

8. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И РАСЧЕТ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК»

8.1. Цель работы

Ознакомление с основными сведениями о защитном заземлении электроустановок. Освоение методики проектирования и расчета защитного заземления. Изучение методов и способов измерения параметров заземлителей и измерительных приборов. Приобретение навыков натурных испытаний защитного заземления.

8.2. Общие сведения

Заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических частей электроустановок.

Защитное заземление – заземление нетоковедущих частей электроустановок, которые могут оказаться под напряжением вследствие каких-либо аварийных ситуаций. Используется для обеспечения электробезопасности

Рабочее заземление – заземление токоведущих частей электроустановок. Необходимо для обеспечения нормальной работы электроустановок.

Заземление молниезащиты – заземление молниеприемников и разрядников с целью отвода в землю токов молнии.

Заземляющее устройство (ЗУ) – совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

Заземлитель – один или несколько соединенных между собой проводников, находящихся в соприкосновении с землей.

Заземляющий проводник – проводник, соединяющий заземляемые части электроустановки с заземлителем.

Согласно [18], в РФ разрешены следующие виды электрических сетей:

- переменного тока – трехфазные трехпроводные и однофазные двухпроводные с изолированной нейтралью, трехфазные четырехпроводные и однофазные двухпроводные с заземленной нейтралью;
- постоянного тока – с изолированной от земли или с заземленной средней точкой трансформатора.

В нормальном режиме работы более безопасными являются сети с изолированной нейтралью или средней точкой, в аварийном – сети с заземленной нейтралью или средней точкой. Бытовые электросети выполняются только с заземленной нейтралью.

По величине рабочего напряжения электрические сети и установки разделяются на две группы – высоковольтные с рабочим напряжением выше 1 кВ (1000В) и низковольтные (1кВ и ниже). В низковольтных сетях в основном используются следующие значения напряжений: 380, 220, 36 и 12 В переменного тока; 550, 440, 110, 36 и 12 В постоянного тока. Напряжения 36 и 12 В являются безопасными для человека, поэтому используются в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и вне помещений.

К работе на высоковольтных электроустановках допускается только специально подготовленный персонал, поэтому количество поражений людей электрическим током в них очень невелико. Низковольтные электроустановки широко распространены в промышленности и быту, и именно на них приходится большинство несчастных случаев, в том числе до 50% от общего числа случаев со смертельным исходом.

Одной из эффективных мер защиты человека от поражения электрическим током является защитное заземление.

Защитное заземление предназначено для устранения опасности поражения человека электрическим током в случае прикосновения к корпусу или другим электропроводящим (металлическим) нетоковедущим в нормальном режиме работы частям электроустановки, которые могут в результате аварии оказаться под опасным напряжением. Следует отличать защитное заземление от рабочего заземления и заземления молниезащиты.

Защитное заземление представляет собой преднамеренное соединение металлических нетоковедущих частей электроустановок с землей или ее эквивалентом.

При аварийных ситуациях на корпусе электроустановки может оказаться полное напряжение сети U_ϕ (обычно 220 В), а ток, возникающий при касании человеком незаземленной электроустановки и проходящий через его тело, может превышать пороговый ток, опасный для жизни человека (0,1 А).

При наличии защитного заземления ток распределяется по двум ветвям – через заземлитель и через тело человека. В этом случае величина тока, проходящего через человека, определяется сопротивлениями защитного заземлителя R_z и человека R_q (для расчетов R_q принимается равным 1000 Ом). Для обеспечения безопасности необходимо, чтобы большая часть тока прошла через заземлитель, для чего необходимо обеспечить соотношение $R_z \ll R_q$.

Исходя из этого, в [18] для низковольтных электроустановок рекомендованы наибольшие допустимые сопротивления ЗУ в зависимости от суммарной мощности питающих электроустановку трансформаторов:

- при мощности более 100 кВА сопротивление ЗУ должно составлять не более 4 Ом;
- при мощности 100 кВА и менее – 10 Ом.

Заземлители могут быть естественными и искусственными. Искусственные предназначены исключительно для целей заземления. В качестве естественных могут использоваться любые находящиеся в земле металлические предметы (водопроводные трубы, опоры, железобетонные фундаменты и пр.). Правилами [18] рекомендуется использовать естественные заземлители.

Искусственное заземляющее устройство (рис.8.1) включает вертикальные заземлители (стержни) 1, соединенные между собой горизонтальной заземляющей магистралью (соединительной полосой) 2. Кроме того, в состав ЗУ входят заземляющие проводники 3, соединяющие заземлитель с заземляемой электроустановкой 4.

