Электролитические заземлители: от первых решений к необслуживаемым активным соляным электродам ВОЛЬТ-СПБ

Высокоомные, скальные, песчаные и многолетнемерзлые грунты затрудняют создание эффективных заземляющих устройств традиционными методами. В статье рассмотрено развитие электролитических заземлителей — от первых технических решений до современных необслуживаемых активных соляных электродов производства ООО «ВОЛЬТ-СПБ», предназначенных для работы в сложных условиях.

Дорожей А.С.,
заместитель генерального директора по техническому развитию ООО «ВОЛЬТ-СПБ»

ПРОБЛЕМА ВЫСОКООМНЫХ ГРУНТОВ

Заземляющее устройство обеспечивает электробезопасность, работу молниезащиты и устойчивое функционирование электроустановки. Помимо заданного сопротивления растеканию необходимы допустимые напряжения прикосновения и шага, стойкость при замыкании на землю и работоспособность в течение расчетного срока службы.

Традиционный контур из вертикальных и горизонтальных металлических электродов эффективен в благоприятных грунтовых условиях. Однако в скальных, крупнообломочных, сухих песчаных, сезонно промерзающих и многолетнемерзлых грунтах его применение часто требует увеличения числа электродов, объема земляных работ, металлоемкости и стоимости монтажа. Дополнительные ограничения — дефицит площади и сложная логистика.

Сопротивление растеканию тока заземлителя прямо зависит от удельного электрического сопротивления грунта. При этом увеличение числа электродов не дает пропорционального результата: зоны растекания соседних электродов перекрываются, снижая эффективность каждого последующего. Поэтому заземление целесообразно рассматривать как систему «электрод — околоэлектродная среда — естественный грунт — заземляющее устройство объекта». Это позволяет улучшать не только геометрию заземлителя, но и электрические свойства среды.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ

В XX веке инженеры разных стран искали способы снижения сопротивления заземления путем создания более проводящей среды. Одним из известных ранних подходов стал метод Г. Уфера, разработанный в США в 1940-е годы и основанный на размещении заземляющих проводников в бетонных фундаментах. Более высокая проводимость влажного бетона по сравнению с сухим грунтом улучшала растекание тока. Метод Уфера не является электролитическим заземлением, но иллюстрирует роль свойств среды в эффективности электрода.

В 1971 году в США опубликован патент US3582531A «Electrochemical grounding rod», описывающий трубный электрод с гигроскопичным солевым наполнителем и перфорацией для выхода электролита. Конструкция формировала возле электрода более проводящую и увлажненную зону, но не предусматривала замену высокоомного грунта.

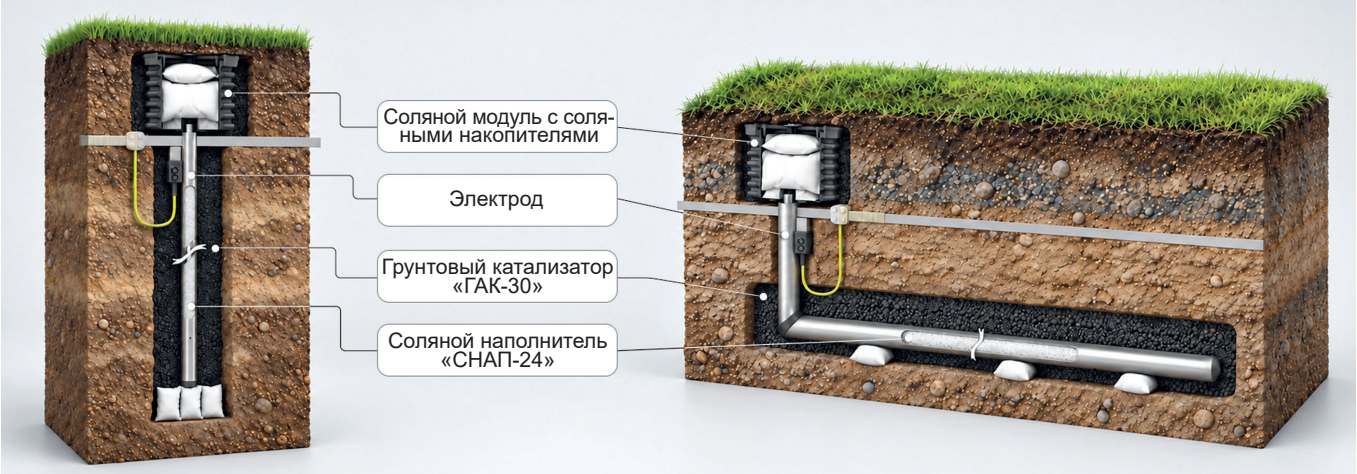
Отечественные специалисты исследовали не только обработку грунта, но и его замену более проводящими материалами. В книге А.Л. Вайнера «Заземления» 1938 года рассмотрено снижение сопротивления трубных электродов путем засоления околоэлектродной зоны. А в «Руководстве по проектированию, строительству и эксплуатации заземлений в установках проводной связи и радиотрансляционных узлов» 1971 года описаны перфорированные трубные электроды, заполненные солью и размещаемые в низкоомной искусственной среде.

