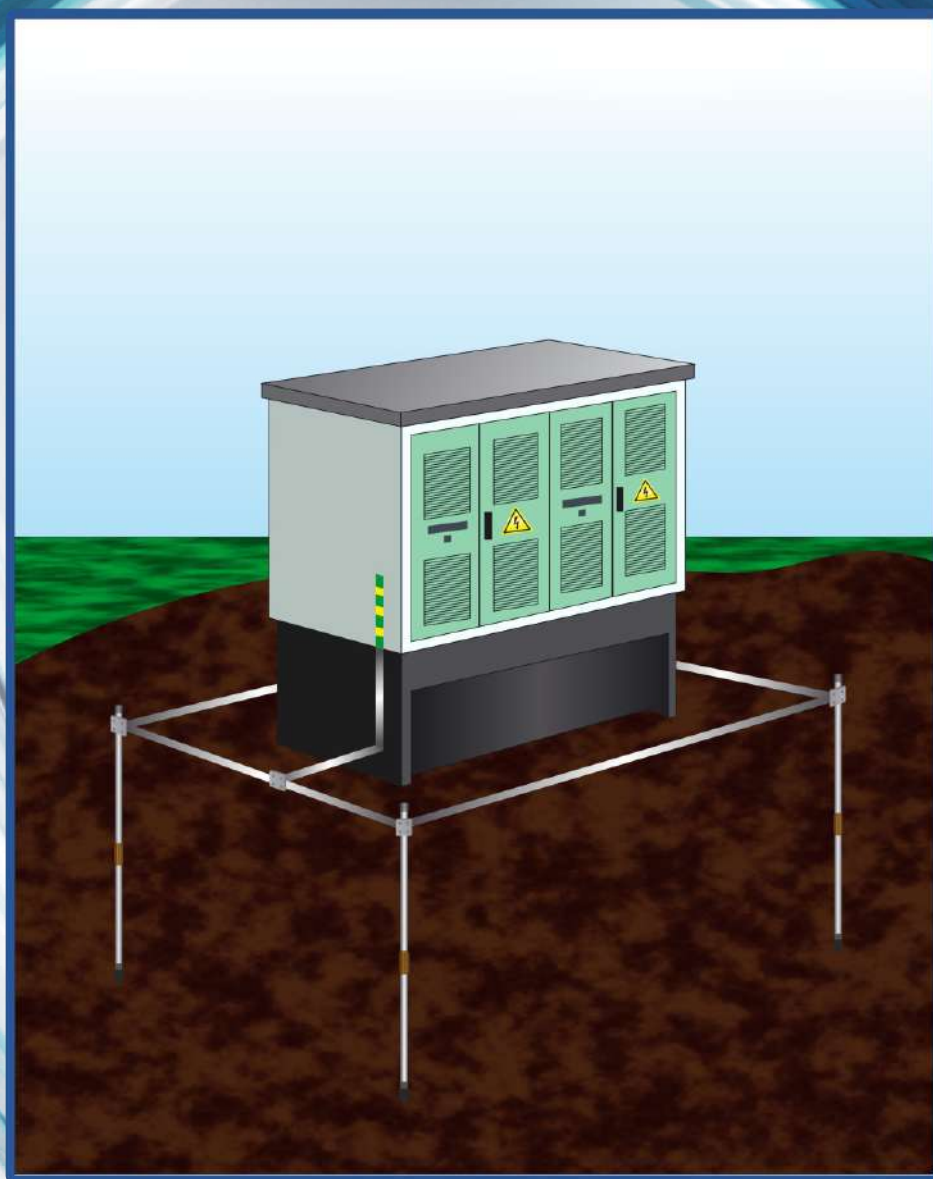




ИГУР

**Заземление комплектных
трансформаторных подстанций с помощью
глубинных составных заземлителей «ИГУР»**



Оптимальный способ заземления комплектных трансформаторных подстанций.

