Способы повышения эффективности заземления электроустановок. Как избежать ошибок?

Алексей Грибанов
технический директор

НПО «Бипрон», Москва, Россия

Современная электроника во много раз сложнее и точнее той, что использовалась в промышленности и быту 10–15 лет назад, а чем сложнее оборудование, тем более чувствительным оно оказывается к внешним электрическим воздействиям. В связи с этим возрастают требования и к заземлению.

Заземлитель — проводящая часть или совокупность соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду (ПУЭ п. 1.7.15.). Качество такого контакта свидетельствует об эффективности заземлителя, которая, в свою очередь, зависит от удельного электрического сопротивления окружающего грунта.

Известно, что удельное сопротивление грунта напрямую зависит от таких характеристик, как почвенный состав грунта, температура в определенный момент времени года, содержание грунтовой влаги, степень засоленности, глубины промерзания грунта в зимний период, наличие многолетней мерзлоты и некоторых других. Для заземлителей существует еще один значимый фактор — переходное электрическое сопротивление электрод-грунт. Данная характеристика — важный показатель эффективности заземлителя как в составе молниезащиты зданий и оборудования, так и функционального заземления (например, телекоммуникационного оборудования), а также защитного (рабочего, рабоче-защитного, линейно-защитного) заземления.

Для достижения нормативных значений сопротивлений контура заземления в настоящее время используются множество способов. Наиболее известными, являются вертикальные (штыревые) заземлители, либо горизонтальные лучевые, из черной углеродистой стали, защищенные от коррозии горячим цинкованием или омедненных, которые забиваются или забуриваются в грунт.

В условиях высокоомных грунтов (например, скальные породы, сухой песок или вечномерзлые грунты) часто применяются глубинные заземлители, либо горизонтальные протяженные заземлители из полосовой стали или круглого сечения.

Применение таких способов, ставших «традиционными», чаще всего приводит к высокой металлоемкости контура заземления, выносу высокого потенциала за пределы защищаемого объекта, значительным трудозатратам на монтаж, обслуживание и последующий ремонт.

Для снижения переходного электрического сопротивления электрод-грунт и повышения эффективности заземлителей сегодня используются различные виды околоэлектродных заполнителей, такие как: засыпка из минеральных солей, засыпка из глины, а также угольная засыпка или коксовая мелочь и некоторые другие.

Рассмотрим наиболее популярные из них подробнее:

1. Добавление в грунт минеральных солей

Общеизвестно, что засыпка из минеральных солей вокруг заземлителя повышает электропроводность грунта, так как соль, смешиваясь с грунтовой влагой, превращается в электролит. Обычно это хлорид натрия (или поваренная соль). Также соль снижает температуру замерзания грунта и уменьшает риск образования наледей на теле заземлителя в зимний период. Такой метод достаточно популярен в северных регионах, в особенности в условиях многолетнемерзлых грунтов. Однако существенным минусом такого способа является снижение концентрации минеральных солей с течением времени, за счет их вымывания в периоды весеннего таяния снега или летних и осенних дождей, и, как следствие, уменьшение эффективности заземлителя со временем. Таким образом, данный метод имеет прямую зависимость от скорости миграции влаги в грунте, и является совершенно неприемлемым в скальных и гравелистых грунтах.

2. Замена грунта вокруг электрода глинистой смесью.

Так как электрическое сопротивление заземлителя прямо пропорционально удельному сопротивлению окружающего грунта, то замена части грунта вокруг электрода на глину, например бентонит, которая имеет хорошую электропроводность, решает эту проблему. Дополнительным плюсом является то, что глина не растворима в воде и практически не вымывается из приэлектродного пространства.

Существенным недостатком этого способа является значительное объемное расширение глины (до 300%) при насыщении ее водой, и при высыхании, что приводит к образованию воздушных полостей между глинистым заполнителем и телом заземлителя и резкому увеличению переходного сопротивления электрод-грунт. Кроме того, глина относится к пучинистым грунтам, в результате чего возрастает вероятность, так называемого, «морозного выдавливания» заземлителя из грунта. В засушливый сезон, высыхая, глина превращается в барьер для воды, который не позволяет грунтовой влаге проникать к заземлителю.

3. Угольная засыпка или засыпка коксовой мелочью.

Несмотря на хорошую электропроводность, такие засыпки плохо удерживают влагу вокруг заземлителя из-за низкой смачивающей способности угля, что существенно сказывается на величине электрического сопротивления заземления, особенно в засушливых районах. Кроме того, неоднородность фракции заполнителя приводит к недостаточной сплошности засыпки и образованию воздушных полостей в приэлектродном пространстве, что также негативно влияет на общую эффективность работы ЗУ.

Инновационное решение

НПО «Бипрон» еще в 2007 году поставило перед собой задачу разработать заземлитель, который будет эффективен как в условиях вечномерзлых грунтов, так и в засушливом климате. Одним из самых сложных для наших инженеров оказался вопрос о том, как добиться от околоэлектродной засыпки одновременно достаточной сплошности и хорошей электропроводности вне зависимости от сезонных изменений геоэлектрической структуры грунта, количества грунтовой влаги и температуры. Обычным способом, применяя только минеральные органические компоненты, такой задачи не решить. Мы перепробовали множество вариантов и в результате нашли инновационное решение, которое легло в основу «МАГ-2000» — минерального активатора грунта. Активатор представляет собой сухую смесь, который при затворении водой превращается в нерастворимый электропроводящий

гидрогель, не меняющий свои свойства сколь угодно долго, способный работать в большом температурном диапазоне: от -60 до +60°С.

Гидрогель не высыхает и не вымывается.

