**Уважаемые студенты!**

**Выполните задание: ознакомьтесь с материалом и ответьте на вопросы в конце. Работы высылайте на электронный адрес: [kotoleg1303@mail.ru](mailto:kotoleg1303@mail.ru)**

**Тема:** Расчет защитного заземления в цехах с электроустановками напряжением до 1000 вольт.

Расчет заземления производится для того чтобы определить сопротивление сооружаемого контура заземления при эксплуатации, его размеры и форму. Как известно, контур заземления состоит из вертикальных заземлителей, горизонтальных заземлителей и заземляющего проводника. Вертикальные заземлители вбиваются в почву на определенную глубину.

Горизонтальные заземлители соединяют между собой вертикальные заземлители. Заземляющий проводник соединяет контур заземления непосредственно с электрощитом.

Размеры и количество этих заземлителей, расстояние между ними, удельное сопротивление грунта – все эти параметры напрямую зависят на сопротивление заземления.

****К чему сводится расчет заземления?****

Заземление служит для [снижения напряжения прикосновения](https://electricvdome.ru/zazemlenie/naznachenie-zazemlenia.html" \o "назначение заземления" \t "https://electricvdome.ru/zazemlenie/_blank) до безопасной величины. Благодаря заземлению опасный потенциал уходит в землю тем самым, защищая человека от поражения электрическим током.

Величина тока стекания в землю зависит от сопротивления заземляющего контура. Чем сопротивление будет меньше, тем величина опасного потенциала на корпусе поврежденной электроустановки будет меньше.

Заземляющие устройства должны удовлетворять возложенным на них определенным требованиям, а именно величины сопротивление растекания токов и распределения опасного потенциала.

Поэтому основной ****расчет защитного заземления сводится**** к определению сопротивления растекания тока заземлителя. Это сопротивление зависит от размеров и количества заземляющих проводников, расстояния между ними, глубины их заложения и проводимости грунта.

[₽](https://direct.yandex.ru/?partner" \t "https://electricvdome.ru/zazemlenie/_blank)Научные конференцииSpringer, Scopus!Мы работаем удаленно весь апрель!

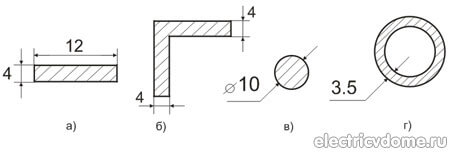
## **Исходные данные для расчета заземления**

1. Основные условия, которых необходимо придерживаться при сооружении заземляющих устройств это размеры заземлителей.

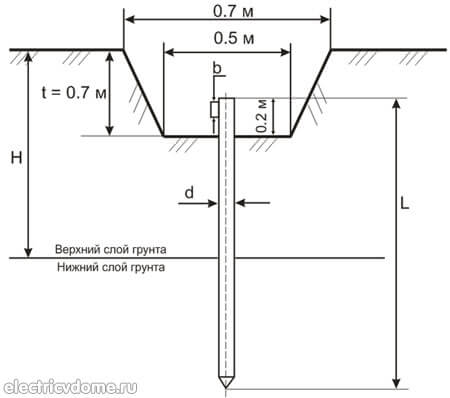
1.1. В зависимости от используемого материала (уголок, полоса, круглая сталь) минимальные размеры заземлителей должны быть не меньше:

* а) полоса 12х4 – 48 мм2;
* б) уголок 4х4;
* в) круглая сталь – 10 мм2;
* г) стальная труба (толщина стенки) – 3.5 мм.

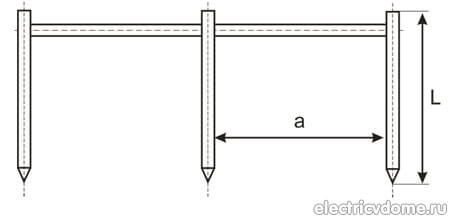
Минимальные размеры арматуры применяемые для монтажа заземляющих устройств



1.2. Длина заземляющего стержня должна быть не меньше 1.5 – 2 м.



1.3. Расстояния между заземляющими стержнями берется из соотношения их длины, то есть: a = 1хL; a = 2хL; a = 3хL.



В зависимости от позволяющей площади и удобства монтажа заземляющие стрежни можно размещать в ряд, либо в виде какой ни будь фигуры (треугольник, квадрат и т.п.).

### **Цель расчета защитного заземления.**

Основной целью расчета заземления является определить число заземляющих стержней и длину полосы, которая их соединяет.

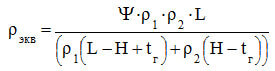
## **Пример расчета заземления**

Сопротивление растекания тока одного вертикального заземлителя (стержня):

расчет заземления

где – ρэкв - эквивалентное удельное сопротивление грунта, Ом·м; L – длина стержня, м; d – его диаметр, м; Т – расстояние от поверхности земли до середины стержня, м.

В случае установки заземляющего устройства в неоднородный грунт (двухслойный), эквивалентное удельное сопротивление грунта находится по формуле:



где – Ψ - сезонный климатический коэффициент (таблица 2); ρ1, ρ2 – удельное сопротивления верхнего и нижнего слоя грунта соответственно, Ом·м (таблица 1); Н – толщина верхнего слоя грунта, м; t - заглубление вертикального заземлителя (глубина траншеи) t = 0.7 м.

