

Повышение эксплуатационной надежности заземляющих устройств системы обеспечения движения поездов

О. Г. Евдокимова¹, А. А. Костроминов², Ю. А. Смирнова³

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I
¹evdokimovaog_kf@mail.ru, ²Alkostrom@gmail.com, ³smirnova-1999@inbox.ru

Аннотация. Заземляющие устройства (ЗУ) являются неотъемлемой частью систем железнодорожной автоматики и телемеханики и связи (ЖАТС). ЗУ позволяют предотвратить ситуации поражения электрическим током сотрудников, обслуживающих оборудование, и, что не мало важно, дают возможность повысить живучесть устройств ЖАТС. Широкомасштабное обновление телекоммуникационных систем на современных железных дорогах подразумевает непрерывную модернизацию заземляющих устройств, а также их переход от традиционных конструкций к современным модульно-стержневым. Повышение эксплуатационной надежности заземлителей систем обеспечения движения поездов является актуальным.

Ключевые слова: системы обеспечения движения поездов, заземляющее устройство, модульно-стержневой заземлитель

I. ВВЕДЕНИЕ

Улучшение качества эксплуатационной деятельности на современных железных дорогах представляется возможным при условии применения новых научных и технологических подходов [1] для повышения надежности объектов инфраструктуры. Надежность – свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования [2].

Система обеспечения движения поездов (СОДП) включает в себя целый комплекс элементов, в том числе системы телекоммуникаций, железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ), обеспечивающие интервальность движения и управление стрелками и сигналами, устройства диагностики подвижного состава. Неотделимым компонентом, отвечающим за устойчивость работы СОДП и обеспечивающим электробезопасность обслуживающего персонала, является заземляющее устройство (ЗУ). Необходимо отметить, что современные устройства связи и железнодорожной автоматики, спроектированные на микропроцессорной элементной базе, обладают более низкой токнесущей способностью и электрической прочностью по сравнению с релейными системами и предъявляют высокие требования к надежности ЗУ. Нормативные документы [3–7] регламентируют параметры ЗУ, в том числе для сооружений связи, на железнодорожном транспорте. Для заземлителя (металлической конструкции, специально устанавливаемой в грунт с целью заземления) основным характеризующим параметром является значение сопротивления. Важно отметить, что наличие заземления с сопротивлением, соответствующим нормативному значению, обеспечивает срабатывание устройств

защиты, в то время как отсутствие заземления создает угрозу поражения током людей.

Заземлители, установленные десятилетия назад не соответствуют нормам по сопротивлению современного оборудования, но и решения, применяемые при проектировании заземляющих устройств недостаточно эффективны с точки зрения взаимного расположения электродов в контуре заземления, конструкции и материалов, разрушающихся в отдельных случаях через 5 лет эксплуатации. Что в последствии приводит к увеличению затрат на ремонт и реконструкцию множества заземлителей в масштабах всей сети железных дорог России. Обозначенный ряд проблем не является исчерпывающим, однако их решение будет способствовать повышению эксплуатационной надежности всего комплекса элементов СОДП.

II. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Для обеспечения надежности заземлителей необходимо выполнение условий таких как:

- выбор целесообразных конструкций при размещении заземлителей;
- подбор электродов с учетом их коррозионной и механической стойкости;
- минимизация взаимного влияния электродов при их размещении в контуре заземления.

Типы конструкции, минимальный размер с точки зрения (коррозионной и механической стойкости) и материал для заземлителей регламентируют ПУЭ [3], стандарты [8–11], Типовые материалы по проектированию [6, 7] и другие нормативные документы. Однако анализ развития конструкций заземляющих устройств [12] позволяет получить представление о ЗУ, отвечающих требованиям современных объектов инфраструктуры, оборудованных телекоммуникационным оборудованием и системами автоматики. Наиболее прогрессивной в настоящее время представляется модульная конструкция стержневых заземлителей (рис. 1), которая позволяет соединять отдельные стержни один за другим и устанавливать «секции» вертикальных электродов различной длины (при необходимости порядка 15–20 метров) в слой грунта, со стабильными параметрами его удельного сопротивления.

В таких конструкциях используются стержни круглого сечения диаметром порядка 16–20 мм, длиной 1,2–1,5 м (габариты могут изменяться).

Возможность наращивания длины электродов позволяет сократить их количество и соответственно

уменьшить площадь, занимаемую контуром заземления, существенно что представляется актуальным в станционных условиях.

