

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 18.10.2023 12:27:54
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г.Локтионова
« 5 » 10 (ЮЗГУ) 2023 г.



**Выбор средств защиты от поражения электрическим током.
Расчет заземления электрооборудования**
методические указания по проведению практических занятий
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности», для студентов
подготовки специалистов среднего звена всех специальностей и направлений

Курск 2023

Составители: Г.П.Тимофеев, В.В.Юшин

УДК 504.06

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент А.Н.Барков

Выбор средств защиты от поражения электрическим током. Расчет заземления электрооборудования: методические указания по проведению практических занятий по дисциплин «Безопасность жизнедеятельности», для студентов подготовки специалистов среднего звена всех специальностей и направлений. / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Г.П. Тимофеев, В.В.Юшин Курск, 2023.

Представлена методика расчета заземления электрооборудования. Предназначены для студентов подготовки специалистов среднего звена всех специальностей и направлений

Текст печатается в авторской редакции
Подписано в печать _____ формат 60×84/16.
Усл. печ. л. __, Уч.- изд.л. __. Тираж 30 экз. Заказ ____. Бесплатно,
Юго-Западный государственный университет
305040, Г.Курск, Ул. 50 лет Октября, 94

**Выбор средств защиты от поражения электрическим током.
Расчет заземления электрооборудования**

1 Цель занятия: приобрести практические навыки по выбору средств защиты от поражения электрическим током и расчету заземления электрооборудования.

2 Краткие теоретические сведения

Проходя через тело человека электрический ток производит термическое, электролитическое, механическое и биологическое действие:

- термическое действие проявляется ожогами отдельных участков тела, нагревом до высокой температуры органов, расположенных на пути тока;
- электролитическое действие выражается в нарушении физико-химического состава и свойств различных жидкостей организма (крови, лимфы);
- механическое действие тока приводит к разрыву тканей организма в результате электродинамического эффекта;
- биологическое действие проявляется судорожным сокращением мышц, а также нарушением внутренних биологических процессов.

От поражения электрическим током человек получает электротравмы, которые делятся на местные и общие:

- общие нарушения от электрического удара – судороги, остановка дыхания, сердечной деятельности;
- местные травмы - ожоги, металлизация кожи (проникновение в нее различных частиц металла при его расплавлении), механические повреждения, электрические знаки (уплотненные участки серого или бледно-желтого цвета, безболезненны и быстро проходят).

Исход поражения человека электротоком зависит от многих факторов: силы тока, времени прохождения его через организм и др.

Ток, проходящий через тело человека, зависит от напряжения прикосновения, под которым оказался пострадавший и суммарного электрического сопротивления, в которое входит сопротивление тела человека.

Ток, проходящий через тело человека равен:

$$I = \frac{U_{np}}{R_{\text{ч}}}, \text{ A}$$

где U_{np} - напряжение прикосновения, В;

$R_{\text{ч}}$ - сопротивление тела человека, Ом.

Снизить ток можно либо за счет снижения напряжения прикосновения, либо за счет увеличения сопротивления тела человека, например при применении СИЗ.

На сопротивление организма воздействию электротока оказывает влияние физическое и психическое состояние человека: нездоровье, утомление, голод, опьянение, эмоциональное возбуждение приводит к снижению сопротивления.

Неблагоприятный климат (повышенная температура и влажность) увеличивают опасность поражения током, т. к. влага (пот) понижает сопротивление кожных покровов.

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи.

Переменный ток более опасен, чем постоянный, но при высоком напряжении (более 500 В) опаснее становится постоянный ток.

