

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛЕНИЯ

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ЗАЗЕМЛЕНИЮ

Заземлителем называется металлический проводник или группа проводников, находящихся в непосредственном соприкосновении с землей. Заземляющими проводниками называются металлические проводники, соединяющие заземляемые части электроустановки с заземлителем. Совокупность заземлителя и заземляющих проводников называется заземляющим устройством.

Заземлением называется преднамеренное электрическое соединение какой-либо части электроустановки с заземляющим устройством. Сопротивлением заземления (заземляющего устройства) называется сумма сопротивлений заземлителя относительно земли и заземляющих проводников. Сопротивление заземлителя относительно земли определяется как отношение напряжения на заземлителе относительно земли к току, проходящему через заземлитель в землю. Сопротивление заземления может сильно изменяться от времени года и состояния погоды (дождь или сухая погода). Сопротивление заземления не должно повышаться более некоторого установленного ПУЭ значения, так как иначе обслуживание установки может стать небезопасным или сама установка может оказаться в недопустимых условиях работы, например:

- 1) согласно ПУЭ сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединяются нейтрали генераторов и трансформаторов напряжением до 1 кВ мощностью меньше 100 кВ·А, должно быть не более 10 Ом, а при большей мощности – не более 4 Ом;
- 2) сопротивление заземляющего устройства для заземления электрооборудования напряжением до 1 кВ при мощности генератора или трансформатора менее 100 кВ·А должно быть не более 10 Ом, а при большей мощности – не более 4 Ом.

3-х точечная схема измерения сопротивления заземления

Если к двум заземлителям – одиночным трубам, расположенным в земле на большом расстоянии (50-60 м), приложить напряжение U (рис.), то через землю и заземлители пойдет ток.

Если один зажим электростатического вольтметра соединить с первым заземлителем, а второй зажим при помощи железного штыря – зонда соединить с землей в точках, расположенных на прямой, соединяющей заземлители, то можно получить кривую падения напряжения по линии, соединяющей заземлители (рис. 6-39, а). Из кривой видно, что вблизи заземлителей напряжение растет, а далее на среднем участке между трубами остается неизменным.

Такое распределение напряжения объясняется тем, что линии тока у первого заземлителя расходятся, а у второго сходятся, следовательно, плотность тока вблизи заземлителей большая, а на большом расстоянии от них ничтожно малая.

На основании сказанного выше сопротивление первого заземлителя $r_A = U_{AD}/I$, а второго $r_B = U_{BF}/I$.

Точки поверхности земли в зоне, падение напряжения в которой равно нулю (зона ДГ, рис. 6-39), называются точками нулевого потенциала.

Потенциал φ_x любой точки x в зоне заземлителя будет равен напряжению между этой точкой и точкой нулевого потенциала, например точкой Д:

$$U_{xD} = \varphi_x - \varphi_D = \varphi_x - \varphi_0 = \varphi_x$$

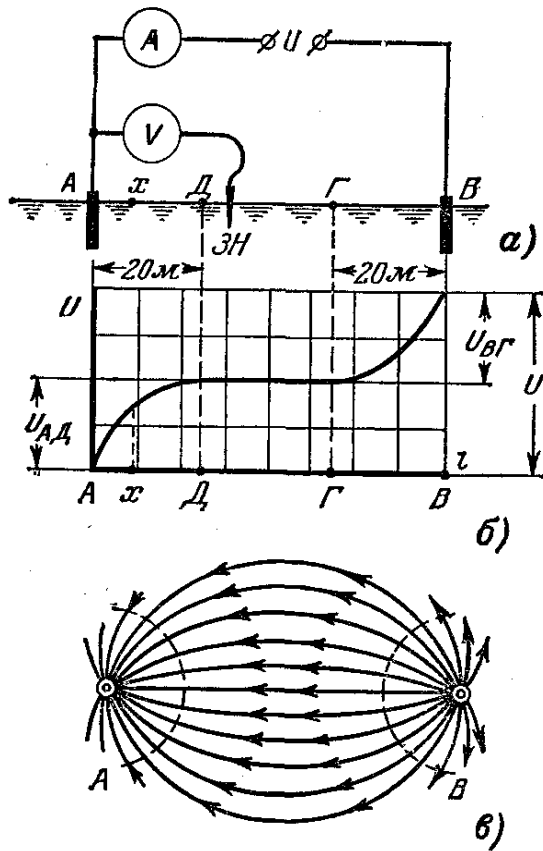


Рис. 6-39. Распределение потенциалов между двумя электродами на поверхности земли.