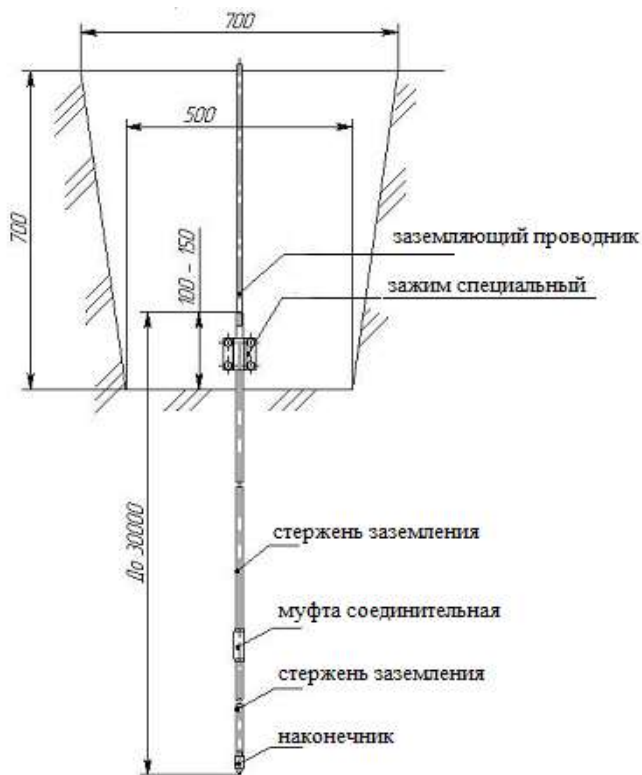


Рис. 1. Типовая конструкция вертикального модульно-стержневого заземляющего устройства

Для соединения стержней производители предлагают различные варианты. Повышение эксплуатационной надежности заземлителя, представляется возможным за счет отказа от применения муфтового соединения и использования механического сочленения стержня в стержень методом заклинивания [12, 13].

Следует отметить, что монтаж в глубинные слои грунта позволяет сделать параметры заземлителя постоянными (не зависящими от температуры, влажности, глубины промерзания зимой), тем самым обеспечивает большую надежность по сравнению с традиционными уголковыми конструкциями, широко применяемыми на железнодорожном транспорте.

Кроме того, модульная конструкция повышает скорость установки заземлителя в грунт, делает перевозку секций удобнее.

На отечественном рынке модульная технология широко представлена, например, «ШИП» [14] и «ZANDZ» [15] (Россия), Galmar [16] (Польша), «DENN SÖHNE» [17] (Германия), и другие. Учитывая актуальные общероссийские тенденции к импортозамещению во всех отраслях экономики, следует обратить внимание на изделия отечественных производителей. Бренды разных стран предлагают такие системы заземлителей, выполненные из различных устойчивых к коррозии материалов: стали, оцинкованной различными способами, меди и даже нержавеющей стали. Основные отличия у фирм-производителей в разнообразии номенклатуры комплектующих и атрибутов для монтажа.

Срок службы заземлителей определяется в основном коррозией [18]. Степень разрушения заземлителей

(коррозии) обуславливается материалом электрода и условиями окружающей среды, в которой он эксплуатируется. Стальные заземлители с покрытием представляются более надежными по сравнению с изделиями из обычной черной стали, поскольку, как правило, сохраняют свои параметры в течении всего срока эксплуатации электроустановки. А также, покрытие стальных электродов защитным более токопроводящим, чем основной материал, повышает их электропроводность. Это обусловлено поверхностным эффектом распространения тока (скин-эффект). Электрические характеристики незначительно отличаются у заземлителей с цинковым и медным покрытием. Применение одного из материалов в большей мере ограничивается геологическими условиями.

Согласно действующим нормам Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП) [4] элемент заземлителя должен быть заменен, если разрушено более 50 % его сечения. Ремонт ЗУ планируется предварительно. Достижение значения сопротивления заземлителя нормы осуществляется при ремонте монтажом дополнительных электродов или нового заземляющего контура. Сооружаемые при этом конфигурации (взаимные расположения горизонтальных и вертикальных заземлителей в контуре) разнообразны, часто отличаются от проекта при его наличии.

Для уверенности в эффективной работе заземляющего устройства перед его установкой необходимо грамотно провести предварительный расчёт контура заземления, в качестве основных этапов которого можно выделить следующие:

- определение предельных значений нормируемых параметров;
- выбор подхода и программно-вычислительных инструментов, позволяющих рассчитывать ЗУ, учитывая не только взаимное расположение электродов заземления, длину вертикальных и горизонтальных заземлителей, но и специфику организации заземления железнодорожных объектов связи и автоматики;
- выбор модели грунта (однослойная, двуслойная, трехслойная).