Основные преимущества комплектных трансформаторных подстанций (КТП), состоящие в компактности и полной заводской готовности, дополняются комплектованием их **глубинными составными заземлителями**. Во-первых, глубинные заземлители позволяют получить нормируемое значение сопротивления заземления на ограниченной площади за счет использования более плотных и влажных глубинных слоев грунта с меньшим удельным сопротивлением. Во-вторых, включение заземлителей в состав комплекта поставляемого оборудования полностью завершает весь комплекс технических средств, связанных с монтажом трансформаторных подстанций, поскольку заземление является неотъемлемой составляющей любой КТП.

Наиболее отработанной, опробованной во многих отраслях промышленности и в полной мере соответствующей требованиям отечественных и международных норм является конструкция глубинного составного заземлителя, разработанного, запатентованного и производимого предприятием «ИГУР» (Беларусь) в соответствии с ТУ ВУ 200001265.001-2006.

Техническая характеристика глубинных заземлителей «ИГУР»

Заземлитель представляет собой (см. рис. 1) комплект стальных стержней длиной 1,5 м, диаметром 16 мм, последовательно соединяемых между собой посредством муфт и погружаемых на глубину от 1,5 м до 20 м в зависимости от требуемого значения сопротивления заземления.

Заземлитель устойчив к коррозии, что обеспечивается защитой стержней цинковым покрытием толщиной не менее 70 мкм, достигаемым методом горячего оцинкования.

Совокупность соединенных стержней образуют вертикальный электрод заземления. При необходимости вертикальных электродов заземления может быть несколько. Отдельные вертикальные электроды соединяются между собой с помощью круглых или плоских горизонтальных электродов сваркой или специальными зажимами.

Преимущества глубинных заземлителей «ИГУР»

Глубинные заземлители, способные погружаться на глубину порядка 20 м в плотные и влагонасыщенные слои грунта, имеющие низкое удельное электрическое сопротивление, эффективные для растекания тока, позволяют обеспечить:

- достижение нормированной величины сопротивления заземляющего устройства минимальным количеством вертикальных электродов с минимальными материальными затратами. Часто вместо 40-50 традиционных вертикальных электродов достаточно 2-3 глубинных электродов;
- уменьшение площади, занимаемой ЗУ;
- долговечность ЗУ, соизмеримую со сроком службы заземляемой электроустановки, что достигается защитой стержней антикоррозионным цинковым покрытием, получаемым методом горячего оцинкования;
- устойчивость и неизменность нормированной величины сопротивления ЗУ от сезонных колебаний температуры за счет погружения электродов на большую глубину. Сезонный коэффициент глубинных заземлителей при погружении их на 10 м и ниже приближается к 1;
- удобную и безопасную технологию погружения путем использования стандартных эргономичных элементов заземления, а также серийно выпускаемого ручного виброударного инструмента со специально подобранными для этой цели параметрами;

Особенности конструкции заземлителей «ИГУР», обеспечивающие погружение на большую глубину и длительную стойкость в грунте.

Особенностями заземлителей «ИГУР» являются:

- упрочненная сталь с защитным цинковым покрытием, достигаемым методом горячего оцинкования;
- соединение отдельных стержней с помощью резьбовой муфты.

Именно такая конструкция соединения обеспечивает погружение стержней на значительную глубину. Имея несколько больший диаметр по сравнению с диаметром стержня, муфта принимает на себя основную истирающую нагрузку во время погружения в грунт. Благодаря муфте значительно снижается нагрузка от бокового трения на сами стержни.

Муфта выполнена так, чтобы соединяемые стержни встречались на ее середине, а силы, возникающие во время погружения, передавались со стержня на стержень, а не через муфту. Муфта не участвует в передаче нагрузки.

Стержни заземления, соединяемые между собой иными способами, например вкручиванием или вбиванием одного стержня в другой, либо с помощью безрезьбовых конических муфт не являются глубинными (могут быть погружены лишь на глубину 4 – 6 м). При погружении таких стержней на большую глубину воздействие чрезмерных нагрузок приводит к повреждению соединения;

- подбор металлов, допустимых для контакта, с целью предотвращения контактной коррозии.