Ранние решения имели ограничения: необходимость восполнения солевого состава, зависимость от влажности, вымывание наполнителя и риск ускоренной коррозии. Неопределенность рабочих параметров осложняла расчет и прогноз ресурса заземляющего устройства. Преодоление этих ограничений определило дальнейшее развитие технологии.

НЕОБСЛУЖИВАЕМЫЙ АКТИВНЫЙ СОЛЯНОЙ ЭЛЕКТРОД «Н-УДАВ»

Современный активный соляной электрод сочетает металлический электрод, солевой наполнитель и низкоомную грунтозамещающую смесь. При взаимодействии наполнителя с влагой образуется электролит, повышающий электропроводность околоэлектродной зоны. Грунтовый катализатор заменяет часть высокоомного грунта, улучшает контакт электрода со средой и условия растекания тока. Совместное действие этих факторов обеспечивает высокую эффективность решения, стабильность показателей и длительный срок службы.

В 2012 году ООО «ВОЛЬТ-СПБ» разработало и внедрило первые готовые комплекты активного соляного заземления собственного производства, а в 2018 году представило необслуживаемый электрод «Н-УДАВ».



Необслуживаемые активные соляные электроды «Н-УДАВ» вертикального и горизонтального исполнения

Уникальность решения заключалась в наличии соляного модуля-резервуара с запасом наполнителя, рассчитанным на поэтапное выщелачивание и длительное поддержание рабочих свойств околоэлектродной зоны. Конструкция защищена патентом РФ на полезную модель № 210587. Комплект включает полый металлический электрод с медным отводом и перфорацией, соляной наполнитель, необслуживаемый модуль с соляными накопителями, грунтовый катализатор, монтажные комплектующие и расходные материалы.

Электроды выпускаются в вертикальном и горизонтальном исполнениях из химически стойкой нержавеющей стали, по требованию заказчика — из горячеоцинкованной стали. Толщина стенки составляет не менее 4 мм, срок службы — не менее 30 лет, подтвержден испытаниями в независимой лаборатории.

Основное эксплуатационное преимущество электродов «Н-УДАВ» — отсутствие необходимости плановой дозаправки солевого наполнителя и установки наземного инспекционного колодца. Это снижает риск повреждения заземлителя техникой и исключает затраты на проверку уровня и восполнение наполнителя. Это особенно актуально для Крайнего Севера, удаленных энергетических, нефтегазовых и промышленных объектов. Необслуживаемость электрода при этом не отменяет требований по контролю параметров заземляющего устройства в целом.

РАСЧЕТ И НОРМАТИВНАЯ ПРИМЕНИМОСТЬ

Активный соляной электрод нельзя выбирать только по каталогу (коэффициенту эффективности или условному числу заменяемых традиционных электродов). Проектировщику необходимо учитывать тип грунта, геоэлектрический разрез, измеренное удельное сопротивление, сезонные коэффициенты, глубину промерзания, взаимное влияние электродов, а также требования заказчика и отраслевой документации.

ООО «ВОЛЬТ-СПБ» разработаны альбомы типовых решений и методика расчета активных соляных заземлителей, основанные на действующих НТД РФ. Они позволяют подобрать исполнение электрода, обосновать состав заземляющего устройства и сравнить его с традиционными вариантами по техническим и экономическим критериям.

С 1 апреля 2026 года введен в действие ГОСТ Р 58882-2026. В п. 8.5.6 (подп. «г») электролитические заземлители рассматриваются как пример искусственной обработки грунта при недостаточной эффективности или неприменимости других решений. Выбор требует технико-экономического обоснования с учетом строения грунта и сезонного изменения его свойств.

Помимо ГОСТ Р, электролитические заземлители предусмотрены отраслевыми документами крупнейших заказчиков — СТО 34.01-1.1-001-2026 (ПАО «Россети»), П4-06.01 ТПП-0018 (ПАО «НК «Роснефть»), ТТТ-01.08-31 (ПАО «Газпром нефть»), которые устанавливают требования к их применению, расчету или изготовлению.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ РЕШЕНИЯ

Активные соляные заземлители особенно актуальны в песчаных, каменистых, скальных, промерзающих и многолетнемерзлых грунтах или при ограниченной площади. Их применение нормативно допустимо и основывается на требованиях действующей общетехнической и отраслевой НТД.

Необслуживаемые активные соляные электроды производства ООО «ВОЛЬТ-СПБ» объединяют современные конструктивные решения и позволяют сокращать капитальные и эксплуатационные затраты при обоснованном выборе схемы заземления. Многолетний положительный опыт эксплуатации на объектах России и стран СНГ подтверждает работоспособность продукции. Электроды имеют сертификаты соответствия НТД РФ, а также аттестацию ПАО «Россети». Практическая ценность решения определяется высокой эффективностью, подтвержденным сроком службы, наличием расчетной методики и возможностью выбрать конструкцию и исполнение под условия конкретного объекта. P

ВОЛЬТ-СПБ

198095, г. Санкт-Петербург
Митрофаньевское ш., д. 5е, лит. А

+7 (812) 407-28-52
info@volt-spb.ru / www.volt-spb.ru