

торые приведены на рисунке 1. Так же был рассчитан коэффициент возврата МР-600, который получился равным 0,96. Была проведена работа по изучению настройки реле и настройки уставок реле.

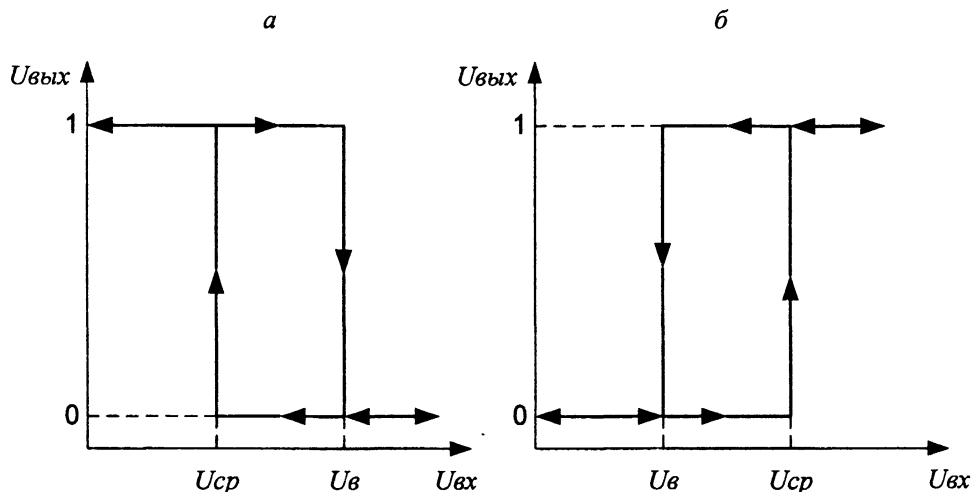


Рис. 1. Передаточные характеристики реле:
а – понижения напряжения; б – повышения

Литература

1. Техническое описание и руководство по эксплуатации МР-600. – Минск: РУП «Белэлектромонтажналадка», 2004. – 97 с.

УДК 621.311

ВИДЫ И КОНСТРУКЦИИ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Дерюгина Е.А., Тополев В.А., Титовец Ю.В.

Замыкание на землю возможно в любой точке системы. В месте перехода тока в землю, если не предусмотрены особые устройства, возникают значительные потенциалы и градиенты напряжения на поверхности земли, опасные для людей, находящиеся вблизи. Объясняется это большим удельным сопротивлением земли, превышающим удельное сопротивление проводниковых материалов во много раз. Для устранения этой опасности на станциях, подстанциях, линиях электропередач предусматривают заземляющие устройства, назначение которых заключается в снижении потенциалов и градиентов напряжений до приемлемых значений.

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

Заземлитель представляет собой систему неизолированных проводников, находящихся в контакте с землей и предназначенных для отвода тока в землю.

Заземление обязательно во всех электроустановках при напряжении 380 В и выше переменного тока, 440 В и выше постоянного тока, а в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках – при напряжении 42 В и выше переменного тока, 110 В и выше постоянного тока.

Заземления классифицируют по целевому назначению: *защитное заземление* (защита обслуживающего персонала от опасных напряжений прикосновения и ограниче-

ний напряжения шага), *рабочее заземление* (для создания нормальных условий работы электроустановки), *грозозащитное заземление* (для защиты оборудования от повреждения ударом молнии). Обычно для выполнения всех трех типов заземления используют одно заземляющее устройство.

Заземлители бывают *основными (искусственными)*, которые специально выполняются для отвода тока в землю в течение определенного времени, а также *вспомогательными (естественные)* – металлические предметы любого назначения, так или иначе соединенных с землей (стальных каркасов зданий, арматуры железобетонных оснований, труб любого назначения, частей гидротехнических сооружений). Использование вспомогательных заземлителей экономически целесообразно, поскольку уменьшают сопротивление ЗУ в целом. Экономическая целесообразность объясняется тем, что расчет ЗУ всегда начинается с определения сопротивления естественных заземлителей, и оно дополняется искусственными заземлителями только тогда, когда его сопротивление больше требуемого. Естественные заземлители должны быть связаны с магистралями заземлений не менее чем двумя проводниками в разных точках.

Материал, конструкция и размеры заземлителей, заземляющих и нулевых защитных проводников должны обеспечивать устойчивость к механическим, химическим и термическим воздействиям на весь период эксплуатации.

Материалы и минимально-допустимые геометрические размеры сечений заземлителей и заземляющих проводников, проложенных в земле, регламентируется ПУЭ. В качестве материалов применяются сталь черная, сталь оцинкованная, медь и омедненная сталь.