Заземлители «ИГУР» могут быть без ограничений использованы на объектах нефтегазовой отрасли и железнодорожной инфраструктуры.

- идеально подходят для кислых грунтовых условий РБ и РФ со значением $pH \leq 7$;
- совместимы с другими, широко применяемыми элементами заземления (оцинкованная полоса, используемая в качестве горизонтального электрода заземления), поскольку не приводят к контактной коррозии;
- могут применяться для ремонта существующих систем заземления (как правило, из черной стали) с точки зрения их контактной совместимости;
- могут применяться для заземления электроустановок, работающих в зонах с катодной защитой (стальные трубы нефте- и газопроводов), поскольку, в отличие от медных заземлителей, не искажают потенциал катодной защиты.

Соответствие заземлителей «ИГУР» требованиям нормативных документов.

Глубинный заземлитель «ИГУР» в части размеров сечения стержней и защитного цинкового покрытия соответствует требованиям действующих норм:

Республики Беларусь:

- стандарт ГПО “Белэнерго” СТП 09110.47.203-07 “Методические указания по выполнению заземления на электрических станциях и подстанциях напряжением до 750кВ;
- ТКП 336-2011(02230) “Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций”. (Приказ Министерства энергетики РБ от 12 августа 2011г., с отметкой РД 34.21.122-87);
- ТКП 339-2011 (02230) “Электроустановки на напряжение до 750кВ. Правила устройства и защитные меры электробезопасности” (Приказ ГПО “Белэнерго” от 23 августа 2011г., взамен ПЭУ 6-е изд).

Российской Федерации:

- ГОСТ Р50571.5.54-2013. Электроустановки низковольтные. Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и проводники уравнивания потенциалов.



Рис. 1 Вид заземлителя в сборе

Проектирование заземления КТП на основе глубинных заземлителей «ИГУР»

Для заземления КТП наиболее рационально заземляющее устройство, состоящее из горизонтальных и вертикальных электродов заземления. Причем горизонтальный электрод заземления (полоса стальная оцинкованная) укладывается по периметру здания ТП на расстоянии не менее 1 м от наружных стен, на глубине 0,6 – 0,7 м. По углам образовавшегося контура погружают вертикальные электроды заземления на глубину, необходимую для достижения нормируемого значения сопротивления. Общая схема заземления КТП показана на рис. 2. При необходимости увеличения числа вертикальных электродов более четырех укладывается второй контур заземления, объединенный с первым, где располагается требуемое количество вертикальных электродов. При этом расстояние между отдельными вертикальными электродами должно быть не менее глубины их погружения (но не менее 10 м).

В основе расчета заземлителей лежит величина удельного сопротивления грунта ρ , $\Omega \cdot \text{м}$.

Достоверность расчета зависит от величины удельного сопротивления, характеризующей грунт по всей глубине заложения будущего заземления.

1. В дальнейшем для расчетов используются следующие упрощенные зависимости:

а) Для одиночного вертикального электрода заземления:

$$R_1 = 0,83\rho / l \quad (1),$$

Где:

R_1 - сопротивление заземления,
 ρ - удельное сопротивление грунта, м
 l - длина (глубина) заземления, м

б) Для нескольких вертикальных электродов заземления:

$$R = R_1 / 0,9n \quad (2),$$

Где:

n - число одиночных электродов
 R_1 - сопротивление одиночного электрода заземления
 R - заданное сопротивление заземления.

2. По формуле (1) рассчитывают сопротивление одиночного заземлителя, погруженного на глубину l при значении удельного сопротивления грунта ρ . Глубина погружения (порядка 20 м) выбирается исходя из предполагаемых свойств грунтов в месте устройства заземления (чем больше удельное сопротивление грунтов, тем больше глубина погружения).

