

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
ордена Трудового Красного Знамени
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский технический университет связи и информатики»

Кафедра экологии, безопасности жизнедеятельности и электропитания

Курбатов В.А.

Лабораторная работа № 15 Р

ЗАЩИТНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ
по курсу
«БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

Учебно-методическое пособие

Для студентов направлений:
11.03.02; 09.03.02; 15.03.04; 27.03.04; 09.03.03

Москва 2019

Курбатов В.А.

Лабораторная работа № 15 р

ЗАЩИТНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ

по курсу

«БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

Учебно-методическое пособие

Для студентов направлений:

11.03.02; 09.03.02; 15.03.04; 27.03.04; 09.03.03

Издание утверждено на заседании кафедры ЭБЖиЭ.

Протокол № 12 от 13.06. 2019 г.

Издание утверждено советом факультета ИТ.

Протокол № 11 от 25.06.2019 г.

Рецензент: Шарофутдинов Р.М., к.т.н., доцент

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 15 р

РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Рассчитать сопротивление устройства защитного заземления осуществляемого с помощью вертикальных электродов (заземлителей), изготовленных из уголковой стали. Длина вертикальных электродов - L , ширина полки уголка - b . Заземлители прикопаны в земле на глубину - t_0 . Между собой они соединяются с помощью полосовой стали. Заземляемое устройство расположено в средней полосе РФ с удельным сопротивлением фунта - ρ .

Геометрические размеры заземлителей и расстояния между одиночными вертикальными заземлителями представлены в соответствующих вариантах.

Все величины приведены в единицах системы СИ.

В данной работе необходимо определить:

1. Сопротивление растеканию тока одного вертикального электрода в системе защитного заземления.
2. Количество вертикальных электродов в системе защитного заземления.
3. Длину горизонтальной полосы, соединяющей вертикальные электроды между собой.
4. Сопротивление растеканию тока горизонтальной полосы.
5. Сопротивление растеканию тока для всей системы защитного заземления.
6. Полученный результат сравнить со значением, установленным ГОСТ 2.1.030-81-R.
7. По результатам проведенных расчетов сделать выводы.

Максимально допустимые значения сопротивления R защитных заземляющих устройств приведены в соответствующих вариантах.

1. Сопротивление растеканию тока одиночного электрода в системе защитного заземления, с учетом вышеприведенных условий, определяется по формуле:

$$R_3 = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \left(\ln \left(\frac{2 \cdot L}{d} \right) + \frac{1}{2} \ln \left(\frac{4 \cdot t + L}{4 \cdot t - L} \right) \right)$$

где: ρ - удельное сопротивление грунта, Ом * м;

L - длина, вертикального заземлителя, м;

$d = 0,95b$ - для уголка с шириной полки b , м ;

t - расстояние от поверхности земли до середины вертикального заземлителя,

$t = t_0 + L / 2$, м;

1. Количество вертикальных заземлителей определяется по формуле:

$$n_B = \frac{R_3}{\eta_B \cdot R}$$

где: η_v - коэффициент использования вертикальных заземлителей, определяется из таблицы 15.1, по предварительно найденному отношению: a/L ;

a - расстояния между заземлителями,

L - длина вертикального заземлителя.

Коэффициент использования заземлителей зависит от количества заземлителей. Для предварительного расчета рекомендуется $\eta_v = 0.85$, при этом - n_v округляется в меньшую сторону.

3. Длина соединительной полосы, выполненной из полосовой стали, определяется из соотношения:

а) для вертикальных электродов расположенных в ряд -

$$L_{\Pi} = (n_v - 1) \cdot a$$

б) для вертикальных электродов расположенных по контуру -

$$L_{\Pi} = n_v \cdot a$$

3. Соединительная полоса имеет свое сопротивление растеканию тока, которое определяется по формуле:

$$R_{\Pi} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L_{\Pi}} \ln \left(\frac{L_{\Pi}^2}{0,5 \cdot b_{\Pi} \cdot t_0} \right)$$

где: b_{Π} - ширина полосы, t_0 - глубина ее погружения в грунт.