Очень часто выбор заземляющего стержней осуществляется исходя из их устойчивости к коррозии. Еще одним важным фактором является стоимость. Стоимость стержневых заземляющих электродов определяется стоимостью материалов, из которых они изготовлены. В свою очередь от материала электродов зависит срок их эксплуатации.

Оцинкованные стальные стержни являются одними из самых дешевых электродов, однако по той причине, что срок их службы относительно невелик, они не являются наиболее эффективными с точки зрения стоимости. Цельные стержни заземления из меди или нержавеющей стали обладают более длительным сроком службы, но их цена значительно выше цены оцинкованных стальных стержней заземления. Кроме того, цельные медные стержни заземления не годятся для забивания в грунт на большую глубину или даже на небольшую глубину в скалистый грунт, т. к. они могут погнуться. В качестве компромиссного решения были разработаны омедненные стержни заземления со стальным сердечником. Цена на такие стержни заземления ниже, чем у их цельных аналогов. К тому же, их можно вбивать в грунт на глубину до 30 м.

Количество заземлителей (уголков, полос, стержней) определяется расчетом в зависимости от необходимого сопротивления заземляющего устройства или допустимого напряжения прикосновения (рисунок 1). Размещение искусственных заземлителей производится таким образом, чтобы достичь равномерного распределения электрического потенциала на площади (для уменьшения напряжения прикосновения и ограничения напряжения шага, рисунок 2), занятой электрооборудованием. Для этой цели на территории ОРУ прокладывают заземляющие полосы на глубине 0,5–0,7 м вдоль рядов оборудования и в поперечном направлении, т. е. образуется заземляющая сетка, к которой присоединяется заземляемое оборудование. Заземляющие проводники присоединяют к корпусам оборудования сваркой или болтовым соединением с обеспечением доступности для контроля или переделки при ухудшении контакта. Последовательное включение в цепь заземления или зануления отдельных корпусов оборудования запрещается.

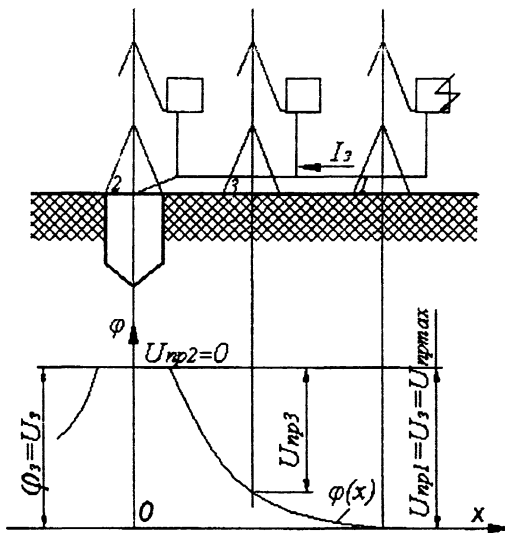


Рис. 1. Зависимость напряжения прикосновения от расстояния человека до заземляющего стержня

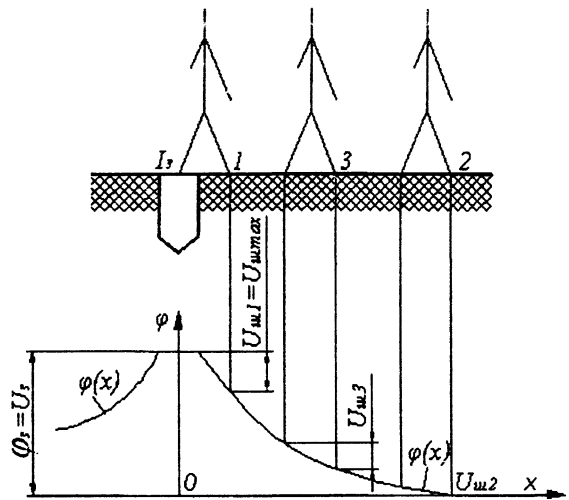


Рис. 2. Зависимость напряжения шага от расстояния человека до заземляющего электрода

При монтаже заземлителей, погружаемых непосредственно в землю, в траншею глубиной до 0,7 м вертикально забиваются стержни (трубы, уголки и др.), а выступающие из земли верхние концы соединяются сваркой внахлест стальной полосой или прутком (рисунок 3, где L – длина одиночного заземлителя; D – диаметр одиночного заземлителя; H – толщина верхнего слоя грунта; T – заглубление заземлителя (расстояние от поверхности земли до середины электрода); t – глубина траншеи (заглубление соединительной полосы)). При этом соблюдаются следующие условия:

- сечение соединительной полосы должно быть не менее 48 мм^2 , толщина – не менее 4 мм; минимальный диаметр прутка – 10 мм, минимальная толщина стенки уголка – 4 мм; минимальная толщина стенки трубы – 3,5 мм;
- длина стержня должна быть не менее 1,5–2 м, чтобы достичь незамерзающего слоя почвы;
- расстояние между соседними стержнями рекомендуется выбирать равным длине стержня (если иное не предусмотрено условиями эксплуатации).