3. По формуле (2) определяют количество n вертикальных электродов заземления, необходимых для достижения заданного значения сопротивления заземления R , при условии, что сопротивление каждого одиночного электрода составляет R_1 .

4. Часто в практике устройства заземления информация о грунтах (геологический разрез, уровень грунтовых вод) и, в частности, об их удельном сопротивлении на всю глубину заложения отсутствует. В этом случае применяется так называемый **метод пробного зондирования**. Предложенный метод позволяет получить реальные усредненные характеристики грунта по всей глубине заложения будущего заземления или так называемое «эквивалентное удельное сопротивление»

(Согласно ПУЭ эквивалентным удельным сопротивлением земли с неоднородной структурой называется такое удельное сопротивление земли с однородной структурой, в которой сопротивление заземляющего устройства имеет то же значение, что и в земле с неоднородной структурой. Термин «удельное сопротивление» для земли с неоднородной структурой следует понимать как «эквивалентное удельное сопротивление».)

5. Сущность метода состоит в погружении в зоне планируемого заземления первого (пробного) электрода. Одновременно замеряют сопротивление погружаемого электрода.

Окончательное значение сопротивления принимают на глубине погружения, при которой падение сопротивления прекращается. В последующем этот электрод включается в работу заземления.

Таким образом, получают величину R_1 из формулы (1). Отсюда расчетным путем получают значение « ρ » и используют его в дальнейших расчетах заземляющего устройства.

На основании обобщенных зависимостей и опыта применения, для удобства подбора количества элементов, необходимого для достижения заданного сопротивления заземления, в таблицах 1, 2, 3 представлены комплекты заземлителей соответственно для **1, 2 и 4 Ω** в зависимости от свойств грунтов.

