

ОСОБЕННОСТИ ЗАЗЕМЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ.

Краткий технический обзор.
Джозеф Ланзони, США, Ноябрь 2005

Электрическое заземление в условиях вечномерзлых грунтов всегда вызывает большие сомнения у разработчиков проектов электрических систем.

С одной стороны, большинство проектных норм и справочной информации разработаны для районов с умеренным климатом, где вечномерзлые грунты не встречаются. Для районов с вечномерзлыми грунтами норм и методов решения – единицы.

С другой стороны, большинство грунтов, за исключением горных и песчаных областей имеют низкое или умеренное удельное сопротивление, позволяя, тем самым, достичь желаемой электрической проводимости контура достаточно просто (без использования дорогих и технически сложных методов). 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 вечномерзлым грунтом все равно существуют сезонные изменения состояния почвы. За летний период происходит оттаивание верхнего слоя (от 1 до 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, как показано на рисунке 1.

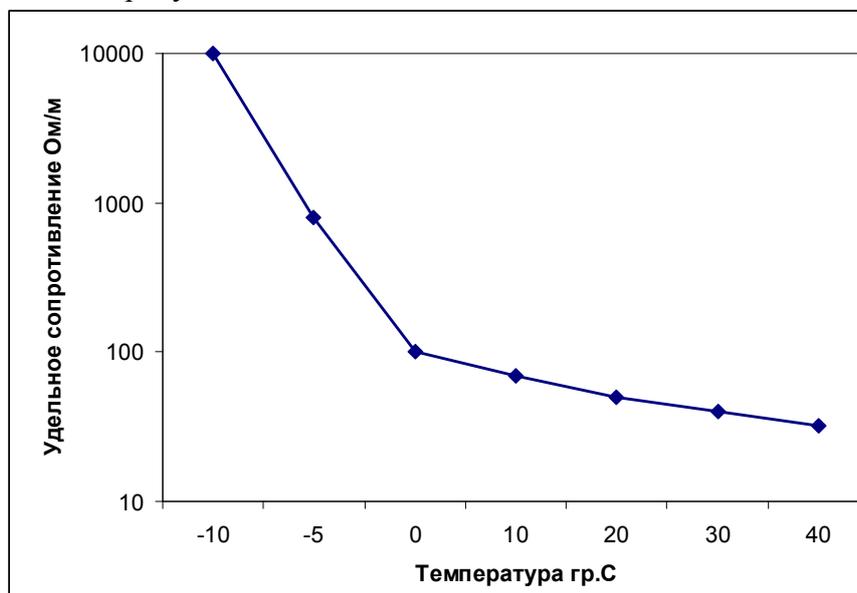


Рис. 1 Зависимость удельного электрического сопротивления грунта в зависимости от его температуры.

Например, при средней температуре 20°C, илистый грунт с глинистыми включениями и малым содержанием пылеватых песков, имеет удельное электрическое сопротивление 50 Ом*м. Стандартный заземляющий электрод диаметром 19 мм. и длиной 3м в этих условиях будет работать, как показано в таблице 1:

Сопротивление грунта, Ом*м	50	700
Сопротивление одного электрода D=19 мм.*L= 3м, Ом.	17	240
Требуемое количество электродов для достижения сопротивления контура = 4 Ом.	5	60

Табл. 1: Стандартный заземляющий электрод в грунте с удельным сопротивлением 50 и 700 Ом * м.

ДВА ИСПЫТАННЫХ СПОСОБА РАЗРЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ.

Известны два способа достижения низкого сопротивления грунта в условиях вечномерзлых 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. См. рис. 2.