«МАГ-2000» (рис. 1) имеет удельное электрическое сопротивление менее 0.04 Ом*м, а гелеобразная структура обеспечивает отличную однородность засыпки. «МАГ» хорошо удерживает влагу вокруг электрода, что особенно актуально в сухих песчаных или скальных грунтах. Состав «МАГ» патентован.

Кроме заполнения пространства вокруг заземлителей, «МАГ-2000» применяют для засыпки магистральных шин заземления, сетки выравнивания потенциалов и уменьшения шагового напряжения на подстанциях.

Как видно, наш минеральный активатор имеет множество преимуществ по сравнению с другими заполнителями, но еще лучше его свойства проявляются при использовании вместе с заземляющими электродами «Бипрон». Электроды изготовлены из высококачественной нержавеющей стали и имеют внутри специальный многокомпонентный заполнитель, который проникает в грунт через перфорацию в стенках электрода, образуя электролит. Заполнитель подбирается в зависимости от влажности почвы и климатических условий. Электроды выпускаются в вертикальной и горизонтальной конфигурации (рис. 2).

Имея небольшую длину, 2,5–6 м, заземлители «Бипрон» чрезвычайно эффективны, что подтверждено на множестве объектов.

ООО «Бипрон» надежный поставщик для ПАО «ГАЗПРОМ», продукция сертифицирована в системе «ГАЗПРОМСЕРТ».

Аккредитация в ПАО «ТАТНЕФТЬ».

Заземление «Бипрон» входит в реестр инновационных решений ПАО «Россети».

Выводы

Традиционные методы заземления электроустановок применяют с самого начала электрификации. Но даже абсолютно правильно спроектированное и выполненное заземляющее устройство на основе изделий из черного металла не лишено серьезных недостатков, которые существенно ограничивают срок службы системы и ведут к значительному ухудшению характеристик сопротивления заземления с течением времени.

Стоит отметить, что для показателя сопротивления 4 Ом, в особенности на изолирующем основании, необходим монтаж большого количества заземлителей. Как правило, на объектах, где стоит подобное заземление, сопротивление далеко от этого показателя, и необходимо еще и еще набирать связки заземлителей, соединять их между собой, чтобы получить необходимое сопротивление, а это большое количество материала и большая площадь для установки заземления.

Неправильно выполненное заземление приводит к образованию нежелательных электромагнитных помех в работе оборудования и опасности поражения людей электрическим током.

Таким образом, при организации контура заземления, заказчикам и эксплуатирующим организациям, нужно думать не только о показателе сопротивления заземления на момент инсталляции, но и о дальнейшей эксплуатации данного контура заземления, и правильный выбор поможет избежать больших расходов и потерь в дальнейшем.

Рис. 1 — «МАГ-2000» — минеральный активатор грунта

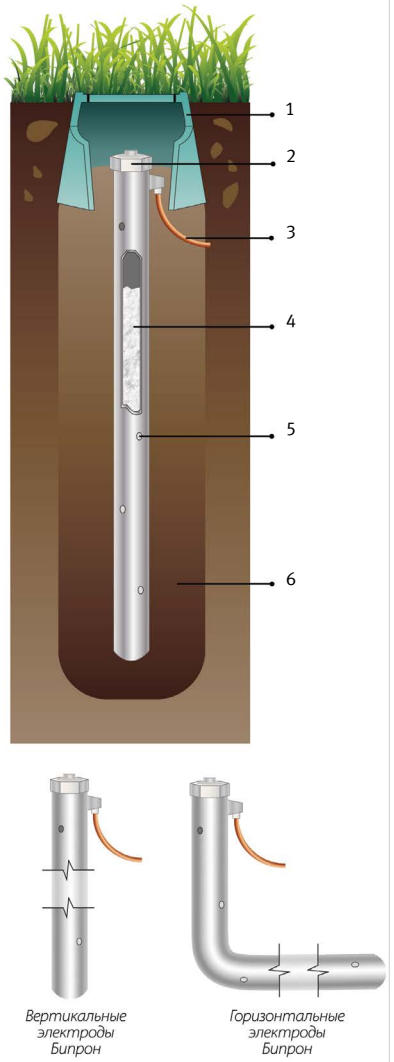

Рис. 2. 1 — сервисный колодец; 2 — резьбовая заглушка; 3 — кабель присоединения к проводнику; 4 — электролитический модуль; 5 — отверстия (перфорация) в стенках; 6 — минеральный активаторв электрода МАГ-2000

Эффективность технологии Бипрон™:

1. Один комплект «Бипрон», способен заменить 10 (десять) традиционных заземлителей той же длины.
2. Обеспечивается сверхбыстрое растекание электрического тока даже в грунтах с высоким удельным сопротивлением, например: сухие пески, скалы, вечная мерзлота.
3. Стабильная работа контура заземления вне зависимости от сезонных колебаний температур, влажности и изменения геоэлектрической структуры грунта.
4. Требуется на 70% меньше площади для размещения контура заземления в сравнении с традиционными системами.
5. Срок службы составляет 50 лет. Несложное и недорогое обслуживание — 1 раз в 5 лет.

Системе заземления Бипрон не требуется время на формирование области с высокой электропроводностью вокруг себя, она начинает «работать сразу».

Не менее значимым является и то, что во время эксплуатации показатели только улучшаются за счет постоянного формирования объема грунта с высокой электропроводностью вокруг электрода заземления.

В целом, применение технологии Бипрон™ позволяет экономить десятки миллионов рублей на устройстве и обслуживании контуров заземления, а также на безаварийной работе заземленного оборудования.

Бипрон

инновационные технологии электрозащиты

НПО «Бипрон»
Московская область,
Солнечногорский район, д. Бережки
+7 (495) 988 19-16, +7 (916) 988 50-00
+7 (924) 661 03-04
pro@bipron.com
BIPRON.COM. БИПРОН.РФ