

А.С. Грибанов¹¹ ООО «Бипрон» (Москва, Россия).

БИПРОН™: ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЗАЕМЛЕНИЯ В ВЫСОКООМНЫХ ГРУНТАХ. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АНОДНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

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 напрямую влияет на эффективность заземлителя, которая, в свою очередь, зависит от удельного электрического сопротивления окружающего грунта. При этом удельное сопротивление грунта 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 т. п. Для заземлителей существует еще один значимый фактор – переходное электрическое сопротивление «электрод – грунт». Данная характеристика является важным показателем эффективности заземлителя как для молниезащиты зданий и оборудования, так и для функционального заземления (например, телекоммуникационного оборудования), а также защитного (рабочего, рабоче-защитного, линейно-защитного) заземления.

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.

Для достижения нормативных значений контура заземления в настоящее время используется множество технологий. Наиболее известными являются вертикальные (штыревые) заземлители либо горизонтальные лучевые, из черной углеродистой стали, защищенные от коррозии цинкованием или омедненные. В условиях высокоомных грунтов (например, скальные породы, сухой песок или многолетнемерзлые 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 трудовозатратам на монтаж, обслуживание и последующий ремонт.

Для повышения эффективности заземлителя и снижения переходного электрического сопротивления «электрод – грунт» сегодня стараются увеличить площадь токоотдачи вокруг электрода. С этой целью используются различные виды околэлектродных заполнителей, таких как засыпка из минеральных солей, глины, а также угольная засыпка или коксовая мелочь и некоторые другие.

Рассмотрим наиболее популярные из них подробнее.

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. Соль снижает температуру замерзания грунта и уменьшает риск образования наледи 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 име-



Рис. 1. Электроустановка

ет прямую зависимость от скорости миграции влаги в грунте и является совершенно неприемлемым в скальных и гравелистых грунтах.

ЗАМЕНА ГРУНТА ВОКРУГ ЭЛЕКТРОДА ГЛИНИСТОЙ СМЕСЬЮ

Поскольку электрическое сопротивление заземлителя прямо пропорционально удельному сопротивлению окружающего грунта, замена части грунта вокруг электрода на глину, например бентонит, имеющий хорошую электропроводность, частично 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 это приводит к образованию воздушных полостей между глинистым заполнителем и телом заземлителя и резкому уве-

личению 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.

УГОЛЬНАЯ ЗАСЫПКА ИЛИ ЗАСЫПКА КОКСОВОЙ МЕЛОЧЬЮ

Принято, что при монтаже заземления с указанной засыпкой ее обильно проливают водой, и конечно, первые измерения сопротивления показывают хороший результат. Однако попробуйте снять показания после сухого лета – и вы будете неприятно удивлены. Несмотря на хорошую электропроводность, такие засыпки плохо удерживают влагу вокруг заземлителя из-за низкой смачивающей способности угля, что существенно сказывается на величине электрического сопротивления за-

земления, 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 заземляющего устройства.

ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ

НПО «Бипрон» еще в 2007 г. поставило перед собой задачу разработать заземлитель, который будет эффективен в любых почвенно-климатических условиях, особенно в высокоомных грунтах (скалы, сухие пески, многолетнемерзлые грунты). Одним из самых сложных для наших инженеров оказался вопрос, как добиться от околоэлектродной засыпки одновременно достаточной сплошности и хорошей электропроводности вне зависимости от сезонных изменений геоэлектрической структуры грунта, количества грунтовой влаги и температуры.