Способы и средства защиты от поражения электрическим током

Для защиты от поражения электрическим током применяются следующие технические меры защиты:

- малые напряжения - это напряжения не более 42 В; на производстве применяют напряжения 12 и 36 В; шахтерские лампы – 2,5 В;

- контроль и профилактика повреждения изоляции (при вводе новых и вышедших после ремонта электроустановок проводят контроль изоляции);

- защита от случайного прикосновения к токоведущим частям. Необходимо обеспечить недоступность токоведущих частей – ограждение или расположение на высоте;

- защитное заземление - это преднамеренное электрическое соединение с землей металлических нетоковедущих частей электроустановок, которые могут оказаться под напряжением;

- зануление — это преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей электроустановок, которые могут оказаться под напряжением;

Различают два вида заземлений: выносное и контурное.

Выносное характеризуется тем, что его заземлитель вынесен за пределы площади, на которой установлено оборудование. Так заземляется оборудование механических цехов.

Контурное заземление состоит из нескольких соединённых заземлений, размещённых по контуру площади, защищаемого оборудования (для установок до 1000 В).

- защитное отключение - автоматическое отключение электроустановки при возникновении опасности поражения человека током. При выходе контролируемого параметра за допустимые пределы подается сигнал на защитно-отключающее устройство, которое обесточивает установку или электросеть;

- СИЗ - диэлектрические перчатки, галоши, боты антистатические, сапоги диэлектрические, коврики, изолирующие подставки; изолирующие электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолированными рукоятками; указатели напряжения.

3 Задание

Рассчитать сопротивление заземляющего устройства, исходя из следующих данных. Варианты заданий даны в Приложении А. В качестве заземлителей взять стальные водопроводные трубы, установленные заподлицо с землёй. В качестве горизонтального соединительного заземлителя взять стальную полосу. Схему размещения труб принять по контуру.

4 Порядок выполнения расчета

1 Сопротивление одиночного вертикального заземления без учёта влияния соседних заземлителей

$$R_{зв} = \frac{\rho k}{l}, \text{О} \quad (1)$$

где ρ - удельное сопротивление грунта, Ом*м, (см. таблицу А2);

k – сезонный коэффициент в климатической зоне (см. таблицу А3);

l – длина трубы заземлителя, м (см. таблицу А1).

2 Предварительное число вертикальных электродов в заземляющем устройстве

$$n = \frac{R_{зв} \cdot \eta_{\text{с}}}{R_{з.доп.}}, \quad (2)$$

где η_{ϵ} – коэффициент использования вертикальных труб.
 $R_{з.доп}$ - суммарное сопротивление всех заземлителей, Ом

3 Сопротивление рассчитанного числа вертикальных электродов

$$R_{з.в} = \frac{R_{з.в}}{n}, \text{Ом} \quad (3)$$

4 Длина горизонтального заземлителя - полосы

$$L = A * n + 0,5, \text{ м} \quad (4)$$

где А - расстояние между двумя соседними трубами, м

5 Сопротивление растеканию тока с соединительной полосы на землю

$$R_{з} = \frac{2\rho k}{L}, \text{Ом} \quad (5)$$

6 Сопротивление соединительной полосы с учётом влияния на неё электродов

$$R_{з.в} = \frac{R_{з}}{\eta}, \text{Ом} \quad (6)$$

где $\eta_{г}$ – коэффициент использования соединительной полосы.

7 Полное сопротивление заземляющего устройства

$$R_{з.у} = \frac{R_{з.в} \cdot R_{з.г}}{R_{з.в} + R_{з.г}}, \text{Ом} \quad (7)$$

8 Сравнить полученное значение $R_{з.у}$ с допустимым [$R_{з. доп}$] и сделать вывод. Если окажется, что $R_{з.у} > [R_{з. доп}]$, то количество электродов n необходимо увеличить и повторить расчёт с формулы (3), до тех пор пока не будет выполнено условие $R_{з.у} \leq [R_{з. доп}]$.

5 Содержание отчета

- 1 Наименование работы
- 2 Цель работы
- 3 Порядок выполнения работы - расчёт сопротивления заземляющего устройства согласно варианту
- 4 Информация о проделанной работе:
 - выполненное индивидуальное задание;
 - вывод;
 - ответы на контрольные вопросы.