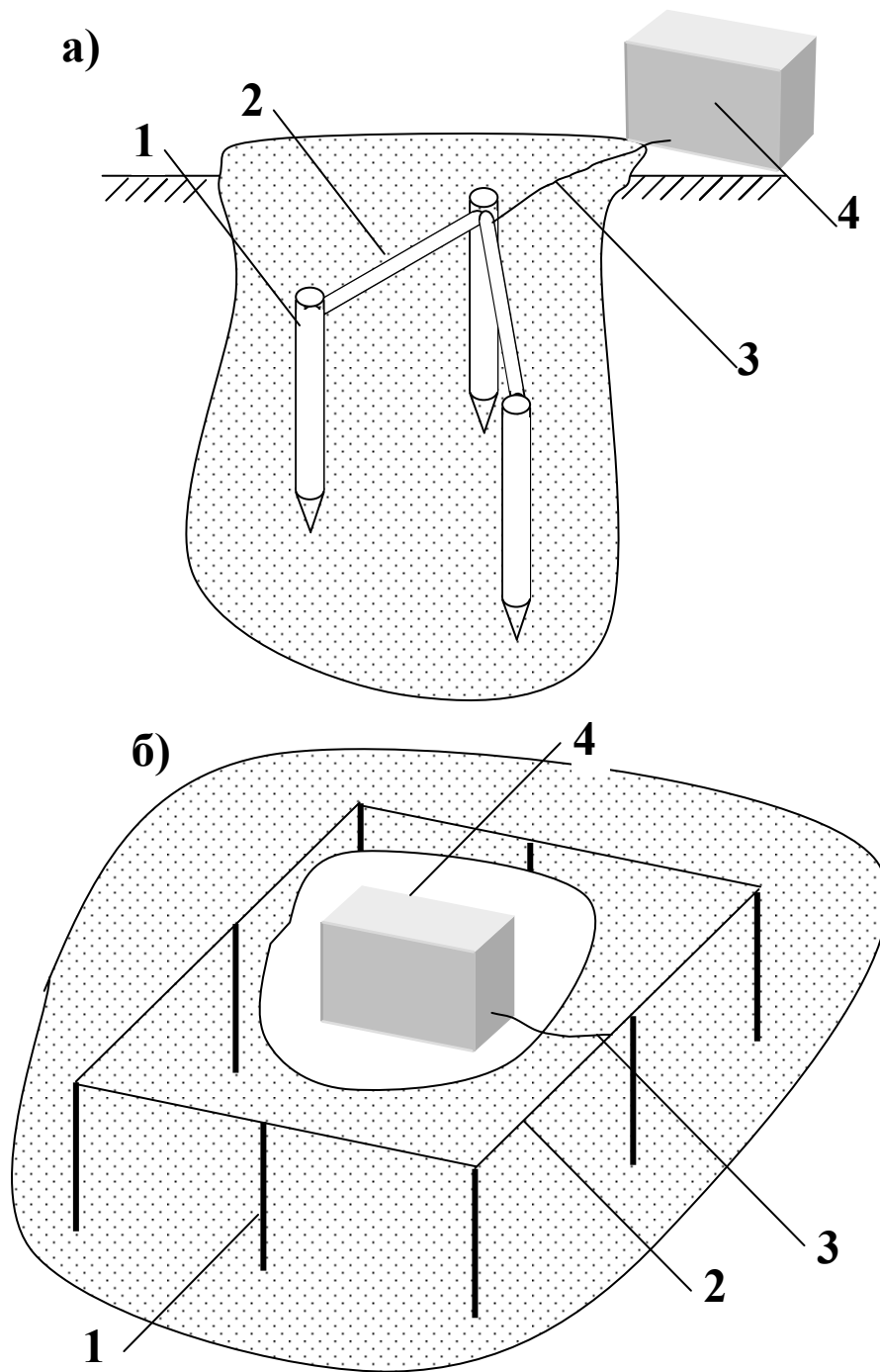


Рис. 8.1. Искусственное заземляющее устройство:

(а) – выносное, (б) – контурное

1 – вертикальные заземлители; 2 – соединительная полоса; 3 – заземляющий проводник, 4 – заземляемое оборудование.

В зависимости от места размещения различают выносные заземлители, сосредоточенные в некоторой зоне площадки под оборудование (см.рис.8.1,а), и контурные (распределенные), электроды которого размещаются по периметру площадки с оборудованием или внутри нее (см.рис.8.1,б).

Выносные заземлители используют для заземления временно устанавливаемого оборудования, контурные – для стационарного.