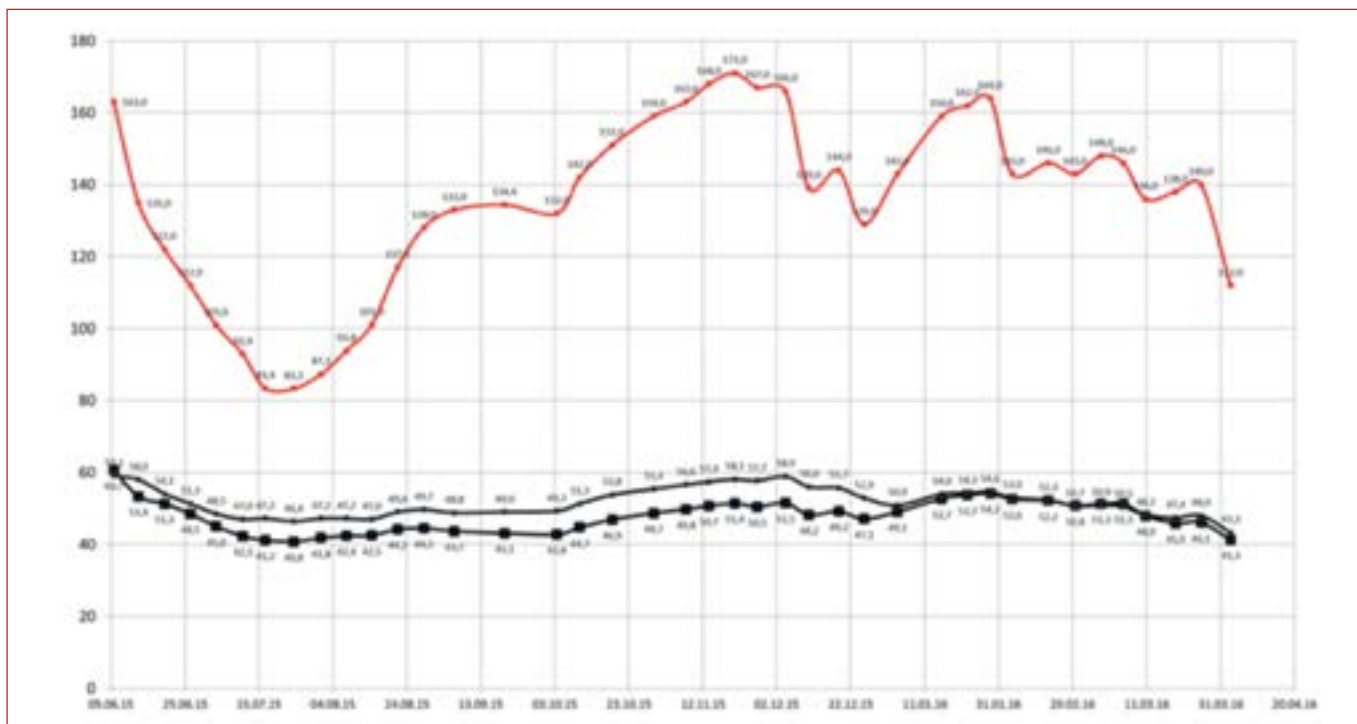


Рис. 2. Сравнительный анализ изменения сопротивления традиционного заземляющего электрода (красный) и заземлителя «Бипрон» (черный), той же длины и диаметра

Мы – единственные в России, кто проводит долгосрочные испытания заземления.

Специалистам было бы интересно увидеть, насколько нестабильны показатели традиционного заземления, зависящие от времени года, климатических условий и т. д. (рис. 2).

Обычным способом, применяя только минеральные органические компоненты, такой задачи не решить. В лаборатории компании было протестировано множество компонентов и их сочетаний. В результате мы нашли инновационное решение, которое легло в основу «МАГ-2000» – минерального активатора грунта, представляющего собой сухую смесь, которая 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.

Представьте себе электрод, находящийся в течение всего срока эксплуатации в некой полувлажной гелевой «рубашке», которая

увеличивает площадь токоотдачи и имеет минимальное переходное сопротивление «электрод – грунт». Мечта стала реальностью!

Специалисты по электрохимической защите (ЭХЗ) от коррозии отмечают, что применение «МАГ-2000» в качестве замены окружающих грунта вокруг анодных электродов увеличивает их эффективность.

«МАГ-2000» 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, а также в засушливой местности. Поставляется минеральный активатор в мешках по 30 кг в виде сухой смеси, которая перед укладкой затворяется водой.

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.

«МАГ-2000» имеет множество преимуществ по сравнению с другими наполнителями, но еще лучше его свойства проявляются при использовании вместе с заземляющими электродами «Бипрон». Заземлители «Бипрон» изготовлены из высококачественной нержавеющей стали и имеют внутри специальный



