

Проектирование заземлителей

Удельное сопротивление грунтов оказывает решающее влияние на устройство заземления.

На удельное сопротивление грунтов влияют:

Физический состав – в зависимости от вида грунтов сопротивление колеблется от нескольких до нескольких тысяч омметров (Ом м). Везде, где это возможно, следует избегать сухих песчаных и скалистых грунтов.

Таблица 1.

Удельное сопротивление грунтов

№ п/п	Состав грунта	Среднее удельное сопротивление грунта, Ом м	Максимальное уд. сопротивление грунта, Ом м
1	Илы, глина тяжелая, торфяники	40	200
2	Суглинки, пески глинистые и илистые	100	250
3	Пески глинистые и пылеватые	200	600
4	Пески луговые, гравий	400	3000

Влажность - повышенное содержание влажности в грунте может значительно снизить его сопротивление. Это важно учитывать, принимая во внимание содержание грунтовой влаги в районах с высокими сезонными колебаниями осадков. Поэтому, с этой точки зрения, заземлитель должен быть установлен на достаточно большой глубине – на уровне грунтовых вод или уровне стабильной влажности. Этого позволяют добиться глубинные заземлители.

Температура – изменение температуры грунтов оказывает влияние на их сопротивление

Таблица 2.

Влияние изменения температуры на сопротивление грунта (для глинистого грунта влажностью 15,2%)

Температура, °С	Удельное сопротивление, Ом м
20	72
10	99
0 (вода)	138
0 (лед)	300
-5	790
-15	3300

В основе расчета заземлителей лежит величина удельного сопротивления грунта ρ , Ω м.

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

1. В дальнейшем для расчетов используется следующие упрощенные зависимости:

а) Для одиночного вертикального электрода заземления:

$$R_1 = 0,84 \rho / l \quad (1),$$

Где:

R_1 - сопротивление заземления, Ω

ρ - удельное сопротивление грунта, Ω 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.

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 предприятием «ИГУР» 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 3, 4, 5 представлены комплекты заземлителей соответственно для **2, 4 и 10 Ω** в зависимости от свойств грунтов.

Внимание!

Пример записи при отражении в проектах и последующих закупках:

Заземлитель вертикальный составной ИГУР (ТУ ВУ 200001265.001-2006) из элементов, устойчивых к коррозии по ГОСТ 30331.10 (для Республики Беларусь) по ГОСТ Р 50571.10-96 (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 2-3-11**,

где

И - производитель заземлителей фирма «ИГУР» (www.igur.by);

2 - нормируемое значение сопротивления заземления, Ом;

3 - число вертикальных глубинных электродов заземления;

11 - число стержней в каждом вертикальном электроде.

Таблица 3.

**КОМПЛЕКТ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА
ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ 2 Ω В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СВОЙСТВ ГРУНТОВ**

Состав грунта	Эквивалентное удельное сопротивление грунта*	Обозначение комплекта**	Горизонт. электрод (полоса стальная оцинкованная)***	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 соед.	Наконечники	Оголовки	
Илы, глина тяжелая, торфяники	40	И 2-1-12	-	1	12	12	12	1	1	1
Суглинки, пески глинистые и илистые	100	И 2-3-11	33	3	11	33	33	3	3	3
Пески глинистые и пылеватые	200	И 2-5-12	72	5	12	60	60	5	5	5
Пески луговые, гравий	400	И 2-9-13	156	9	13	117	117	9	9	9

* 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 закладывается полоса длиной, необходимой для соединения заземляющего устройства с главной заземляющей шиной.

Таблица 4.

КОМПЛЕКТ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ 4 Ω В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СВОЙСТВ ГРУНТОВ

Состав грунта	Эквивалентное удельное сопротивление грунта*	Обозначение комплекта**	Горизонт. электрод (полоса стальная оцинкованная)***	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 соед.	Наконечники	Оголки	
Илы, глина тяжелая, торфяники	40	И 4-1-8	-	1	8	8	8	1	1	1
Суглинки, пески глинистые и илистые	100	И 4-2-10	15	2	10	20	20	2	2	2
Пески глинистые и пылеватые	200	И 4-3-11	30	3	11	33	33	3	3	3
Пески луговые, гравий	400	И 4-5-12	72	5	12	60	60	5	5	5

* 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 закладывается полоса длиной, необходимой для соединения заземляющего устройства с главной заземляющей шиной.

Таблица 5.

**КОМПЛЕКТ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА
ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ 10 Ω В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СВОЙСТВ ГРУНТОВ**

Состав грунта	Эквивалентное удельное сопротивление грунта*	Обозначение комплекта**	Горизонт. электрод (полоса стальная оцинкованная)***	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 соед.	Наконечники	Оголки	
Илы, глина тяжелая, торфяники	40	И 10-1-5	-	1	5	5	5	1	1	1
Суглинки, пески глинистые и илистые	100	И 10-1-9	-	1	9	9	9	1	1	1
Пески глинистые и пылеватые	200	И 10-1-13	-	1	13	13	13	1	1	1
Пески луговые, гравий	400	И 10-2-13	20	2	13	26	26	2	2	2

* 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 закладывается полоса длиной, необходимой для соединения заземляющего устройства с главной заземляющей шиной.