При контурном размещении заземлителей обеспечивается выравнивание потенциала на всей площадке, поэтому они обеспечивают лучшую защиту человека от поражения электрическим током. Соединительные полосы могут быть размещены в один или несколько рядов (см.рис. 8.1а), либо по периметру замкнутого контура (см.рис. 8.1,б).

Для вертикальных стержней искусственных заземлителей применяют стальные трубы с толщиной стенки не менее 3 мм, прутковую сталь диаметром не менее 12 мм, либо уголки с толщиной полок не менее 4 мм. В качестве горизонтальных заземлителей используют полосовую сталь сечением не менее 4х12 мм или стальной прутки диаметром не менее 6 мм. Все соединения вертикальных стержней с полосой выполняются сваркой, а заземлителя с электроустановкой – сваркой или болтовыми соединениями.

Сопротивление контура заземления складывается из сопротивления вертикальных стержней и горизонтальной полосы, общее сопротивление ЗУ включает сопротивление контура заземления и заземляющего проводника.

Сопротивление контура заземлителя растеканию тока определяется сопротивлением контура заземления и удельным сопротивлением грунта, которое зависит от типа и влажности грунта, содержания солей, температуры и пр.

8.3. Нормативные требования

Защитное заземление следует применять:

1. При напряжении выше 1 кВ – во всех случаях, независимо от рода тока и вида электрической сети.

2. При напряжении 1 кВ и ниже – в следующих видах электрических сетей:

- трехфазные трехпроводные переменного тока с изолированной нейтралью;
- однофазные двухпроводные переменного тока, изолированные от земли;
- постоянного тока с изолированной средней точкой источника тока.

Для этих сетей предусмотрено выполнять защитное заземление в следующих случаях:

- при напряжении 380 В и выше переменного тока или 440 В и выше постоянного тока – во всех случаях;
- при напряжении от 42 до 380 В переменного тока или от 110 до 440 В постоянного тока – только в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных, а также в наружных установках;
- при любых напряжениях постоянного и переменного тока – во взрывоопасных помещениях.

