

УДК 620.9:621.314

## ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ ЭЛЕКТРОДЫ

Давшко Д.В., Дунченко Д.А., Соколов В.В.

Научный руководитель – Дерюгина Е.А., к.т.н., доцент

Заземляющий электрод представляет собой критический элемент системы заземления. Они обеспечивают соединение электрического оборудования непосредственно с земным влажным токопроводящим слоем.

Используется большое количество различных электродов, некоторые из них являются «естественными», а некоторые – «искусственными». К «естественным» электродам относятся подземные металлические водопроводные трубы, металлические каркасы зданий (при условии их надежного заземления), медные провода или арматурные стержни бетонного фундамента или подземные конструкции и системы. «Искусственные» электроды устанавливаются специально для улучшения качества заземления системы. Для понижения сопротивления такие электроды заземления должны идеально проникать во влагосодержащий уровень, расположенный ниже уровня заземления. Они также должны быть снабжены металлическими проводниками, которые не будут подвержены чрезмерной коррозии за время своего ожидаемого срока службы. В качестве электродов заземления не разрешается использовать подземные газовые трубы или алюминиевые электроды.

Очень часто подбор заземляющих стержней осуществляется исходя из их стоимости и устойчивости к коррозии. Нередко под стоимостью продукта понимается его начальная цена приобретения, в то время как реальная величина стоимости стержневого заземляющего электрода определяется сроком его эксплуатации.

Оцинкованные стальные стержни являются одними из самых дешевых электродов. Однако по той причине, что срок их службы относительно невелик, они не являются наиболее эффективными с точки зрения стоимости. Цельные стержни заземления из меди или нержавеющей стали обладают более длительным сроком службы, но их цена значительно выше цены оцинкованных стальных стержней заземления. Кроме того, цельные медные стержни заземления не годятся для забивания в грунт на большую глубину или даже на небольшую глубину в скалистый грунт, т. к. они могут погнуться.

В качестве компромиссного решения были разработаны стержни заземления со стальным сердечником, заключенным в оболочку из меди или нержавеющей стали. Цена на такие стержни заземления ниже, чем у их цельных аналогов. К тому же, их можно глубоко вбивать в грунт.

Необходимо отметить, что некоторые грунты и контактные площадки могут быть несовместимыми с медью. В таких случаях лучше использовать стержни из нержавеющей стали.

Существует так же химические заземляющие электроды. Они созданы специально для грунтов, обладающих высоким удельным сопротивлением (скальный грунт, песок, вечномерзлый грунт и пр.). В таких грунтах обычно затруднено или принципиально невозможно использование классического способа заземления.

Химический электрод представляет из себя медную трубу с отверстиями, в которую засыпается электролитическая соль. Соли, проникая в окружающий грунт, повышают его электропроводность. Кроме того, электролитическая соль предотвращает промерзание вечномерзлого грунта вокруг электрода.

Электрическое заземление в условиях вечномерзлых грунтов всегда вызывает большие сомнения у разработчиков проектов электрических систем. В районах с вечномерзлыми грунтами, таких как Сибирь, Канада, Аляска и др., почва заморожена на глубину до 2-х километров. Такая почва имеет удельное электрическое

сопротивление на порядок больше, чем в обычных условиях, что вызывает большие трудности со строительством контура заземления.

Но в районах с вечномёрзлым грунтом все равно существуют сезонные изменения состояния почвы. За летний период происходит оттаивание верхнего слоя (1-10 метров – в зависимости от широты и характера климата). Грунт в таком слое имеет такие же свойства, как и грунт в районах с умеренным климатом. Соответственно в зимний период, когда почва замерзает, ее сопротивление резко повышается.

Известны два способа достижения низкого сопротивления грунта в условиях вечномёрзлых грунтов. Каждая технология эффективна по-своему, однако совместное использование этих методов удваивает их эффективность.

Первый способ заключается в добавлении в грунт рядом с электродом электролитных минеральных солей. Это предотвращает замерзание грунта вокруг заземлителя и делает почву более электропроводной.

Исследования, выполненные инженерным корпусом вооруженных сил США на Аляске, показывают, что химически обработанная таким образом почва вокруг электрода понижает сопротивление электрода до 90 %, предотвращая промерзание грунта и повышая его проводимость.

Второй способ заключается в замене грунта вокруг электрода – материалом с высокой электрической проводимостью. Это уменьшает рост сопротивления по мере промерзания грунта, т. к. сопротивление почвы возрастает пропорционально ее базовому исходному значению. Идеальной, с точки зрения проводимости является смесь материала на основе графита и материала на основе глины. Графитовый компонент обеспечивает высокую проводимость, в то время, как глина удерживает влагу рядом с электродом. Эта влага (когда она не мерзлая) способствует уменьшению сопротивления электрода к земле.

Самый простой путь совместного применения этих двух приемов - это использовать электрод, заправленный минеральной солью, установив его в замененный грунт. Электрод с минеральной солью представляет собой медную трубу диаметром примерно 64 мм (2,5 дюйма) такой же длины, что и обычный заземлитель (3 метра). В трубе имеются отверстия по всей длине. Труба заполнена смесью минеральных электролитных солей, которые медленно проникают в окружающий грунт сквозь отверстия в стенках. Соли, проникая в окружающий грунт, повышают его электропроводность и предотвращают его промерзание. При этом не вызывая ускорения коррозии электрода.

Замена грунта вокруг электрода на материал с высокой электропроводностью уменьшит начальное сопротивление электрода к земле и удержит окружающую влагу. С течением времени, минеральные соли, проникая в окружающий грунт, предохранят замененную грунтовую добавку от промерзания. Таким образом, стремительный рост сопротивления при понижении температуры замедлится или прекратится вовсе.

Данная работа позволила ознакомиться с устройством и характеристиками современных заземляющих электродов, а также методами установки оборудования в грунт и мерами повышения эффективности использования заземляющих электродов вне зависимости от места их установки.

### Литература

1. Сайт <http://www.teziz.ru/>.
2. Защитное заземление и защитное зануление электроустановок: Справочник / В.Д. Маньков, С.Ф. Заграничный. – М., 2005.
3. Заземляющие устройства промышленных электроустановок: Справочник электромонтажника / Р.Н. Карякин, В.И. Солнцев. – М., 1989.