Стержни можно располагать в ряд или в виде какой-либо геометрической фигуры (квадрата, прямоугольника) в зависимости от удобства монтажа и используемой площади. Совокупность стержней, соединенных между собой полосой, образует контур заземления.

В помещении контур заземления приваривается к корпусу силового щита и к заземляющей магистрали (шине заземления), которая проходит вдоль стен здания.

При монтаже заземляющих устройств монтажной организацией контроль за работами производится со стороны заказчика.

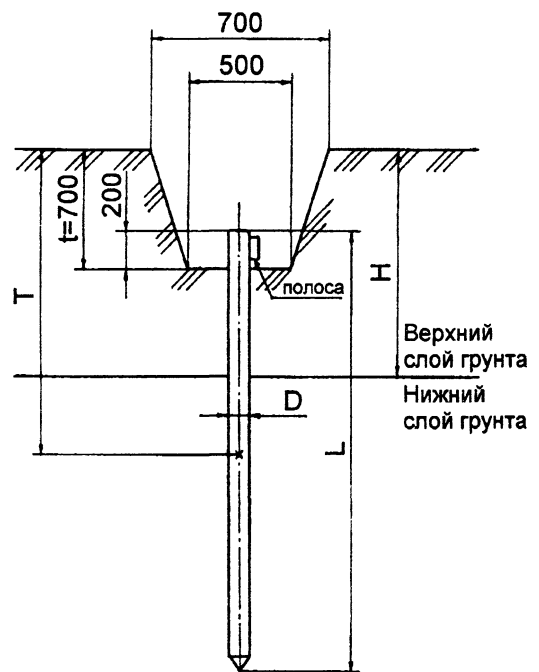


Рис. 3. Установка одиночного заземлителя в двухслойном грунте

При этом отдельно принимаются работы, которые впоследствии будут скрыты, и в это время, а не после, подписываются акты на скрытые работы.

Монтажные организации сдают заказчику всю документацию на заземляющие устройства. На каждое устройство заводится паспорт, в котором отмечаются все изменения, результаты осмотров и измерений.

При проверке состояния заземления периодически проводятся осмотр видимой части, наличие цепи между заземлителем и заземляемыми элементами, измерение сопротивления заземляющего устройства, выборочное вскрытие грунта для осмотра элементов, находящихся в земле.

Литература

1. Васильев А.А., Крючков И.П., Наяшкова Е.Ф., Околович М.Н. Электрическая часть станций и подстанций. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
2. Охрана труда в электроустановках / Под ред. Б.А. Князевского. – М.: Энергоатомиздат, 1983.
3. Правила устройств электроустановок. – 6-е изд. доп. с испр. – М.: Госэнергонадзор, 2000.
4. Каталог ERITECH® Grounding Products. – Великобритания, 2007.
5. Каталог ЗАО «Завод электротехнического оборудования». – Великие Луки, 2006.

УДК 621.311

ВЫБОР ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ 10–35 КВ

Пашкович Н.П.

Научный руководитель – ДЕРЮГИНА Е.А.

Зачастую причинами аварий ограничителей перенапряжений (ОПН) является не правильно проведенный их выбор, который заключается в определении: длительно допустимого рабочего напряжения; номинального разрядного тока; способности поглощения энергии; устойчивости к короткому замыканию.

Подбор по длительно допустимому рабочему напряжению. Касается ограничителей подключённых между фазой и землей.

Сеть с изолированной или резонансно-заземлённой нейтралью

$$U_c \geq U_m.$$

Если короткое замыкание на землю выключается в течение 10 секунд, то обязывает формула:

$$U_c \geq 0,75U_m.$$

Сеть с эффективно заземлённой нейтралью

$$U_c \geq 1,1 \frac{U_m}{\sqrt{3}}.$$

В первую очередь делается выбор длительно допустимого рабочего напряжения U_c , как наиболее важного параметра ограничителя. При выборе должны быть выполнены два основных условия:

– U_c должно быть больше сетевого напряжения, которое может длительно появиться в условиях эксплуатации на зажимах ограничителя;

– устойчивость к медленно изменяющимся перенапряжениям должна быть выше от ожидаемых в сети медленно изменяющихся перенапряжений, т. е. вольт-временная характеристика устойчивости ограничителя должна находиться выше значений ожидаемых перенапряжений, которые могут появиться в сети.

Выбор номинального разрядного тока. В воздушных линиях среднего напряжения при отсутствии грозозащитных тросов существует вероятность непосредствен-