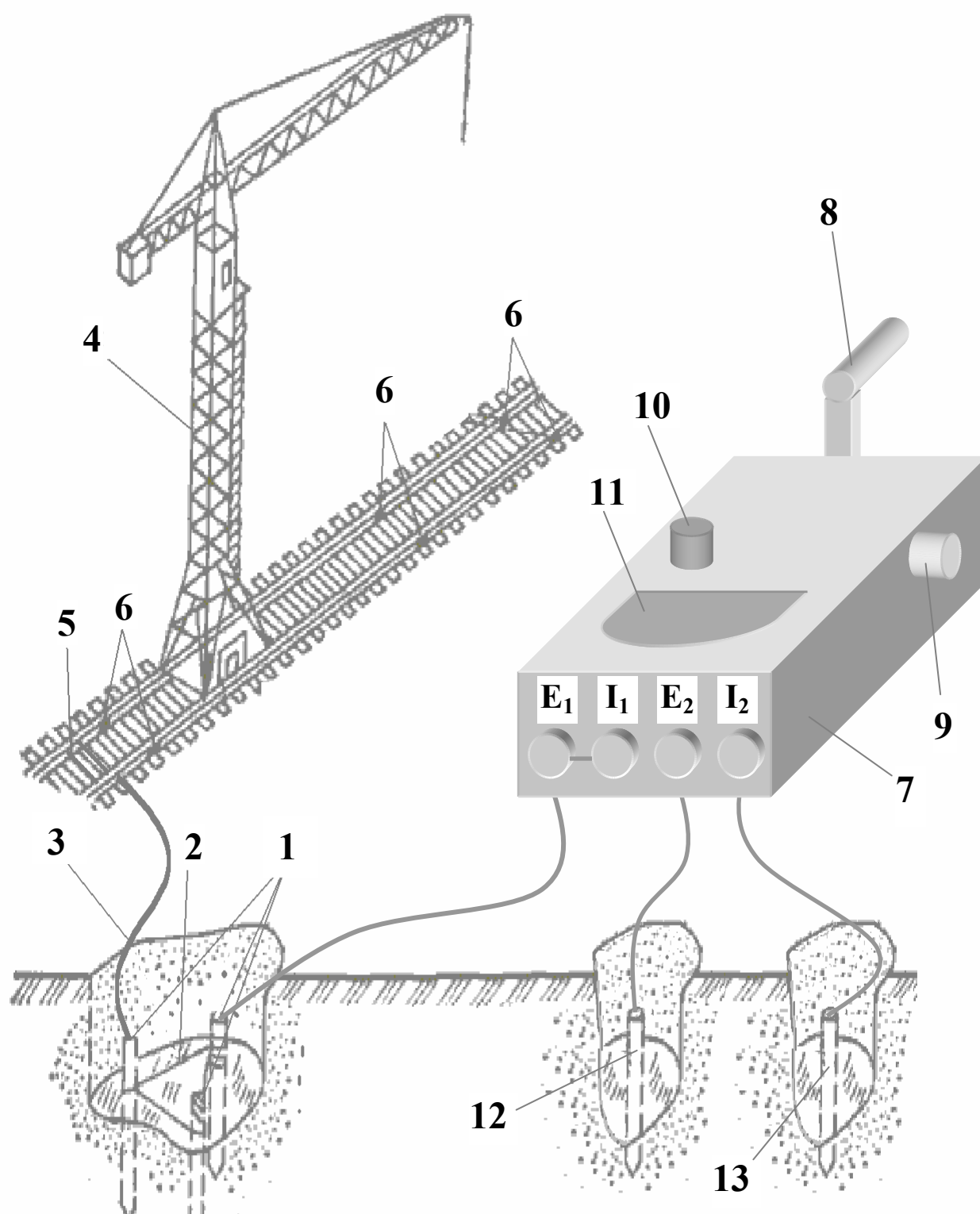


Рис. 8.2. Заземление башенного крана

1 – заземлители; 2 – соединительная полоса; 3 – заземляющий проводник; 4 – заземляемое оборудование; 5 – междурельсовые перемычки; 6 – перемычки между стыками рельс; 7 – прибор МС-08; 8 – рукоятка привода генератора; 9 – ручка «Установка нуля»; 10 – переключатель диапазонов; 11 – шкала прибора; 12 – потенциальный зонд; 13 – токовый зонд

Защитному заземлению подлежат корпуса электрических машин, аппаратов, светильников и т.п.; металлические конструкции, предназначенные для размещения электрических кабелей и электропроводки (оболочки, трубы); металлические конструкции, на которых устанавливается электрооборудование; металлические корпуса передвижных и переносных электроустановок; электрооборудование, размещенное на движущихся частях машин и механизмов.

В строительстве наиболее часто защитное заземление применяется для обеспечения электробезопасности башенных кранов (рис.8.2). В этом случае заземляется не размещенное на подвижной части крана электрооборудование, а подкрановые пути, поскольку металлические части крана через колеса имеют с путями хороший электрический контакт, при этом все части крана, требующие заземления, надежно соединяются с остовом. Рельсы подкрановых путей для создания непрерывной электрической цепи надежно (сваркой) соединяются на стыках перемычками 6 и между собой (междурельсовыми перемычками 5) и заземляются не менее чем в двух точках, сосредоточенными заземлителями.

Заземление может применяться и в сетях с заземленной нейтралью, однако в этом случае оно не является защитной мерой, а служит для обеспечения работоспособности других способов защиты, например, защитного отключения.

Энергоснабжение жилых и общественных зданий должно обеспечиваться только от сети с заземленной нейтралью, поэтому защитное заземление здесь не применяется. Основной мерой защиты данной категории потребителей является зануление – электрическое соединение металлических нетоковедущих частей с нулевым проводом сети. Занулению подлежат: металлические корпуса электроприборов мощностью более 1,3 кВт – во всех случаях, мощностью 1,3 кВт и менее – только при возможности одновременного касания корпуса электроприбора и открытых радиаторов системы отопления, водопроводных труб и других заземленных конструкций. Зануление таких электроприборов выполняется с помощью третьего провода шнура питания и соответствующей трехпроводной розетки.

8.4. Измерение сопротивления заземлителей

При сдаче в эксплуатацию строительных объектов на каждое отдельное ЗУ составляется паспорт с его схемой, основными техническими характеристиками, сведениями о ремонтах и внесенных изменениях в конструкцию.

В процессе эксплуатации ЗУ возможно повышение сопротивления растеканию тока сверх расчетного значения, при этом ЗУ теряет способность обеспечить безопасность людей при замыкании на корпус, поскольку возрастает потенциал заземлителя, а следовательно, и величины напряжений прикосновения и шага. Повышение сопротивления растеканию тока может быть следствием сезонных колебаний сопротивления грунта, высушивания почвы под воздействием близко расположенных горячих поверхностей (трубопроводов пара, горячей воды и т.п.), ухудшения электрического контакта между элементами ЗУ в результате случайных механических воздействий, при прохождении аварийных токов, коррозии болтовых и сварных соединений.