Так как удельное сопротивление грунта зависит от его влажности, для стабильности сопротивления заземлителя и уменьшения на него влияния климатических условий, заземлитель размещают на глубине не менее 0.7 м.

|  |  |
| --- | --- |
| Удельное сопротивление грунта Таблица 1 | |
| Грунт | Удельное сопротивление грунта, Ом·м |
| Торф | 20 |
| Почва (чернозем и др.) | 50 |
| Глина | 60 |
| Супесь | 150 |
| Песок при грунтовых водах до 5 м | 500 |
| Песок при грунтовых водах глубже 5 м | 1000 |

Заглубление горизонтального заземлителя можно найти по формуле:

IMG_263

Монтаж и [установку заземления](https://electricvdome.ru/zazemlenie/kak-sdelat-zazemlenie.html" \o "как сделать заземление" \t "https://electricvdome.ru/zazemlenie/_blank) необходимо производить таким образом, чтобы заземляющий стержень пронизывал верхний слой грунта полностью и частично нижний.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение сезонного климатического коэффициента сопротивления грунта Таблица 2 | | | | |
| Тип заземляющих электродов | Климатическая зона | | | |
| I | II | III | IV |
| Стержневой (вертикальный) | 1.8 ÷ 2 | 1.5 ÷ 1.8 | 1.4 ÷ 1.6 | 1.2 ÷ 1.4 |
| Полосовой (горизонтальный) | 4.5 ÷ 7 | 3.5 ÷ 4.5 | 2 ÷ 2.5 | 1.5 |
|  | Климатические признаки зон | | | |
| Средняя многолетняя низшая температура (январь) | от -20+15 | от -14+10 | от -10 до 0 | от 0 до +5 |
| Средняя многолетняя высшая температура (июль) | от +16 до +18 | от +18 до +22 | от +22 до +24 | от +24 до +26 |

Количество стержней заземления без учета сопротивления горизонтального заземления находится по формуле:

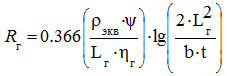
IMG_264

Rн - нормируемое сопротивление растеканию тока заземляющего устройства, определяется исходя из правил ПТЭЭП (Таблица 3).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наибольшее допустимое значение сопротивления заземляющих устройств (ПТЭЭП) Таблица 3 | | |
| Характеристика электроустановки | Удельное сопротивление грунта ρ, Ом·м | Сопротивление Заземляющего устройства, Ом |
| Искусственный заземлитель к которому присоединяется нейтрали генераторов и трансформаторов, а также повторные заземлители нулевого провода (в том числе во вводах помещения) в сетях с заземленной нейтралью на напряжение, В: |  |  |
| 660/380 | до 100 | 15 |
| свыше 100 | 0.5·ρ |
| 380/220 | до 100 | 30 |
| свыше 100 | 0.3·ρ |
| 220/127 | до 100 | 60 |
| свыше 100 | 0.6·ρ |

Как видно из таблицы нормируемое сопротивления для нашего случая должно быть не больше 30 Ом. Поэтому Rн принимается равным Rн = 30 Ом.

Сопротивление растекания тока для горизонтального заземлителя:



Lг, b – длина и ширина заземлителя; Ψ – коэффициент сезонности горизонтального заземлителя; ηг – коэффициент спроса горизонтальных заземлителей (таблица 4).

Длину самого горизонтального заземлителя найдем исходя из количества заземлителей:

IMG_266 - в ряд; IMG_267- по контуру.

а – расстояние между заземляющими стержнями.

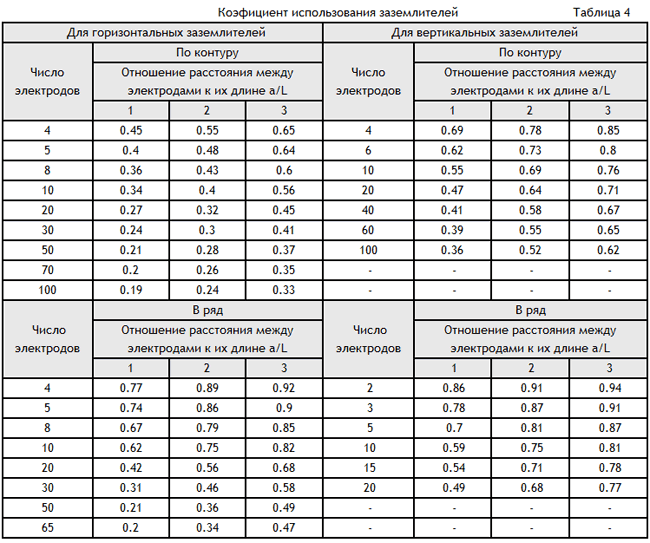
Определим сопротивление вертикального заземлителя с учетом сопротивления растеканию тока горизонтальных заземлителей:

расчет заземления пример

Полное количество вертикальных заземлителей определяется по формуле:

расчет контура заземления

ηв – коэффициент спроса вертикальных заземлителей (таблица 4).



Коэффициент использования показывает как влияют друг на друга токи растекания с одиночных заземлителей при различном расположении последних. При соединении параллельно, токи растекания одиночных заземлителей оказывают взаимное влияние друг на друга, поэтому чем ближе расположены друг к другу заземляющие стержни тем общее *сопротивление заземляющего контура больше*.

Полученное при расчете число заземлителей округляется до ближайшего большего.

Расчет заземления по указанным выше формулам можно автоматизировать воспользовавшись для расчета специальной программой «Электрик v.6.6», скачать ее можно в интернете бесплатно.

Вопрос

1. Конспектировать лекцию