III. Выводы и дальнейшие перспективы исследования

В связи с непрерывным развитием телекоммуникационных систем, техническим переоснащением систем связи и СЖАТ, возникают более высокие требования к применяемым заземляющим устройствам. Вопрос по устройству заземления, отвечающего современным требованиям, носит массовый характер. Наиболее актуальной технологией в настоящее время является модульная конструкция стержневых заземлителей. Модульно-стержневые заземлители благодаря защитным покрытиям более устойчивы к коррозии, что гарантирует больший срок службы по сравнению с традиционными уголковыми электродами из «черного» металла, а конструкция способствует лёгкой установке и наращиванию длины, что обеспечивает стабильность сопротивления заземления при смене сезонов. При правильном расчёте контура заземления можно избежать преждевременное

разрушение устройств, а также предотвратить возникновение отказов систем ЖАТС. Выбор и применение адекватного подхода по расчету ЗУ, учитывающего при проектировании и капитальном ремонте железнодорожную специфику, будет способствовать повышению его надежности и представляет интерес для дальнейших исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Стратегия развития холдинга «РЖД» на период до 2030 года [Электронный ресурс]. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=804> (Дата обращения 02.02.2022г.)
- [2] ГОСТ 27.002-2015 НАДЕЖНОСТЬ В ТЕХНИКЕ Термины и определения URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136419>
- [3] Правила устройства электроустановок (ПУЭ издание 7-ое)/Глава 1.7. Заземление и защитные меры электробезопасности. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200030218>
- [4] Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей" утв. Приказ Минэнерго России 13.01.2003 №6 (с изменениями на 13.09.2018)//Глава 2.7 Заземляющие устройства [Электронный ресурс]. URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40861/1a219a0e634debd1805d4cfa763bf9ab566cf8bd/
- [5] ГОСТ Р 58882-2020 Заземляющие устройства. системы уравнивания потенциалов. заземлители. заземляющие проводники URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200173634>
- [6] Устройство заземлений служебно-технических зданий СЦБ и связи и линейно-кабельных сооружений. Методические указания по проектированию устройств автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте И-275-00. СПб, ГТСС, 2004. 121 с.
- [7] Заземляющие устройства для линейных и станционных сооружений связи. Типовые материалы для проектирования 411602-ТМП. СПб, ГТСС, 2016. 125 с.
- [8] ГОСТ Р 50571.22-2000 Электроустановки зданий. Часть 7. Требования к специальным электроустановкам. Раздел 707. Заземление оборудования обработки информации. Введ. 2002-01-01. М.: Изд-во стандартов, 2003.
- [9] ГОСТ Р 50571.3-94 (МЭК 364-4-41-92). Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током. Введ. 1994-10-31. М.: Изд-во стандартов, 1995.
- [10] О заземляющих электродах и заземляющих проводниках. Технический циркуляр. 2006. № 11.
- [11] Руководящие указания по защите от перенапряжений устройств СЦБ (РУ-90). М.: Транспорт, 1990. 60 с.
- [12] Евдокимова О.Г. Анализ развития конструкций заземляющих устройств [Электронный ресурс] / О.Г. Евдокимова // Бюллетень результатов научных исследований: электронный научный журнал. СПб.: ПГУПС. 2012. Вып. 2. С. 50-58.
- [13] Пат. Российская Федерация 103424, / А.М. Костроминов, А.А Костроминов, О.Г. Шершакова; Заземлитель. Опубл. 10.04.2011, Бюл.№10.
- [14] Что такое ШИП?/ [Электронный ресурс].URL: <https://ground-rip.ru/>
- [15] МОДУЛЬНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ [Электронный ресурс].URL:https://zandz.com/ru/modulnoe_zazemlenie/
- [16] ООО «ББРС.РУ» [Электронный ресурс].URL:https://www.bbrc.ru/brendy/galmar/?utm_source=direct&utm_medium=cpc&utm_term=galmar&utm_campaign=galmar-kartochki-obshchie-zaprosy-60577132&utm_content=v2%7C%7C10576950832%7C%7C30963610602%7C%7Cgalmar%7C%7C1%7C%7Cpremium%7C%7Cnone%7C%7Csearch%7C%7Cno&yclid=7860391466494328831
- [17] ООО «ИНТЭЛС ИНЖИНИРИНГ» [Электронный ресурс].URL:<http://www.dehn-sohne.ru/>
- [18] Демин Ю.В. Разработка способа долгосрочного прогноза коррозии металлических заземлений / Ю.В. Демин, Г.Е. Асеев // Электрические характеристики земли и заземления. 1976. Вып. 33. С. 8-15.