Чтобы своевременно обнаружить неисправность и восстановить защитные функции ЗУ, Правилами [18] предусматриваются периодические проверки состояния ЗУ, включающие внешний осмотр видимых частей ЗУ с проверкой цепи между заземлителем и электроустановки, измерение сопротивления ЗУ, выборочное вскрытие грунта для осмотра подземных элементов ЗУ.

Внешний осмотр ЗУ осуществляется при всех видах проверки электроустановки. Измерение сопротивления ЗУ производится в сроки, устанавливаемые системой планово-предупредительных ремонтов для данного заземляемой установки (обычно 1 раз в год) в наиболее неблагоприятных для работы ЗУ условиях, т.е. в периоды наибольшего удельного сопротивления грунта: летом – при максимальном просыхании почвы и зимой – при наибольшем промерзании. Вскрытие грунта производится при каждом измерении сопротивления.

Для измерения чаще всего используется метод вольтметра-амперметра. Сущность метода заключается в том, что производится одновременное измерение: амперметром – тока I_x , пропускаемого через заземлитель в землю, вольтметром – потенциала φ_x заземлителя относительно земли (рис.8.3). Сопротивление растеканию тока от заземлителя

$$R_{изм} = \varphi_x / I_x, \text{ Ом} \quad (8.1)$$

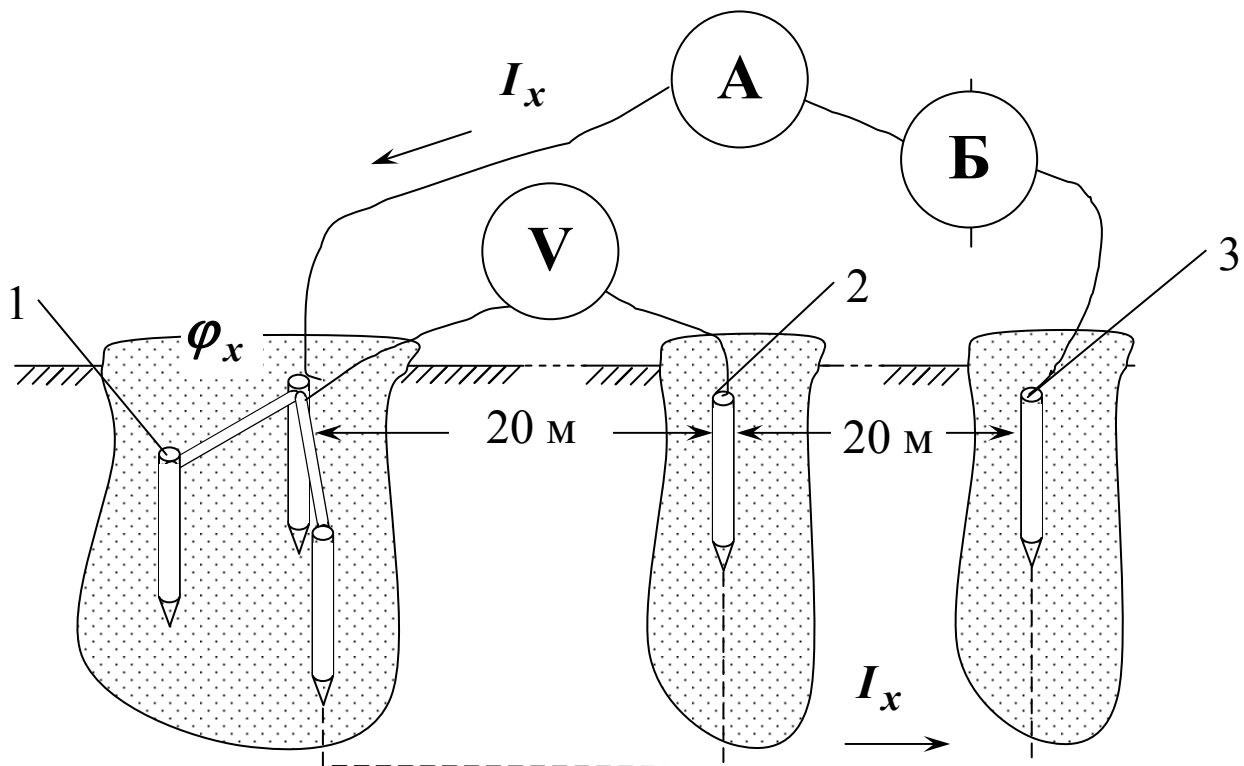


Рис. 8.3. Измерение сопротивления растеканию тока методом вольтметра-амперметра

1 – заземлитель; 2 – потенциальный зонд; 3 – токовый зонд;
А – амперметр; V – вольтметр; Б – источник питания.