а — схема для нахождения распределения потенциалов; б — кривая падения напряжения; в — схема прохождения токов.

а потенциалы заземлителей A и B , называемые полными потенциалами, будут равны: $\varphi_A = U_{AD} C/AD$ и $\varphi_B = U_{BG}$.

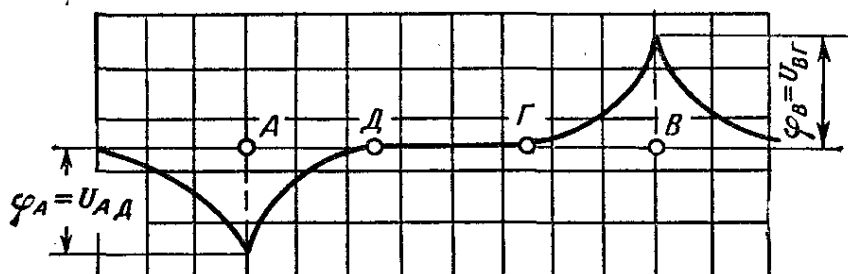


Рис. 6-40. Кривая распределения потенциалов на поверхности земли.

Кривая распределения потенциала на поверхности земли на линии, соединяющей заземлители A и B , дана на рис., форма ее зависит только от формы заземлителей и их расположения.

Измерение сопротивления заземления можно производить различными методами, например, методом амперметра и вольтметра; методом компенсации; при помощи специальных логометров и др. Во всех случаях измерения сопротивления заземления применяют переменный ток.

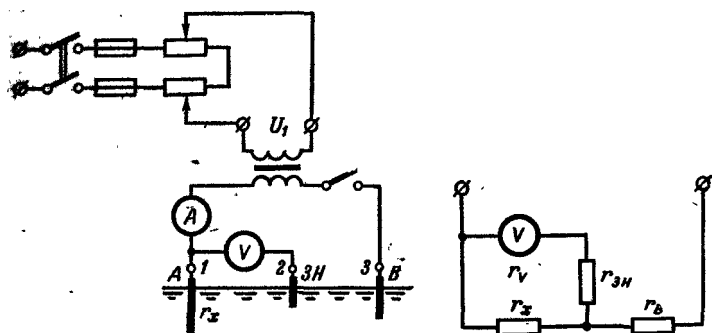
ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛЕНИЯ МЕТОДОМ АМПЕРМЕТРА И ВОЛЬТМЕТРА

Этим методом рекомендуют пользоваться при ответственных измерениях и при изменении малых сопротивлений заземлений.

Испытуемый заземлитель A и вспомогательный заземлитель B соединены со вторичной обмоткой силового трансформатора. Измерив ток амперметром и напряжение вольтметром, соединенным с заземлителем A и зондом, расположенным в зоне нулевого потенциала, определим сопротивление заземлителя A : $r_x = U/I$.

Вольтметр должен обладать большим по сравнению с зондом сопротивлением, так как они соединены последовательно, а падение напряжения на зонде должно быть ничтожно малым. В противном случае возникнет значительная погрешность. Она может быть выражена так:

$$\delta = \frac{R_{3H}}{R_V + R_{3H}} 100\%$$



Для измерений следует применять вольтметры электростатической, электронной или детекторной систем.

ИЗМЕРИТЕЛЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛЕНИЯ

на основе логометра

Принципиальная схема измерителя дана на рис. 6-44. Одна рамка логометра включена в цепь тока I_1 последовательно с испытуемым заземлителем A и вспомогательным заземлителем B . Вторая рамка логометра вместе с добавочным резистором R_d подключена к испытуемому заземлителю и зонду $3H$. Цепь второй рамки, сопротивление которой R_2 находится под напряжением, равным падению напряжения на измеряемом сопротивлении R_d ,

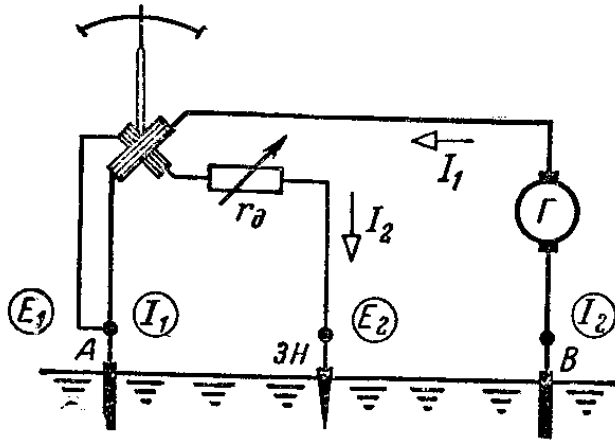


Рис. 6-44. Принципиальная схема прибора для измерения сопротивлений заземлений типа МС-08. и, следовательно, ток в этой рамке

$$I_2 = I_1 R_x / (R_2 + R_d + R_{3H}).$$

Угол поворота подвижной части логометра

$$\alpha = f\left(\frac{I_1}{I_2}\right) = f\left(\frac{R_2 + R_d + R_{3H}}{R_x}\right) = f\left(\frac{K}{R_x}\right)$$

При постоянном значении $k = R_2 + R_d + R_{3H}$ угол поворота подвижной части зависит только от R_x . Сопротивление зонда может изменяться, поэтому добавочное сопротивление R_d регулируют перед каждым измерением, изменяя его до тех пор, пока стрелка прибора не установится на контрольной отметке шкалы.

Измерение сопротивлений заземления производится на переменном токе, а магнитоэлектрический измерительный механизм применим только при постоянном токе. Приборы типа МС-08 имеют электромеханический преобразователь MII постоянного тока в переменный и механический выпрямитель (MB на рис. 6-45).

В течение первой половины оборота механического преобразователя ток в его цепи проходит в одном направлении (рис. 6-45). Затем преобразователь переключает часть цепи, состоящей из измеряемого заземлителя, земли и вспомогательного заземлителя, и по ней в течение второй половины оборота проходит ток обратного направления.

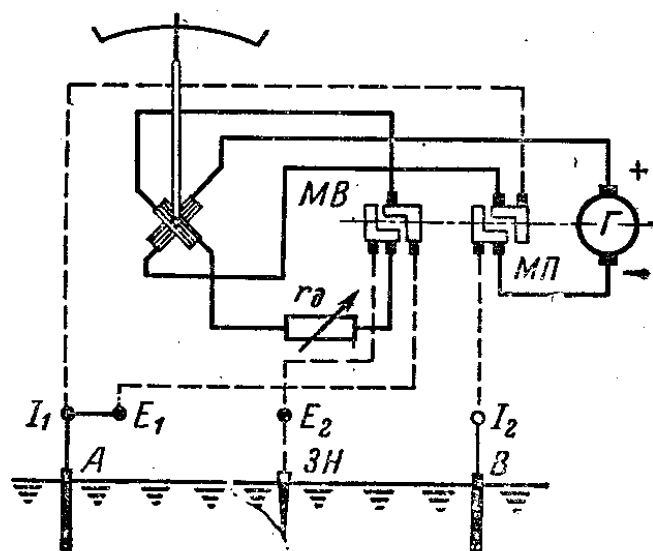


Рис. 6-45. Схема прибора типа МС-08.

Следовательно, в земле проходит переменный ток, и к двум щеткам механического выпрямителя, соединенным с землей, будет приложено переменное напряжение; на двух других щетках этого выпрямителя будет выпрямленное напряжение, под которым и находится цепь второй рамки и добавочного сопротивления. На рис. 6-45 участки цепи, по которым проходит переменный ток, показаны пунктиром.

Механический преобразователь и выпрямитель делают показания прибора практически не зависимыми от блуждающих токов, а регулируемый добавочный резистор исключает влияние сопротивления зонда.