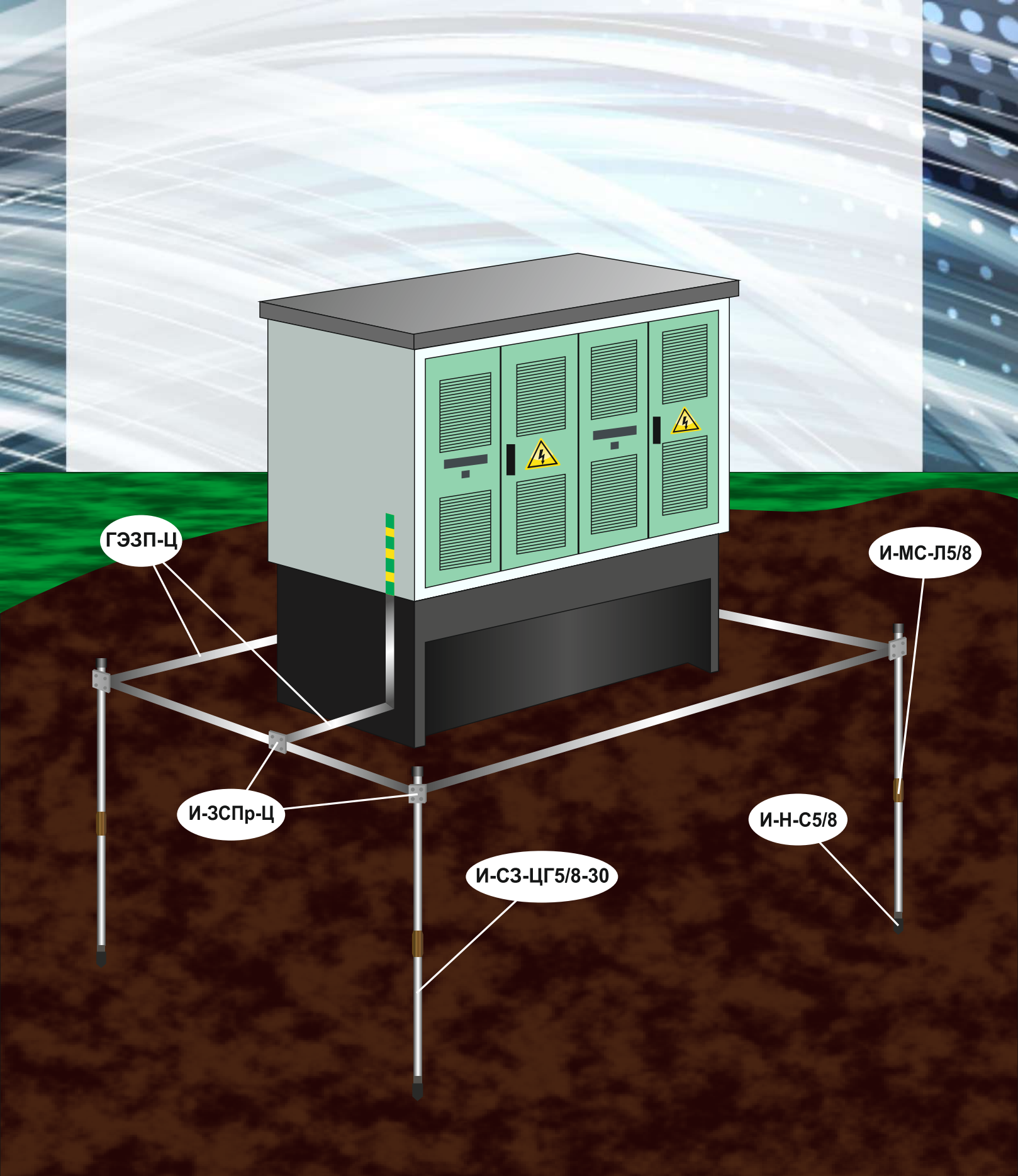


Рис. 2

Пример записи при отражении в проектах и последующих закупках:

*Заземлитель вертикальный составной ИГУР (ТУ ВУ 200001265.001-2006) из элементов, устойчивых к коррозии по ТКП 339-2011 (для Республики Беларусь) по ГОСТ Р 50571.5.54-2013 (для Российской Федерации) и далее – необходимое по расчету количество элементов заземлителя или указание **уникального обозначения комплекта** (см.таблицы подбора комплектов).*

Расшифровка обозначения комплекта:

Например **И.2-4-9**,
где

- И** - производитель заземлителей фирма «ИГУР» (www.igur.by);
- 2** - нормируемое значение сопротивления заземления, *Ом*;
- 4** - число вертикальных глубинных электродов заземления;
- 9** - число стержней в каждом вертикальном электроде.

Основаниями для расчета комплекта заземляющего устройства являются сведения, дополнительно включаемые в опросный лист:

- нормированное значение сопротивления заземляющего устройства;
- значение удельного сопротивления грунта (на возможно большей глубине) на площадке объекта.

Предприятием «ИГУР» разработаны, согласованы и зарегистрированы в Фонде Проектной Документации следующие типовые серии:

Республики Беларусь:

Типовая серия БЗ.407-1.14 «Заземление электроустановок. Заземлитель «ИГУР». Выпуск 1. Рабочие чертежи.»

Российской федерации:

Типовая серия 5.407-157.16 «Заземление электроустановок. Заземлитель «ИГУР». Выпуск 1. Материалы для проектирования и рабочие чертежи.»

Сведения о разработчике и изготовителе глубинных заземлителей

Унитарное предприятие «ИГУР»,
г. Брест, ул. Орджоникидзе, 39,
тел./факс +375 (162) 53-91-97, 53-93-09, 53-80-56
e-mail: igur@tut.by
www.igur.by

Таблица 1.