Для измерения необходимо два вспомогательных зонда – токовый 3, служащий для создания токовой цепи, и потенциальный 2, служащий для подключения вольтметра к точке с нулевым потенциалом.

В промышленности для измерения сопротивления ЗУ применяются комбинированные приборы – измерители сопротивления. Отличительная особенность их в том, что конструктивно в приборе совмещены функции амперметра и вольтметра, вычисления по формуле 8.1 производятся автоматически, и на стрелку выводится готовое значение сопротивления. Приборы, измеряющие несколько различных величин, производящие над ними арифметические действия и выдающие результат этих действий называются логометрами.

В лабораторной работе используется логометрический измеритель сопротивления МС-08. Прибор содержит две рамки – токовую, включаемую как амперметр между заземлителем и токовым зондом, и рамку напряжения, включаемую как вольтметр между заземлителем и потенциальным зондом. Источником электроэнергии является встроенный генератор постоянного тока с ручным приводом.

8.5. Экспериментальная часть

8.5.1. Задание по работе

Работа выполняется каждым студентом самостоятельно в соответствии с номером варианта, задаваемым преподавателем.

Номер варианта состоит из двух цифр. Первая определяет тип объекта (табл.8.1), вторая – размеры заземлителей (табл.8.2).

Таблица 8.1

№ п/п	Тип грунта	Тип и характеристики объекта		Мощность трансформатора
		Влажность грунта	Климатическая зона	
0	Песок	Малая	I	90
1	Песок	Нормальная	II	120
2	Супесь	Повышенная	III	150
3	Супесь	Малая	IV	200
4	Чернозем	Нормальная	I	80
5	Чернозем	Повышенная	II	50
6	Суглинок	Малая	III	400
7	Суглинок	Нормальная	IV	110
8	Глина	Повышенная	I	100
9	Глина	Малая	II	180

Таблица 8.2

Размеры заземлителей

№ п/п	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Длина стержня l_c , м	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0
Диаметр стержня d_c , м	0,02	—	0,03	—	0,02	—	0,04	—	0,03	—
Ширина полки уголка b , м	—	0,04	—	0,05	—	0,03	—	0,05	—	0,04
Расстояние между стержнями a , м	6,0	4,4	5	2,7	6,0	6,0	2,2	7,5	5,4	3,0
Ширина соединительной полосы, b_n , м	0,03	0,05	0,04	0,03	0,07	0,05	0,04	0,03	0,05	0,07
Глубина заложения соединительной полосы, t_o , м	0,5	0,4	0,3	0,4	0,6	0,4	0,3	0,5	0,6	0,5
Размещение соединительных полос	ряд	кон тур	ряд	кон тур	ряд	кон тур	ряд	кон тур	ряд	кон тур

8.5.2. Расчет заземляющих устройств

Для расчета ЗУ необходимо иметь: электрические характеристики установки; план размещения электрооборудования; допустимые значения напряжений прикосновения и шага; расчетный ток замыкания на землю.

Кроме того, необходимо знать:

- форму, размеры, материал и предполагаемое заглубление вертикальных стержней заземлителя;
- измеренное удельное сопротивление грунта ρ на участке размещения ЗУ.

При отсутствии таких данных сопротивление грунта принимается по табл.8.3;

Таблица 8.3

Средние значения удельного сопротивления грунта, Ом·м

Тип грунта	Удельное сопротивление грунта ρ , Ом·м
Песок	700
Супесь	300
Чернозем	200
Суглинок	100
Глина	40

- климатические условия региона (приведены в табл. 8.1), по которым выбираются соответствующие коэффициенты $K_{мв}$ и $K_{мг}$ (табл. 8.4)

Таблица 8.4

Коэффициенты климатических условий для вертикальных и горизонтальных заземлителей

Климатическая зона	Для вертикального заземлителя (стержня) $K_{мв}$			Для горизонтального заземлителя (соединительной полосы) $K_{мг}$		
	Влажность грунта			Влажность грунта		
	Повышенная	нормальная	малая	повышенная	нормальная	малая
I	2,0	1,9	1,8	7,0	5,7	4,5
II	1,8	1,65	1,5	4,5	4,0	3,5
III	1,6	1,5	1,4	2,5	2,2	2,0
IV	1,4	1,3	1,2	2,0	1,7	1,5

Расчет ЗУ выполняется по характеристикам электроустановки (рабочему напряжению, мощности трансформатора и пр.) в следующем порядке.

1. Вначале выбирают допустимое сопротивление ЗУ $R_{Д}$, Ом (см. п.8.2.).

