

3. Защитное заземление.

В качестве электродов заземлителя используются как вертикальные стержни различной формы сечения (уголок, труба и др.), так и горизонтальные полосы, которые могут иметь большую длину. Наиболее просто рассчитывается сопротивление заземлителя полушаровой формы. Предположим, что такой заземлитель присоединён к корпусу электрооборудования, и отводит в землю ток частотой 50 Гц в случае пробоя изоляции (рис. 3.5)

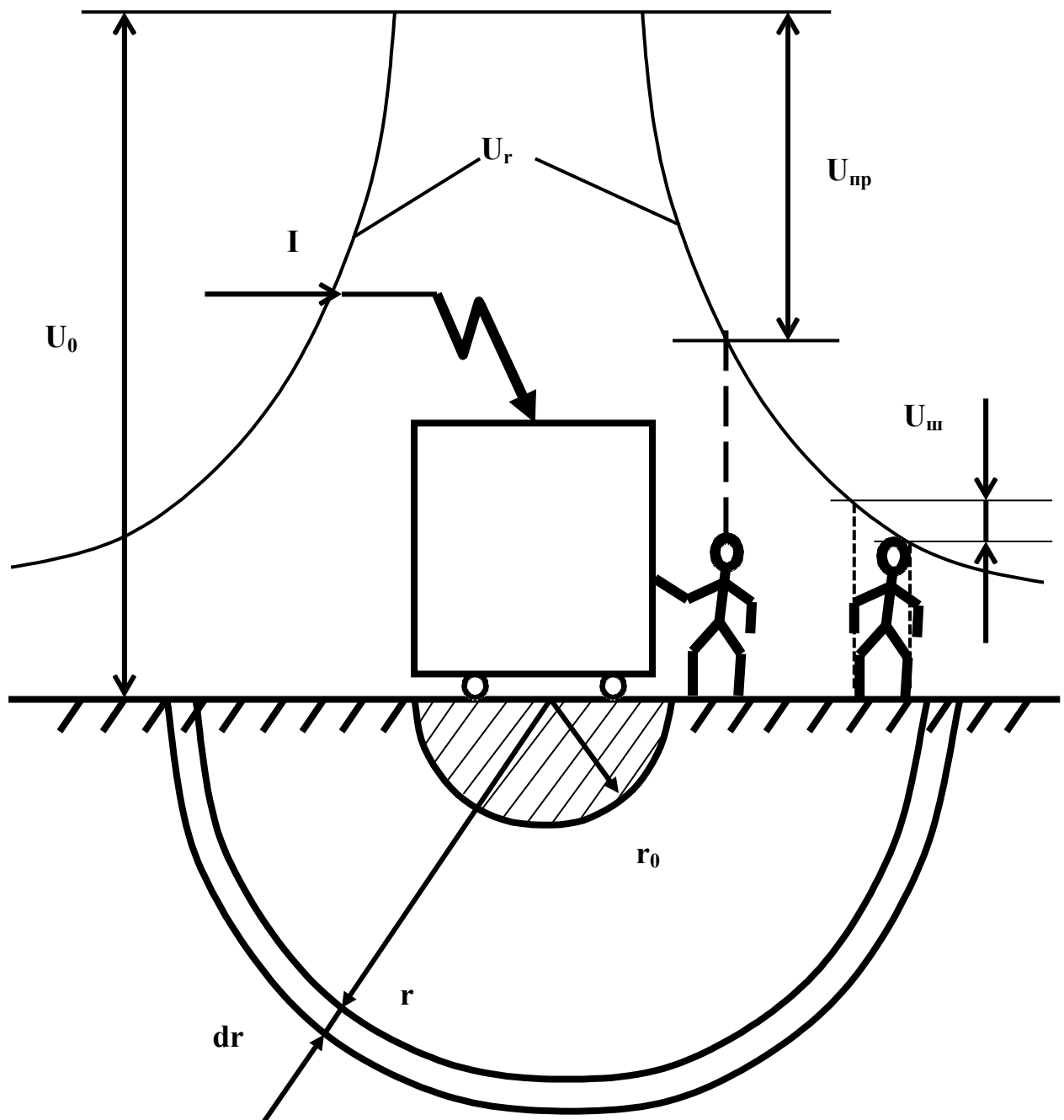


Рис. 3.5 К расчёту сопротивления полушарового электрода.