КОМПЛЕКТ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ 1Ω В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СВОЙСТВ ГРУНТОВ

Состав грунта	Эквивалентное удельное сопротивление грунта* Ом м	Обозначение комплекта**	Вертикальный электрод заземления, состоящий из отдельных стержней длиной 1,5 м, соединенных между собой посредством муфт						Крестовой зажим
			Число вертикальных электродов	Число стержней в одном электроде	Всего стержней	Муфты соедин.	Наконечники	Оголовки	
Илы, глина тяжелая, торфяники	40	И 1-4-7	4	7	28	28	4	2	5
Суглинки, пески глинистые и илистые	100	И 1-5-12	5	12	60	60	5	5	6
Пески глинистые и пылеватые	200	И 1-9-13	9	13	117	117	9	9	10
Пески луговые, гравий	400	И 1-16-15	16	15	240	240	16	16	17

* Для повышения достоверности расчета принимается по всей глубине заложения вертикальных электродов.

** Используется для отражения в проектах и последующих закупках.

Расшифровка обозначения: производитель заземлителей фирма «ИГУР», нормируемое значение сопротивления заземления, Ом - число вертикальных глубинных электродов заземления - число стержней в каждом вертикальном электроде.

*** Дополнительно учитывается горизонтальный электрод заземления, объединяющий вертикальные электроды, а также заземляющий проводник, соединяющий заземляющее устройство с главной заземляющей шиной.

Таблица 2.

КОМПЛЕКТ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ $2\ \Omega$ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СВОЙСТВ ГРУНТОВ

Состав грунта	Эквивалентное удельное сопротивление грунта*	Обозначение комплекта**	Вертикальный электрод заземления, состоящий из отдельных стержней длиной 1,5 м, соединенных между собой посредством муфт						Крепительный зажим
			Число вертикальных электродов	Число стержней в одном электроде	Всего стержней	Муфты соедин.	Наконечники	Оголки	
Илы, глина тяжелая, торфяники	40	И 2-4-3	4	3	12	12	4	4	5
Суглинки, пески глинистые и илистые	100	И 2-4-9	4	9	36	36	4	4	5
Пески глинистые и пылеватые	200	И 2-5-12	5	12	60	60	5	5	6
Пески луговые, гравий	400	И 2-9-13	9	13	117	117	9	9	10

* Для повышения достоверности расчета принимается по всей глубине заложения вертикальных электродов.

** Используется для отражения в проектах и последующих закупках.

Расшифровка обозначения: производитель заземлителей фирма «ИГУР», нормируемое значение сопротивления заземления, Ом - число вертикальных глубинных электродов заземления - число стержней в каждом вертикальном электроде.

*** Дополнительно учитывается горизонтальный электрод заземления, объединяющий вертикальные электроды, а также заземляющий проводник, соединяющий заземляющее устройство с главной заземляющей шиной.

Таблица 3.

КОМПЛЕКТ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ $4\ \Omega$ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СВОЙСТВ ГРУНТОВ

Состав грунта	Эквивалентное удельное сопротивление грунта* Ом м	Обозначение комплекта**	Вертикальный электрод заземления, состоящий из отдельных стержней длиной 1,5 м, соединенных между собой посредством муфт					Крестовой зажим	
			Число вертикальных электродов	Число стержней в одном электроде	Всего стержней	Муфты соедин.	Наконечники		
Илы, глина тяжелая, торфяники	40	И 4-1-8	1	8	8	8	1	1	2
Суглинки, пески глинистые и илистые	100	И 4-4-5	4	5	20	20	4	4	5
Пески глинистые и пылеватые	200	И 4-4-9	4	9	36	36	4	4	5
Пески луговые, гравий	400	И 4-5-12	5	12	60	60	5	5	6

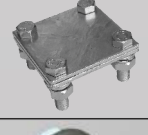
* Для повышения достоверности расчета принимается по всей глубине заложения вертикальных электродов.

** Используется для отражения в проектах и последующих закупках.

Расшифровка обозначения: производитель заземлителей фирма «ИГУР», нормируемое значение сопротивления заземления, Ом - число вертикальных глубинных электродов заземления - число стержней в каждом вертикальном электроде.

*** Дополнительно учитывается горизонтальный электрод заземления, объединяющий вертикальные электроды, а также заземляющий проводник, соединяющий заземляющее устройство с главной заземляющей шиной.