2. Затем по формуле (8.2) рассчитывают сопротивление одиночного стержневого заземлителя:

$$R_{oc} = 0,366 \frac{\rho K_{мв}}{l_c} \left(\lg \frac{2l_c}{d_c} + \frac{1}{2} \lg \frac{4h_c + l_c}{4h_c - l_c} \right), \text{ Ом} \quad (8.2)$$

Здесь:

h_c – глубина заложения стержня, м, равная расстоянию от поверхности земли до середины стержня

$$h_c = h_o + 0,5l_c, \text{ м} \quad (8.3)$$

$K_{мв}$ – коэффициент климатических условий, определяется по табл. 8.4 для вертикального заземлителя (стержня) в зависимости от климатической зоны и влажности грунта;

l_c и d_c – соответственно длина и наружный диаметр стержня, м;

Для заземлителей из уголкового стали эквивалентный диаметр стержня принимают по формуле:

$$d_c = 0,95b, \text{ м} \quad (8.4)$$

b – ширина полки уголка, м.

3. Определяют ориентировочное количество стержней:

$$n_x = R_{oc} / R_3 \quad (8.5)$$

4. Находят требуемое количество вертикальных заземлителей

$$n = R_{oc} / (\eta_e R_z) \quad (8.6)$$

где η_e – коэффициент использования вертикальных заземлителей, выбирается из табл.8.5 с учетом отношения a/l_c (расстояния a между стержнями к их длине l_c), предполагаемого размещения соединительных полос и ориентировочного количества стержней n_x .

Полученное значение n округляется до ближайшего целого числа. Если n отличается от n_x , то следует выбрать из табл. 8.5 по значению n новое значение η_e и пересчитать n по формуле (8.6).

Таблица 8.5

Коэффициенты использования вертикальных заземлителей η_e

Количество заземлителей $n(n_x)$	Соединительные полосы размещены в ряд			Соединительные полосы размещены по периметру замкнутого контура		
	Отношение расстояния a между стержнями к их длине l_c					
	1	2	3	1	2	3
2	0,85	0,91	0,94	—	—	—
4	0,73	0,83	0,89	0,69	0,78	0,85
6	0,65	0,77	0,85	0,61	0,73	0,80
10	0,59	0,74	0,81	0,56	0,68	0,76
20	0,48	0,67	0,76	0,47	0,63	0,71
40	—	—	—	0,41	0,58	0,66

5. Суммарное сопротивление стержней

$$R_c = nR_{oc}, \text{ Ом} \quad (8.7)$$

6. Сопротивление соединительной полосы

$$R_n = \frac{0,366}{\eta_z l_n} \rho K_{мг} \lg \frac{2l_n^2}{b_n t_0}, \text{ Ом} \quad (8.8)$$

Здесь η_z – коэффициент использования горизонтального заземлителя, выбирается из табл.8.6 аналогично η_e ;

l_n – длина полосы, м. Определяется по формуле (8.10) при рядном расположении заземлителей или (8.9) – при контурном:

$$l_n = 1,05an, \text{ м} \quad (8.9)$$

$$l_n = 1,05a(n-1), \text{ м} \quad (8.10)$$

b_n – ширина полосы, м; t_o – глубина заложения полосы, м.

Таблица 8.6

Коэффициенты использования горизонтальных заземлителей (полос) η_z

Количество заземлителей $n(n_x)$	Соединительные полосы размещены в ряд			Соединительные полосы размещены по периметру замкнутого контура		
	Отношение расстояния a между стержнями к их длине l_c					
	1	2	3	1	2	3
2	0,85	0,94	0,96	—	—	—
4	0,77	0,80	0,92	0,45	0,55	0,70
6	0,72	0,84	0,88	0,40	0,48	0,64
10	0,62	0,75	0,82	0,34	0,40	0,56
20	0,42	0,56	0,68	0,27	0,32	0,45
40	—	—	—	0,22	0,29	0,33

7. Общее сопротивление контура заземления

$$R = \frac{R_c R_n}{R_c + R_n}, \text{ Ом} \quad (8.11)$$

8. Сравнивают расчетные значения общего сопротивления R с допустимым значением R_d . В случае, если $R > R_d$ увеличивают количество стержней n или их длину l_c , либо уменьшают расстояние a между ними и производят перерасчет, начиная с п.4.

8.5.3. Порядок выполнения работы по расчету сопротивления контура заземления

1. По заданной мощности трансформатора (табл. 8.1) определить допустимое сопротивление ЗУ R_z (см. рекомендации п.8.2.).