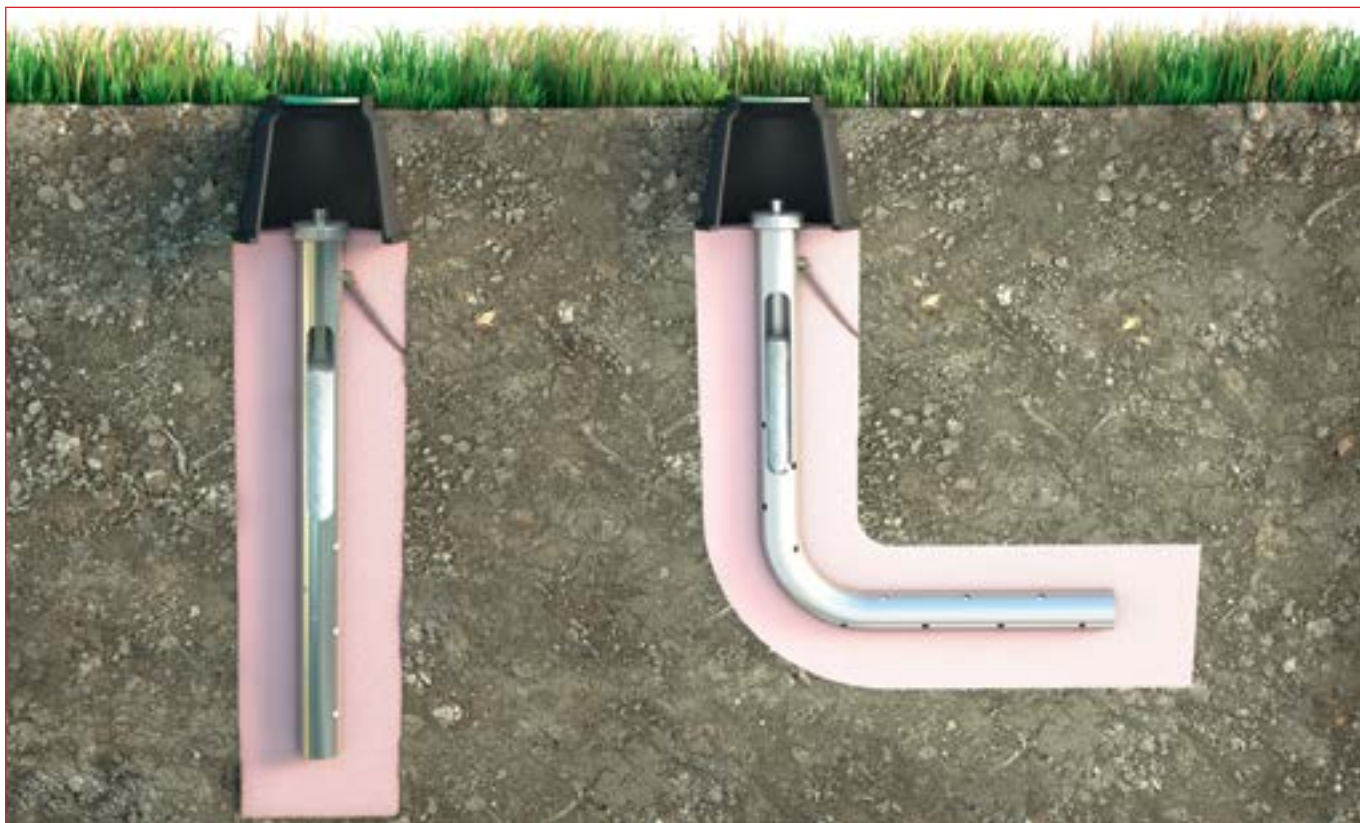


Рис. 3. Система заземления «БИПРОН»

многокомпонентный наполнитель, который проникает в грунт через перфорацию в стенках электрода, образуя электролит. Этот наполнитель подбирается в зависимости от влажности почвы и климатических условий. Заземлители «Бипрон», длина которых составляет всего 2,5–6,0 м, чрезвычайно эффективны в любых почвенно-климатических условиях, вне зависимости от типа грунта.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ В СЛЕДУЮЩЕМ:

- 1) один электрод «Бипрон» в комплекте с минеральным активатором грунта «МАГ-2000» 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, многолетняя мерзлота (здесь аналогов нет);
- 3) гарантирована стабильная работа контура заземления вне за-

висимости 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) гарантийный срок службы – 30 лет.

Системе заземления «Бипрон» не требуется время на формирование области с высокой электропроводностью вокруг себя, она начинает работать сразу. Отметим, что в ходе 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 заземляющих устройств.

Продукция «Бипрон» включена в Реестр инновационных решений ПАО «Россети».

ООО «Бипрон» – надежный поставщик ПАО «Газпром». Пройдена сертификация в системе ГАЗПРОМСЕРТ. Имеется аккредитация в ПАО «Газпром нефть», ПАО «Татнефть».

В сентябре 2016 г. успешно прошли испытания на опорах ВЛ-110 кВ Вьетнамской государственной энергетической компании Vietnam Electricity (EVN)



Бипрон

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ЭЛЕКТРОЗАЩИТЫ

ООО «Бипрон»
141591, РФ, Московская обл.,
Солнечногорский р-н, дер. Бережки
Тел.: +7 (495) 988-19-16,
+7 (916) 988-50-00
e-mail: pro@bipron.com
www.bipron.com