Сопротивление элементарного слоя земли между эквипотенциальными поверхностями (полусферами) с радиусами r и $r+dr$ в грунте с удельным сопротивлением ρ $dR = \rho \frac{dr}{2\pi r^2}$ и всё сопротивление растекания тока с заземлителя-полусфера радиусом r_0 составит:

$$R = \int_0^{\infty} dR = \frac{\rho}{2\pi r_0} \int_{r_0}^{\infty} \frac{dr}{r^2} = \frac{\rho}{2\pi r_0} \quad (3.8)$$

Потенциал точек земли на расстоянии r от центра заземлителя

$$U_r = I \int_r^{\infty} dR = \frac{I\rho}{2\pi r}, \quad (3.9)$$

где I – ток замыкания на землю установки, стекающий с заземлителя при нарушении изоляции.

Если во время протекания тока I человек касается корпуса электрооборудования, то к нему оказывается приложенным напряжение, равное разности потенциалов корпуса U_0 и земли в месте расположения ног человека U_r , называемое напряжением прикосновения $U_{np} = U_0 - U_r$.

Напряжение на теле человека с сопротивлением R_T :

$$U_T = U_{np} - U_{cm} = U_{np} \frac{R_T}{R_T + 0,5R_{cm}}, \quad (3.10)$$

где U_{cm} – падение напряжения в сопротивлении растекания с двух ступней человека в землю $R_{cm}/2$.

Человек, идущий к трансформатору, оказывается под шаговым напряжением $U_{ш}$, которое зависит от длины шага и расстояния человека до заземлителя. Во всех случаях напряжение на теле человека U_T при шаге будет меньше, чем при прикосновении, так как всегда $U_{ш} \leq U_{np}$, а относительное сопротивление пути тока через человека при шаге меньше, чем при прикосновении.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала заземляющее устройство электрической установки следует проектировать таким образом, чтобы напряжение на теле человека от U_{np} и $U_{ш}$ в любых условиях не превосходило допустимых или безопасных для человека значений. Достигнуть этого можно снижением сопротивления заземлителя, выравниванием кривой распределения потенциала заземлителя по поверхности земли вблизи заземлённых объектов, а также увеличением удельного сопротивления верхнего слоя земли, например, путём подсыпки гравия или путём использования изолирующих площадок и бот.

Снижение сопротивления заземлителя достигается прокладкой в земле горизонтальных и вертикальных проводников. Сопротивление заземляющего устройства при этом не должно превосходить определённого нормируемого значения.

В целях выравнивания электрических потенциалов между электрооборудованием и землёй и для обеспечения присоединения этого оборудования к заземлителю на глубине 0,5-0,7 метров от поверхности земли на территории, занятой оборудованием, прокладывают продольные и поперечные проводники, называемые горизонтальными заземлителями, и соединяют их между собой в заземляющую сетку.

С целью экономии металла и более равномерного распределения потенциалов расстояния между поперечными заземлителями принимают увеличивающимися от периферии к центру.

В качестве вертикальных электродов используются стальные трубы, угловая и круглая сталь длиной 2-10 м. Наименьшие поперечные размеры электродов диктуются необходимостью надёжной работы заземлителя при коррозии и могут быть увеличены из условий достаточной механической прочности при погружении их в грунт.

Горизонтальные полосовые заземлители в виде лучей или контуров используются как самостоятельные заземлители, либо как элементы сложного заземлителя из горизонтальных и вертикальных электродов. Толщина элементов для вертикальных и горизонтальных заземлителей принимается не менее 4 мм^2 .

При увеличении урбанизации, дефицита земли в городах, а так же для уменьшения монтажных работ в последнее время используются глубинные заземлители: от одного до десяти вертикальных заземлителей, забиваемых на глубину до 50 м. Такие глубинные заземлители, как правило, выполняют в виде составного стального стержня, покрытого медью.

Для расчёта сопротивления заземлителя одним из параметров, необходимых для расчёта являются свойства грунта.