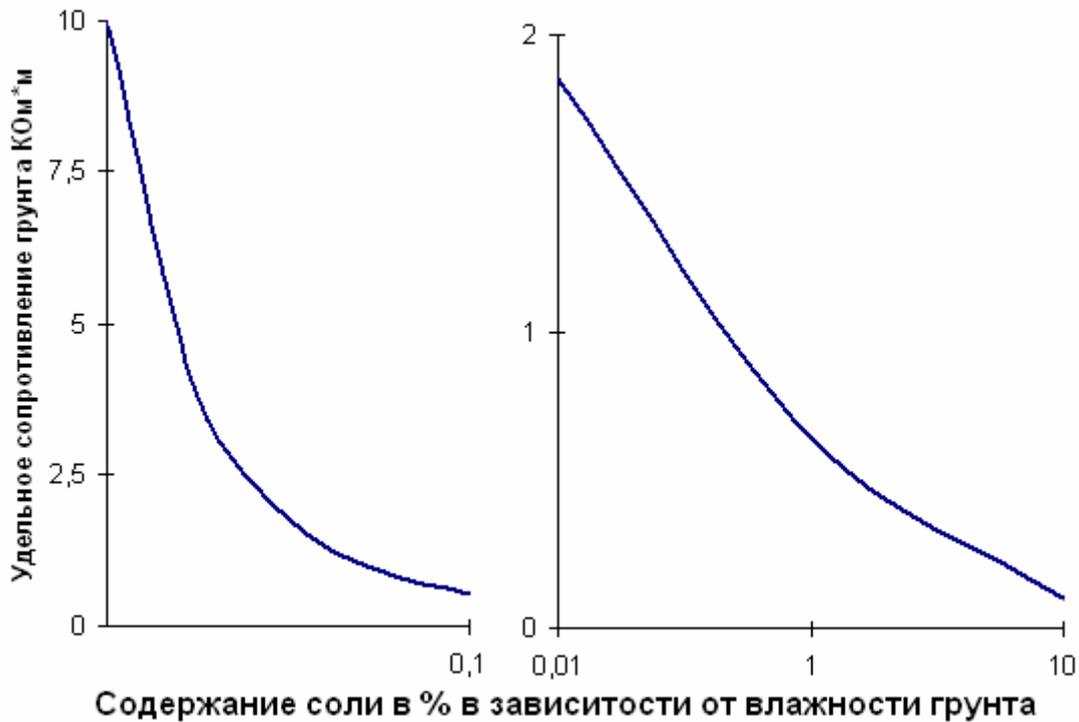


Рис.2 Влияние объема соли в грунте на его электропроводность.

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, как показано на Рис. 3.

