РАЗДЕЛ XVI. ЭНЕРГЕТИКА

Демин В.И., Седой Ю.Н.

Особенности измерения сопротивления заземляющих устройств в условиях вечной мерзлоты, скальных и сухих грунтов*Кубанский государственный технологический университет
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-75

Аннотация

При измерении сопротивления заземления в условиях вечной мерзлоты, скальных и сухих грунтов применение металлических измерительных электродов, предназначенных для забивки в грунт, вызывает определенные трудности, а в некоторых случаях и невозможность. На основе анализа работ, посвященных применению поверхностных переносных заземлителей электролитического типа, предложена его конструкция для решения данной проблемы.

Ключевые слова: меры защиты от косвенного прикосновения, защитное заземление, заземляющие устройства, сопротивление заземления, удельное электрическое сопротивление грунта, вечная мерзлота, поверхностный переносной заземлитель электролитического типа, электролит.

Abstract

When measuring the grounding resistance in permafrost, rocky and dry soils, the use of metal measuring electrodes designed for driving into the ground causes certain difficulties, and in some cases, it is impossible. Based on the analysis of works devoted to the use of surface portable electrolytic earthing devices, its design is proposed to solve this problem.

Keywords: measures of protection against indirect contact, protective grounding, grounding devices, grounding resistance, electrical resistivity of the soil, permafrost, surface portable grounding of the electrolytic type, electrolyte.

В соответствии с ПУЭ [1] для защиты персонала от появления напряжения на металлических корпусах оборудования вследствие нарушения изоляции применяются меры защиты от косвенного прикосновения, а именно, защитное заземление.

Заземляющие устройства располагаются в земле на глубине 0,5 м. Это обстоятельство накладывает определенные трудности при организации их эксплуатации.

Поэтому, в соответствии с ПТЭЭП [2] эксплуатация заземляющих устройств сводится к определению их технического состояния, которое включает в себя визуальные осмотры видимой части, осмотры заземляющего устройства с выборочным вскрытием грунта, измерение параметров заземляющего устройства.

Для обеспечения надежной защиты персонала от поражения электрическим током при пробое изоляции на корпус оборудования по требованиям Ростехнадзора в организациях и на предприятиях ежегодно должно проводиться измерение сопротивления заземления с оформлением протоколов измерения. Для этого должны привлекаться электротехнические лаборатории, имеющие аккредитацию в Ростехнадзоре.

Основная цель измерения – это проверка соответствия сопротивления заземления установленным в ПУЭ нормам. Особенностью нормирования сопротивления заземления ПУЭ является привязка его к удельному электрическому сопротивлению грунта в месте измерения. Другими словами это значит, что при измерении сопротивления заземления должно проводиться также измерение удельного электрического сопротивления (УЭС) грунта. Например, для электроустановок напряжением до 1000 В с глухозаземленной

нейтралью сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали генератора или трансформатора или выводы источника однофазного тока, в любое время года должно быть не более 4 Ом при напряжении 220 В источника однофазного тока при УЭС до 100 Ом·м [1].

При проведении измерений сопротивления заземления кроме измерительного прибора (типов М-416, Ф-4103, SEW 1820ER и др.) необходимы два металлических стержня, которые забиваются в землю и используются в качестве потенциального (П) и токового (Т) электродов для реализации метода измерения «вольтметра-амперметра» (рисунок 1) [3,4].

Рисунок 1. Схемы расположения электродов при измерении сопротивлений сложных заземлителей и одиночных горизонтальных полос:

а – двухлучевая; б – однолучевая; П – потенциальный электрод; Т – токовый электрод

Измерительные электроды перед проведением измерений забиваются с помощью молота в землю (рисунок 2) [3,4].

Рисунок 2. Устройство для забивки стержня в грунт и извлечения стержня из грунта:

1 – замок; 2 – молот

При сухом грунте для обеспечения требуемой величины сопротивления электрода, т.е. обеспечения надежного контакта металла с грунтом, возникает необходимость применять несколько стержней в качестве одного электрода.

Для измерения удельного электрического сопротивления грунта применяется симметричная четырех электродная схема Веннера (рисунок 3) [3,4].

Рисунок 3. Схема Венеры для измерения удельного электрического сопротивления грунта:
 a – расстояние между электродами, м

В северных районах РФ, где преобладают вечномёрзлые грунты, выполнение операции по забивке измерительных электродов вызывает определенные трудности, а иногда просто невозможно их выполнить. Такие же ограничения возникают и при проведении измерений в скалистых грунтах.

В [5] рассмотрена возможность достижения электролитического контакта заземляемого корпуса передвижной электроустановки с грунтом, сделан вывод о возможности электролитического контакта с вечномёрзлым и скалистым грунтом за счет растекания электролита в грунте.

В [6] рассмотрен способ эксплуатации переносного заземлителя электролитического типа.

Для определения эффективности применения заземлителей электролитического типа на макетном образце проводились экспериментальные исследования.

На рисунке 4 показан внешний вид макетного образца поверхностного переносного заземлителя электролитического типа (ППЗЭЛТ).

Рисунок 4. Внешний вид макетного образца ППЗЭЛТ

На основе проведенного анализа конструктивных особенностей электролитических заземлителей в работе предложена конструкция ППЗЭЛТ для использования в качестве измерительных электродов для измерения сопротивления заземляющих устройств (рисунок 5).

