

Я. М. Бунич, А. Н. Глазков, К. А. Кастовский  
Электрооборудование промышленных предприятий  
М., Стройиздат, 1981

**Заземлители.** Для непосредственного соединения с землей зануляемых и заземляемых частей электроустановок служат заземлители, которые могут быть естественными и искусственными.

В качестве естественных заземлителей используют металлические конструкции зданий и сооружений, имеющие надежное соединение с землей, свинцовые оболочки кабелей и проложенные в земле трубопроводы (кроме труб с горючими газами и жидкостями). Алюминиевые оболочки кабелей и голые алюминиевые провода использовать в качестве заземлителей нельзя, так как они покрываются оксидной пленкой, плохо проводящей ток.

Искусственные заземлители применяют горизонтальные и вертикальные. Вертикальные заземлители изготовляют из стальных круглых стержней диаметром 12-16 мм, длиной 4,5-5 м, а также из стальных уголков 50×50 мм и отбракованных стальных водопроводных труб диаметром 40-50 мм, длиной 2,5-3 м. Приближенное значение сопротивления растеканию тока одного вертикального заземлителя в Ом можно определить по формуле

$$R = \rho / l, \quad (\text{XV.2})$$

где  $\rho$  - удельное сопротивление грунта, Ом·м (табл. XV.5);  
 $l$  - длина вертикального заземлителя, м.

**Таблица XV.5. Удельное сопротивление грунта  $\rho$** 

<b>Грунт</b>	<b>Удельное сопротивление, Ом·м</b>	<b>Рекомендуемое для предварительных расчетов, Ом·м</b>
Мергель, известняк, крупнозернистый песок	1000-2000	1500
Песок	400-1000	700
Супесок	150-400	300
Суглинок	40-150	100
Глина	70	70
Смешанный грунт (глина, известняк, щебень)	60	60
Садовая земля	40	40
Чернозем	10-50	2
Торф	20	20

Обычно заземляющее устройство выполняют из нескольких заземлителей (стержней, уголков, труб), закладываемых в землю в ряд или по контуру. Общее сопротивление группы вертикальных заземлителей определяют по формуле

$$R_{в.о} = R_{в} / n\eta, \quad (XV.3)$$

где

**$R_{в}$**  - сопротивление растеканию одного вертикального заземлителя, Ом;

**$n$**  - количество заземлителей;

**$\eta$**  - коэффициент, зависящий от количества заземлителей.

При количестве заземлителей до 10, расположенных в один ряд через 3 м,  $\eta = 0,95-0,93$ ; расположенных по контуру,  $\eta = 0,86-0,74$ .

Горизонтальные заземлители применяют для соединения между собой вертикальных заземлителей, реже - в качестве самостоятельных заземлителей. Их изготавливают из стальных полос толщиной 4-5 мм или из стальных прутков диаметром 12-16 мм и закладывают в землю на глубину 500-700 мм.

Сопротивление растеканию горизонтального заземлителя определяют по формуле

$$R_2 = \frac{2\rho}{l}$$

Полное сопротивление растеканию вертикальных и горизонтальных заземлителей определится по формуле

$$R_n = \frac{R_{в.о} R_2}{R_{в.о} + R_2}$$

В электроустановках напряжением выше 1000 В с токами замыкания на землю более 500 А, сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 0,5 Ом. В электроустановках напряжением выше 1000 В с токами замыкания, равными или меньше 500 А, без компенсации емкостных токов сопротивление заземляющего устройства определяется по формуле

$$R \leq \frac{250}{I}$$

Если это же заземляющее устройство используется одновременно и для электроустановок напряжением до 1000 В, то сопротивление заземляющего устройства определяется по формуле

$$R \leq \frac{125}{I}$$

где

R - сопротивление заземляющего устройства (не более 10 Ом);

I - расчетный ток замыкания на землю, А.

В сетях с компенсацией емкостных токов сопротивление заземляющего устройства также рассчитывается по приведенным выше формулам. При этом за расчетный ток

принимают: для заземляющих устройств, к которым присоединяют компенсирующие аппараты - ток, равный 125% номинального тока этих аппаратов; для заземляющих устройств, к которым не присоединены аппараты, компенсирующие емкостный ток, - остаточный ток замыкания на землю, который может иметь место в данной сети при отключении наиболее мощного из компенсирующих аппаратов, но не менее 30 А.

Сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединяют нейтраль трансформатора в электроустановках напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью, и заземляющее устройство, используемое для заземления электрооборудования в электроустановках напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью, должно быть не более 4 Ом. При мощности трансформатора 100 кВ·А и меньше сопротивление заземляющего устройства может быть повышено до 10 Ом.

**Пример.** Определяем количество вертикальных заземлителей для заземления нейтрали трансформатора. Общее сопротивление растеканию заземлителей  $R_{в.о} = 4$  Ом. Удельное сопротивление грунта  $\rho = 60$  Ом·м

**Решение.** В качестве заземлителей принимаем круглые стальные стержни диаметром 16 мм, длиной 5 м.

Сопротивление растеканию тока одного вертикального заземлителя по формуле (XV.3):

$$R_{в} = \frac{\rho}{l} = \frac{60}{5} = 12 \text{ Ом}$$

При расположении заземлителей в один ряд  $\eta = 0,9$ . Из формулы (XV.5): определим необходимое количество заземлителей

$$n = \frac{R_{в.о}}{R_{в.о} \eta} = \frac{12}{4 \cdot 0,9} \approx 4 \text{ шт.}$$