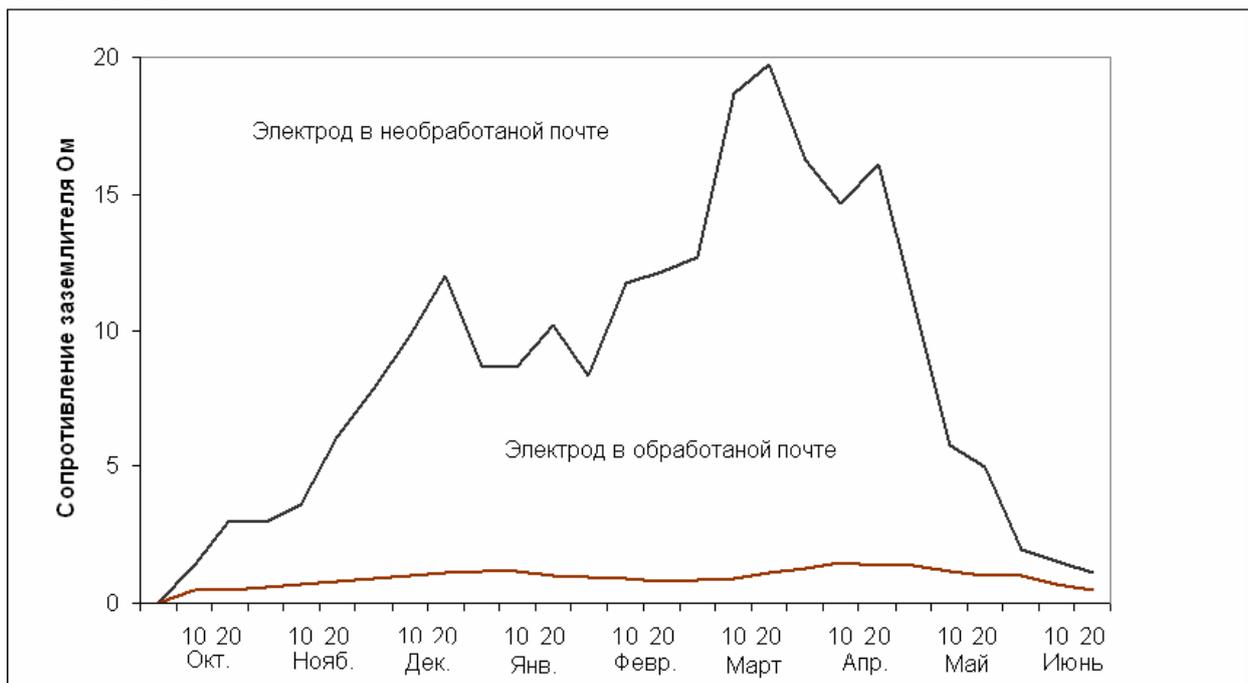


Рис. 3 Сравнительный анализ изменения сопротивления электрода в обработанной и необработанной почве, по данным инженерного корпуса армии США.

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. Используя данные из выше описанного примера при удельном сопротивлении грунта 50 и 700 Ом *м можно увидеть, что всего несколько электродов достаточно для желаемого результата. См. Таб. 2.

Сопротивление грунта, Ом*м	50	700
Сопротивление одного электрода D=19 мм.*L= 3м. в грунтовой добавке с высокой электропроводимостью, Ом.	9	124
Требуемое количество электродов для достижения сопротивления контура = 4 Ом.	3	31

Табл. 2; Электроды с грунтовой добавкой в почве с удельным сопротивлением 50 и 700 Ом* м.

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВУХ СПОСОБОВ.

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 они не вызывают ускорения коррозии материалов 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. Рассматривая все тот же пример, с грунтом с удельным сопротивлением 50 и 700 Ом *м можно увидеть, что требуется еще меньше электродов для достижения желаемого сопротивления грунта в 25 Ом. См. Табл. 3.

Сопротивление грунта, Ом*м	50	700
Сопротивление одного химически- активируемого электрода в грунтовой добавке после 1-3 месяцев, Ом.	2	18
Требуемое количество электродов для достижения сопротивления контура = 4 Ом.	1	5

Табл. 3 Химически-активный электрод в грунте с удельным сопротивлением 50 и 700 Ом *м.

РАЗРАБОТАННОЕ РЕШЕНИЕ.

Химический заземляющий электрод с наружным диаметром 67 мм (2 5/8 дюйма) для увеличения площади контакта с землей, заправленный смесью минеральных солей.

Используется совместно с электропроводным материалом, изготовленным из смеси графита и глины. В условиях вечной мерзлоты значительно уменьшает электрическое сопротивление грунта и повышает работоспособность всей системы.

Данный материал, кроме того, может быть использован в качестве замены окружающего грунта для электродов любого типа, включая, вертикальные заземляющие стержни, заземляющие кабели и т. п.

Химический заземляющий электрод ERICO

Общие данные.

Назначение.

Химический заземляющий электрод ERICO предназначен для обеспечения электрического контакта с землей. Установленный в соответствии с определенными требованиями, обеспечит поступление специальных минеральных солей в окружающий грунт равномерно, по всей длине электрода, тем самым, значительно улучшая электропроводность почвы. Химический электрод работает примерно в 10 раз эффективнее, чем обычный медный проводник.

Тип	Химический заземляющий электрод ERICO
Страна производитель	США
Соответствие стандарту	UL 467 и CSA C22.2
Диаметр стержня ; мм	54
Толщина стенки; мм	2,1
Длина; м	3,05 - 6,1
Материал электрода	Медь
Заполнение электрода	Смесь минеральных солей
Исполнение электрода	Вертикальное; Горизонтальное (L-образное)
Соединение с проводником	Экзотермическая сварка (проводник направлен вверх или вниз)
Материал засыпки электрода	Бентонитовая глина, GEM (смесь графита и цемента). Материал с низким удельным сопротивлением (0,3 – 0,8 Ом *м)

- Заземлитель позволяет абсорбировать влагу, как из окружающего грунта, так и из воздуха;
- Зависит от длины электрода. Для 3-х метрового (10 фут.) заземлителя - около 32 килограммов;

ГАРАНТИЯ.

Производитель гарантирует бесперебойную работу заземлителя в течении всего срока эксплуатации (не менее 30 лет).