6 Контрольные вопросы

- 1 При каких условиях может произойти поражение электрическим током?

- 2 Какие существуют индивидуальные средства защиты от действия электрического тока?
- 3 Какие вы знаете технические средства защиты от действия электрического тока?
- 4 Почему обеспечивается электробезопасность при наличии заземления?

7 Список литературы

- ГОСТ 12.1.009-76 ССБТ Электробезопасность. Термины и определения.
- ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- ГОСТ Р 57190-2016 «Заземлители и заземляющие устройства различного назначения»
- ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. Система стандартов безопасности труда»

Приложение А

Таблица А1 – Варианты задания

Исходные данные	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Сопротивление заземляющего устройства $R_{з,доп}$, Ом	10	8	7	9
Тип грунта	песок	суглинок	глина	чернозём
Длина трубы заземлителя, м	3	4	2,5	3,5
Климатическая зона	1	2	3	4
Допустимое сопротивление заземляющего устройства $[\leq R_{з,у. доп}]$, Ом	10	10	10	10
Расстояние между двумя соседними трубами А, м	6	8	5	7
Коэффициент использования вертикальных труб η_v	0,8	0,85	0,7	0,71
Коэффициент использования соединительной полосы η_r	0,5	0,55	0,4	0,5

Исходные данные	Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8
Сопротивление заземляющего устройства $R_{з,доп}$, Ом	7	9	8	10
Тип грунта	известняк	песок	суглинок	глина
Длина трубы заземлителя, м	3	4	2,5	3,5
Климатическая зона	1	2	3	4
Допустимое сопротивление заземляющего устройства $[\leq R_{з,у. доп}]$, Ом	10	10	10	10
Расстояние между двумя соседними трубами А, м	6	8	5	7
Коэффициент использования вертикальных труб η_v	0,8	0,85	0,7	0,71
Коэффициент использования соединительной полосы η_r	0,5	0,55	0,4	0,5

Исходные данные	Вариант 9	Вариант10	Вариант11	Вариант12
Сопротивление заземляющего устройства $R_{з,доп}$, Ом	8	10	7	6

Тип грунта	суглинок	чернозём	известняк	песок
Длина трубы заземлителя, lм	3	4	2,5	3,5
Климатическая зона	1	2	3	4
Допустимое сопротивление заземляющего устройства [$\leq R_{з.у. доп}$], Ом	10	10	10	10
Расстояние между двумя соседними трубами А, м	6	8	5	7
Коэффициент использования вертикальных труб η_v	0,8	0,85	0,7	0,71
Коэффициент использования соединительной полосы η_r	0,5	0,55	0,4	0,5

Исходные данные	Вариант 13	Вариант 14	Вариант 15	Вариант 16
Сопротивление заземляющего устройства $R_{з.доп}$, Ом	7	9	8	10
Тип грунта	суглинок	глина	чернозём	известняк
Длина трубы заземлителя, lм	3	4	2,5	3,5
Климатическая зона	1	2	3	4
Допустимое сопротивление заземляющего устройства [$\leq R_{з.у. доп}$], Ом	10	10	10	10
Расстояние между двумя соседними трубами А, м	6	8	5	7
Коэффициент использования вертикальных труб η_v	0,8	0,85	0,7	0,71
Коэффициент использования соединительной полосы η_r	0,5	0,55	0,4	0,5

Таблица А2 – Средние удельные сопротивления грунтов

Грунт	Удельное сопротивление ρ , Ом*м
Глина	70
Глина каменная	100
Земля садовая	50
Известняк	2000
Песок	500
Суглинок	100
Чернозём	30

Таблица А3 – Значения районного поправочного коэффициента величины k

Типы применяемых электродов	Сезонный коэффициент в климатической зоне k			
	1	2	3	4
Стержневые электроды (вертикальные трубы заземлители) длиной 2-4 м	1,65	1,45	1,3	1,1
Протяжённые заземлители (горизонтальная полоса)	5,5	3,5	2,5	1,5