4. Общее сопротивление заземляющего устройства определяется по формуле:

$$R_0 = \frac{R_3 \cdot R_{\Pi}}{R_3 \cdot \eta_{\Pi} + R_{\Pi} \cdot \eta_v \cdot n_v}$$

где: η_v - коэффициент использования вертикального электрода, определяется с использованием линейной интерполяции в соответствии с таблицей 15.1.

Коэффициент использования горизонтальной полосы η_{Π} , так же определяется с использованием линейной интерполяции в соответствии с таблицей 15.1.

5. Полученный результат - R_0 необходимо сравнить с R . Если он не больше значения, определенного ГОСТом, то расчет проведен правильно. Если расчетная величина R_0 превосходит R , то необходимо повторить расчет, увеличив количество вертикальных электродов и соответственно изменив значения коэффициентов использования. Расчет следует повторять до тех пор, пока не будет выполняться неравенство $R_0 \leq R$. Таким образом, следует добиться оптимального соотношения между количеством вертикальных электродов и коэффициентами использования, при которых сопротивление

растеканию тока всей системы защитного заземления не превосходило бы значения, определенного ГОСТом.

Таблица 15.1

Значение коэффициента использования

Отношение расстояния между вертикальными электродами к их длине a / L	Заземлители расположены в ряд			Заземлители расположены по контуру		
	n_B	η_B	η_{II}	n_B	η_B	η_{II}
1	2	0,85	0,85			
	4	0,73	0,77	4	0,69	0,45
	6	0,69	0,72	6	0,61	0,4
	10	0,59	0,62	10	0,56	0,34
	20	0,48	0,42	20	0,47	0,27
2	2	0,91	0,94			
	4	0,83	0,89	4	0,78	0,55
	6	0,77	0,84	6	0,73	0,48
	10	0,74	0,75	10	0,68	0,4
	20	0,67	0,56	20	0,63	0,32
3	2	0,94	0,96			
	4	0,89	0,92	4	0,85	0,7
	6	0,85	0,88	6	0,8	0,64
	10	0,81	0,82	10	0,76	0,56
	20	0,76	0,68	20	0,71	0,45

Таблица 15.2

Варианты к расчету системы защитного заземления

Параметр	Последняя цифра номера студенческого билета									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	конт ур	ряд	конт ур	конт ур	ряд	ряд	конт ур	конт ур	ряд	Ряд
L, м	3,5	3	2,5	2	3,5	3	2,5	2	3	3,5
b, м	0,04	0,06	0,05	0,05	0,04	0,06	0,07	0,05	0,04	0,06
a, м	7	6	7,5	6	3,5	3	5	6	3	3,5
$b_{II}, м$	0,05	0,04	0,06	0,07	0,07	0,06	0,05	0,04	0,06	0,05

Если в конкретном варианте указано слово "контур", то предполагается, что вертикальные электроды расположены по контуру. В противном случае они расположены в ряд.

Таблица 15.3

Параметр	Предпоследняя цифра номера студенческого билета									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ρ , Ом·м	100	75	250	95	220	80	150	200	250	120
R, Ом	10	4	10	4	10	4	10	4	10	4
t_0 , м	0,75	1	0,8	1	0,75	1	0,8	0,9	1	0,75

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Область применения и принцип действия защитного заземления.
2. Устройство защитного заземления.
3. Виды заземлений и периодичность проверки состояния заземляющих устройств.
4. Методы измерения сопротивления заземления.
5. Основное требование к системе защитного заземления.
6. Эффект экранирования, коэффициент использования заземлителя.
7. Обоснуйте выражение "пробой на корпус".
8. Что означает понятие "электротехническая земля"?

Литература: [1; 7; 11; 13].