2. Определить расчетное сопротивление одиночного заземлителя по формуле (8.2). Длину l_c и диаметр d_c стержня выбрать из исходных данных (табл.8.2); если в качестве вертикального заземлителя используется уголок, рассчитать d_c по формуле (8.4). Удельное сопротивление грунта ρ принимается из табл.8.3 по заданному типу грунта (табл.8.1); коэффициент климатических условий для вертикальных заземлителей K_{mv} – из табл.8.4 по климатической зоне и влажности грунта (табл.8.1).

3. Определить ориентировочное количество стержней n_x по формуле (8.5). Результат округлить до целого числа.

4. Определить требуемое количество вертикальных заземлителей n по формуле (8.6). Для этого:

- найти отношение расстояния между электродами к их длине $L = a/l_c$. Расстояние a между стержнями берется из табл.8.2.
- выбрать из табл. 8.5 коэффициент использования вертикальных заземлителей η_e , пользуясь L , полученным ранее, количеством стержней n_x (п.3) и видом размещения соединительных полос (таблица 8.2).

Полученное значение n округлить до ближайшего целого числа. Если n отличается от n_x , то следует выбрать из табл. 8.5 по значению n новое значение η_e и вновь пересчитать n по формуле (8.6).

5. Определить суммарное сопротивление стержней R_c по формуле (8.7).

6. Вычислить сопротивление соединительной полосы R_n по формуле (8.8).

Для этого:

- выбрать из табл. 8.6 коэффициент использования горизонтального заземлителя η_z . Выбор производится аналогично выбору η_e .
- выбрать из табл. 8.4 коэффициент климатических условий для горизонтальных заземлителей $K_{мг}$. Выбор производится аналогично выбору $K_{мв}$.
- определить по формуле (8.10) при рядном расположении заземлителей или формуле (8.9) – при контурном) длину соединительной полосы l_n .

7. Рассчитать сопротивление контура заземления R по формуле (8.11).

8. Проверить соответствие полученного сопротивления контура заземления R допустимому сопротивлению ЗУ R_z . В случае несоответствия увеличить количество заземлителей и повторить расчет с п.4 до п.8.

8.5.4. Порядок выполнения натуральных замеров

1. Установить соответствующими переключателями на стенде заданный в варианте тип грунта, полученное количество вертикальных заземлителей и мощность трансформатора.

2. Подключить прибор МС-08 к стенду в соответствии со схемой (рис.8.2). Клеммы Е1 и I1 прибора соединяются перемычкой и подключаются к выводу ЗУ, клемма I2 – к выводу токового зонда, клемма Е2 – к выводу потенциального зонда.

3. Перед измерением сопротивления ЗУ переключатель диапазонов 10 установить в положение «Регулировка», затем вращая ручку 8 привода генератора (см. Рис.8.2) со скоростью 90 – 150 об/мин одновременно ручкой 9 «Установка нуля» добиться совмещения стрелки с красной риской на шкале 11 прибора.

4. Для измерения сопротивления ЗУ растеканию тока установить переключатель диапазонов 10 в положение «х1,0» и вращая ручку 8 генератора одновременно снять отсчет по шкале 11. Если измеренное сопротивление менее 100 Ом, необходимо установить переключатель диапазонов 10 в положение «х0,1» и снять более точный отсчет; если измеренное сопротивление менее 10 Ом, необходимо повторить измерение в диапазоне «х0,01».

5. Сравнить замеренное сопротивление контура заземления растеканию тока с допустимым значением $R_{\text{д}}$ для заданного варианта.

8.6. Мероприятия по обеспечению нормативных параметров заземления

Для обеспечения длительного времени работы заземлителей все электрические соединения при установке контура заземления следует выполнять сваркой. Контактные соединения должны отвечать требованиям государственных стандартов.

Следует выполнять регулярный контроль сопротивления растеканию тока заземлителей – не реже одного раза в год в самый холодный и самый жаркий месяцы.

8.7. Контрольные вопросы

1. Что называется защитным заземлением? Опишите принцип его действия.
2. При каких значениях напряжений и в каких помещениях используется защитное заземление?
3. Опишите виды и конструкцию заземлителей.
4. Какие меры электробезопасности используются в жилых помещениях?
5. Каким образом нормируется защитное заземление?
6. Как и какими приборами измеряется сопротивление контура заземления растеканию тока?
7. От каких параметров зависит расчетная величина ЗУ?
8. От чего зависит сопротивление ЗУ растеканию тока?
9. В чем особенности эксплуатации ЗУ?
10. Назовите известные Вам способы защиты человека от воздействия электрического тока.