Рисунок 5. Конструкция ППЗЭЛТ

Таким образом, в работе предлагается для проведения измерения сопротивления заземления в вечномерзлых и скалистых грунтах использовать ППЗЭЛТ.

На рисунке 6 показано устройство ППЗЭЛТ, предлагаемого в качестве измерительного электрода для измерения сопротивления заземления.

Рисунок 6. Поверхностный переносной электролитический заземлитель:

1 – резервуар; 2 – зажим для подключения измерительного прибора; 3 – пористая пробка; 4 – приспособление дросселирования воздуха; 5 – электролит

ППЗЭЛТ состоит из резервуара 1, зажима для подключения измерительного прибора 2, пористой пробки дна резервуара 3, дополнительной пористой пробки в отверстии для залива электролита 4, электролита 5.

Для непосредственного использования ППЗЭЛТ устанавливают дном на поверхность грунта, открывают приспособление дросселирования воздуха 4 и в образовавшееся отверстие заливают электролит 5. В качестве электролита предлагается использовать водный раствор поваренной соли NaCl . В зависимости от температуры окружающего воздуха (например, при низких температурах) необходимо изменять концентрацию электролита.

Через проводящую пористую пробку 3 дна резервуара ППЗЭЛТ происходит фильтрация электролита в грунт. Пористая пробка дна заземлителя изготавливается из пористого, проводящего электрический ток, проницаемого для электролита материала и стойкого к воздействию электролита. Таким требованиям в полной мере отвечают пористые сетчатые металлы из стали марки 12Х18Н10Т. После смачивания электролитом грунта устанавливается связь измерительной цепи прибора с грунтом. Приспособление дросселирования воздуха 4 закрывают для прекращения связи внутреннего объема резервуара и атмосферы, что позволяет увеличить время эффективного использования ППЗЭЛТ при измерении сопротивления заземления.

К зажиму для подключения измерительного прибора 2 подключают измерительные провода и проводят измерение. Контакт ППЗЭЛТ с грунтом обеспечивается за счет проникновения электролита в поры мерзлого или скалистого грунта.

Таким образом, применение ППЗЭЛТ в качестве измерительных электродов при измерении сопротивления заземления в районах вечной мерзлоты, скалистого или сухого грунтов позволит надежно обеспечить проведение измерительного контроля состояния заземляющих устройств, тем самым повысить безопасность обслуживающего электрооборудование персонала при его эксплуатации.

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7-е изд. СПб.: ДЕАН, 2002. - 176 с.
2. Приказ Министерства энергетики РФ от 13.01.2003 г. № 6 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок Потребителей (ПТЭЭП)» (в ред. приказа Минэнерго России от 13.09.2018 г. № 757).
3. Карякин Р. Н. Нормы устройства сетей заземления/ Изд. 3-е. – М.: Энергосервис, 2002. - 235 с.
4. Энговатова В.В. Электробезопасность: учебное пособие/ В.В. Энговатова, В.И. Демин; ФГБОУ ВПО КубГТУ, кафедра «Безопасность жизнедеятельности». – Краснодар: Издательский Дом-Юг, 2015. – 104 с.
5. Демин В.И. О возможности достижения электролитического контакта заземляемого корпуса передвижной электроустановки с грунтом [Электронный ресурс] // Научные труды КубГТУ: электрон. сетевой политематич. журн. 2015. № 6. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/485>.
6. А.с. 1390670 СССР, МКИ Н 01 R 4/66. Способ эксплуатации пере-носного заземлителя/ Е.С. Есин, В.А. Петров, Н.Н. Сапига, Р.А. Ляпунов, В.И. Демин, А.С. Попов (СССР). - № 4096260; заявл. 05.08.86; опубл. 23.04.88. - 2 с.: ил.

Тихонов А.И.¹, Эрнст А.Д.¹, Соловьев А.А.², Левочкина Н.А.³

К вопросу эффективности практического использования скорректированной методики расчета молниеотводов высоковольтных подстанций

¹ФГБОУ ВО ОмГТУ

²ФГБОУ ВО СибаДИ

³ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К. Г. Разумовского (ПКУ)»

(Россия, Омск)

doi: 10.18411/trnio-10-2021-76

Аннотация

Приведены результаты опыта практического использования скорректированной и разработанной в ОмГТУ компьютерной программы расчета молниеотводов силовых подстанций взамен устаревшей программы расчета по методике Акопяна. Эта программа широко используется при выполнении лабораторных работ, домашних заданий и дипломных проектов. Сделаны выводы о целесообразности ее применения в качестве официальных инструктивных положений, рекомендуемых, например, в «Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» [1].

Ключевые слова: молниезащита подстанции, стержневой молниеотвод, прямые удары молнии.

Abstract

The results of the experience of practical use of the corrected and developed in OmSTU computer program for calculating lightning rods of power substations instead of the outdated calculation program according to the Hakobyan method are presented. This program is widely used when performing laboratory work, homework and diploma projects. Conclusions are drawn about the expediency of its application as official instructional provisions recommended, for example, in the "Instructions for lightning protection of buildings, structures and industrial communications" [1].

Keywords: substation lightning protection, rod lightning conductor, direct lightning strikes.