Каталог элементов глубинного заземления

Внешний вид изделия	№ кат.	Назначение		Материал/Масса	Размеры
	И-СЗ-ЦГ5/8-30	Стержень вертикального электрода заземления	Для погружения на глубину 3-30 м.	Упрочненная сталь с прочностью на разрыв не менее 550 МПа. Оцинков. горячим способом. Вес 2,45 кг	Диаметр16 мм, Длина 1500 мм Резьба 5/8" UNC
	И-СЗ-ЦГ5/8-9		Для погружения на глубину 3-9 м.	Обычная сталь с прочностью на разрыв не более 450 МПа. Оцинков. горячим способом. Вес 2,45кг	Диаметр16 мм, Длина 1500 мм Резьба 5/8" UNC
	И-МС-Л5/8	Муфта соединительная	Для соединения стержней вертикал. электрода заземл.	Изготовлена из латуни. Вес 0,12кг.	Длина 70мм Резьба 5/8" UNC.
	И-МС-ЦТ5/8			Изготовлена из стали, оцинкованной методом термодиффузии. Вес 0,14кг.	Длина 70мм Резьба 5/8" UNC.
	И-О-С5/8	Оголовок для передачи нагрузки от виброударного инструмента на стержень заземления		Изготовлен из упрочненной стали. Вес 0,14 кг.	Длина 50мм Резьба 5/8"UNC.
	И-Н-С5/8	Наконечник для прошивки грунта при погружении стержней заземлителя		Изготовлен из упрочненной стали. Вес: 0,056 кг.	Длина 30 мм Резьба 5/8"UNC.
	И-ПЭА	Паста электропроводящая антикоррозионная для обеспечения лучшей электропроводимости и долговечности резьбового муфтового соединения стержней заземлителя		Использование смазки обязательно для каждого соединения	Емкости по 100-400 г Расход: 400-500 г на 100 стержней
	И-ЗСПр-Ц	Зажим соединительный профильный для болтового соединения плоских проводников со стержнем заземлителя.		Изготовлен из горячеоцинкованной стали. Вес: 0,31 кг.	60x60 мм
	И-ЗСПл-Ц	Зажим соединительный плоский для болтового соединения плоских проводников по длине.		Изготовлен из горячеоцинкованной стали. Вес: 0,31 кг.	60x60 мм
	ГЗЗП-Ц	Горизонтальный электрод заземления прямоугольного сечения		Сталь оцинкованная 0,8 кг/м в бухтах по 20-80 кг	Сечение: 20x3; 20x4 25x3; 25x4 30x3; 30x4 35x3; 35x4 40x3; 40x4
	ДП-Ц-40x4	Держатель полосы с креплением для максимального размера полосы 40x4мм		Сталь оцинкованная. Вес: 0,1 кг	60x20 мм
	И-МЗ-Л5/8	Муфтовый зажим для болтового соединения круглых медных заземляющих проводников со стержнем заземлителя.		Изготовлен из латуни. Вес 0,15 кг.	Длина 70мм Резьба 5/8"UNC.
	ККИ-П	Колодец контрольно-измерительный. Позволяет проводить осмотр соединения "заземлитель-заземляющий проводник", а также производить контрольные измерения сопротивления заземлителя		Пластмасса, крышка упрочнена стекловолокном 1,5 кг	258x258x215
	ГЗШ-М (10+1)	Главная заземляющая шина для уравнивания потенциалов. Шина содержит 10 зажимов для проводников сечением 2,5-95 мм ² и 1 зажим для полосы сечением 4x30 мм ²		Сл, пластиковый корпус 0,4 кг	161x57x47
	ЗОМ25-50	Электрический отбойный молоток. Многофункциональный инструмент, оптимален для погружения стержней глубинного заземления. Энергия удара: 25-50 Дж; Частота ударов: 1400/мин		Пластмассовый футляр тележка 16 кг	