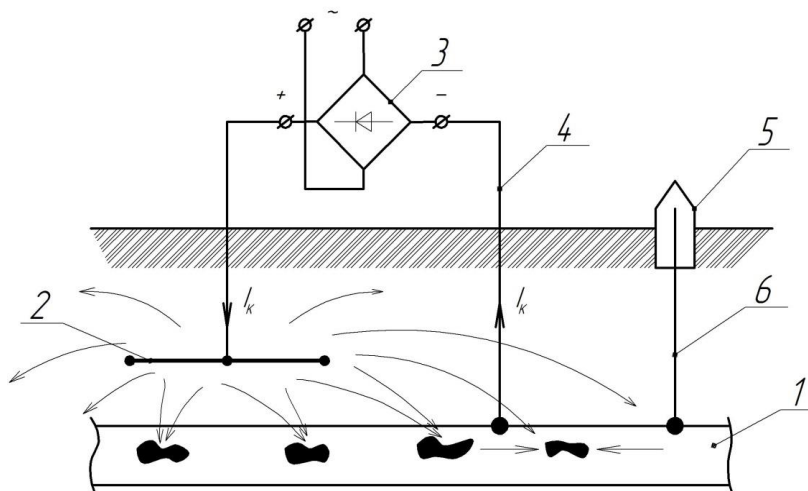


Рисунок 8.1 Принципова схема катодного захисту:

1 - підземна споруда; 2 - анодне заземлення; 3 - перетворювач; 4 - дренажний кабель; 5 - контрольно-вимірювальний пункт; 6 - контрольний провідник; I_k - струм катодного захисту

Комплекс споруд, призначених для катодної поляризації підземної споруди дістав назву станції катодного захисту (СКЗ). До складу СКЗ входять перетворювач (джерело постійного струму), анодне заземлення, дренажні кабелі (з'єднувальні лінії), КВП з контрольним провідником. Складовою частиною ланцюга СКЗ є підземна споруда, що захищається, і масив ґрунту, по якому протікає струм катодного захисту.

Залежно від умов електропостачання в якості джерела постійного струму СКЗ можуть використовуватися перетворювачі, що живляться від ліній електропередач напругою 0,22; 0,38; 6; 10 кВ або автономні джерела-електрогенератори і електрохімічні елементи, які виробляють електроенергію безпосередньо на трасі підземних споруд поблизу місця, де необхідно встановити СКЗ (вітроелектрогенератори, електрогенератори з приводом від двигуна внутрішнього згорання, термоелектрогенератори, акумулятори, сонячні батареї і т.п.).

Автономні джерела струму СКЗ застосовують в тих випадках, коли поблизу немає джерел електроенергії змінного струму, до яких можна було б підключити перетворювач для СКЗ.

Анодне заземлення СКЗ призначене для створення електричного низькоомного контакту позитивного полюса перетворювача з ґрунтом при накладенні на підземну споруду зовнішнього струму.

До анодного заземлення перед'являється ряд вимог :

- 1) мінімальний перехідний опір розтіканню струму;
- 2) мінімальні габаритні розміри;
- 3) найбільш довговічний та недефіцитний матеріал;
- 4) простота установки;
- 5) тривалість служби при мінімальних відновлювальних роботах;
- 6) мінімальна вартість.

8.2 Зміст звіту

1. Найменування лабораторної роботи і її мета.
2. Функціональна схема катодного захисту.
Перерисувати рисунок 8.1.
3. Результати вимірів.

Результати вимірів потенціалів металевого підземного спорудження приведені в табл.8.1.

Таблиця 8.1.

Потенціали підземної металевої споруди.

№ КВП	1	2	3	4	5*	6	7	8	9	10	11*
$U_{сх}$, В											
$U_{1сх}$, В											
$U_{1снх}$, В											
$U_{2сх}$, В											
$U_{2снх}$, В											

Примітка:

* – номер КВП, в якому підключена катодна станція;

 $U_{сх}$ – потенціал підземного металевого спорудження після вмикання катодного захисту; $U_{ссх}$ – стаціонарний потенціал підземного металевого спорудження; $U_{снх}$ – накладена різниця потенціалів катодного захисту; I_{k1} – струм катодного захисту (катодна станція підключена в КВП №); $I_{k1} = \text{ A};$ I_{k2} – струм катодного захисту (катодна станція підключена в КВП №); $I_{k2} = \text{ A}.$ По результатам вимірів потенціалів будуються залежності $U_{сх}$, $U_{ссх}$, $U_{снх}$.**4. Висновки.****8.3 Контрольні питання**

1. Пояснити принцип катодного захисту.
2. Чим відрізняється катодна захист від протекторної?
3. Які вимоги пред'являються анодним заземлювачам?
4. Як збільшити термін служби анодних заземлювачів?
5. Де застосовуються глибинні анодні заземлювачі?.

Література для підготовки [2,7,9].

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Положення про організацію освітнього процесу в Українському державному університеті науки і технологій. – Дніпро, 2022. – 54 с.
2. НПАОП 40.1-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів: затв. наказом Державного комітету України з промислової безпеки ОП та гірничого нагляду від 09.01.98 р. № 4 та зареєстровані в Міністерстві юстиції України 10.02.98 р. За № 93/2533.
3. Правила улаштування та технічного обслуговування контактної мережі електрифікованих залізниць (ЦЕ-0023), затв. наказом Укрзалізниці № 546-Ц від 20.11.2007.
4. НПАОП 40.1-1.07.01 Правила експлуатації електрозахисних засобів: затв. наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 05.06.2001 р. № 253.
5. ДСТУ Б В.2.5-29: 2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Система газопостачання. Газопроводи підземні сталеві. Загальні вимоги до захисту від корозії. – К., 2006. – 120 с.
6. ЦЕ-003 Технологічні карти та роботи по утриманню та ремонту пристроїв контактної мережі електрифікованих залізниць. Книга II. Технічне обслуговування та поточний ремонт, затверджені наказом Укрзалізниці від 26.06.2001 р., № 347-Ц.
7. ГОСТ 9.602-2005 ЭСЗКС Міждержавний стандарт. Єдина система захисту від корозії та старіння. Споруди підземні. Загальні вимоги до захисту від корозії.
8. Кім Є.Д., Дьяков В.О., Сиченко В.Г. Техніка та електрофізика великих напруг [Текст]: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. 2009. - 63 с.
9. Сиченко В. Г., Дьяков В. О., Колесник Д. Ю., Полях О. М., Протикорозійний захист суміжних пристроїв у системах тягового електропостачання: Монографія / За загальною редакцією Сиченко В. Г. – Дн-ськ: Вид-во ПФ «Стандарт-сервіс», 2015. – 340 с. – ISBN 978-966-97463-9-9.
10. Контактна мережа електрифікованих залізниць. Улаштування контактної мережі : навч. посіб. / В. О. Дьяков, Д. О. Босий, А. В. Антонов: М-во освіти і науки України, Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро : Стандарт-Сервіс, 2017. – 228 с. – ISBN 978-617-7382-09-05.

Навчально-методичне видання

Дьяков Віктор Олексійович

ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРИСТРОЇВ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Методичні рекомендації до лабораторної роботи

Редактор А. В. Безверхня

Комп'ютерна верстка В. В. Бердо

Формат 60x84 _{1/16}. Ум. друк. арк. 3,13. Обл.-вид. арк. 3,17.
Зам. №

Український державний університет
науки і технологій

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7709 від 14.12.2022

Адреса видавця та дільниці оперативної поліграфії:
вул. Лазаряна, 2, Дніпро, 49010