

УДК 621

УСТРОЙСТВА ГРОЗОЗАЩИТЫ И ЗАЗЕМЛЕНИЯ НА ПОДСТАНЦИЯХ

Веракса Р.В., Камыш В.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Петрашевич Н.С.

Введение. Молния – это природное явление, представляющее собой мощный электрический разряд. До сих пор это красивое, но опасное чудо природы не исследовано полностью. Однако, всем известна разрушительная мощь грозового разряда. Это большая угроза не только для жизни человека, но и для его имущества. Необходимость и важность защиты от ударов молнии электрических установок, линий электропередач, зданий и сооружений растет вместе с увеличением потребностей в увеличении генерируемой мощности для удовлетворения нужд потребителей.

Воздействие молнии не ограничивается на электрическом воздействии. Она обладает так же термическими и механическими силами разрушения. Температура канала грозового разряда по последним данным составляет примерно 30 000 градусов по Цельсию. Поэтому при прохождении по токоведущим частям грозовой разряд способен расплавить металл, который является основным материалом для проводников, корпусов электроустановок. Для сохранения целостности электрооборудования подбирается минимально допустимое сечение проводов, толщина изоляции и т.д.

Разряд молнии представляет с собой несколько последовательных импульсов. Траекторию движения и место удара ее предсказать невозможно. Она зависит от поля земли и объектов, расположенных на земле. Известно, что, если под тучей окажется какое-либо сооружение, то молния будет передвигаться к земле по самому короткому пути.

На основе многих исследований были выведены некоторые закономерности поведения молнии. Например, при наличии двух объектов одинаковой высоты под грозовым облаком, разряд будет приходиться на объект, имеющий лучшее заземление и проводимость.

Грозозащита подстанции. Комплексная защита подстанции состоит из внутренней и внешней защиты от грозовых перенапряжений. Однако, если подстанция встроенная или внутрицеховая, то защита может выполняться только внутренняя, так как внешняя защита обеспечивает безопасность от перенапряжения всего здания, которое включает в себя и закрытую подстанцию.

Перенапряжения, вызванные ударом молнии, делятся на два типа: перенапряжения прямого удара и индуцированные перенапряжения. Первый тип характерен для ситуации непосредственного попадания молнии в электроустановку. В этом случае импульсное напряжение зависит от конструктивных особенностей объекта, от величины сопротивления заземления и режима нейтрали. Так же большое влияние оказывают параметры и самой молнии: скорость роста молнии, сопротивление канала молнии. Для защиты от прямого удара используют молниеотводы.

Второй тип перенапряжений характерен при попадании молнии в землю рядом с электроустановкой. Для защиты подстанции от импульсных перенапряжений применяются, например, разрядники, нелинейные ограничители напряжения.

От прямых ударов молнии различные электроустановки, линии электропередач, подстанции, ОРУ и так далее необходимо защищать. Однако существует несколько допущений.

Молниезащита не требуется для открытых подстанций 20 кВ и 35 кВ с трансформаторами единичной мощностью 1,6 МВА и ниже; ОРУ и открытых подстанции 20 кВ и 35 кВ, при условии, что число грозовых часов в году до 20; ОРУ и открытых подстанции менее 220 кВ на площадках с эквивалентным удельным сопротивлением земли в грозовой сезон, при условии, что число грозовых часов в году до 20.

Закрытые подстанции защищаются от прямых ударов молнии, если число грозовых часов в году превышает 20. Закрытые подстанции, выполненные с помощью металлических покрытий и конструкций, следует защитить заземлением металлических частей. Если

закрытые подстанции не имеют такие металлические части и не могут быть заземлены, то необходимо использовать различные молниеотводы или молниеприемники.

Защита подстанции от прямого удара молнии. Молниеотвод. Защита от удара молнии уже очень давно волнует человечество. Первые упоминания о способах защиты относятся к императору Августу, который в этих целях использовал шкуру тюленя. Существовали и другие пути сохранения жизни и имущества, но только лишь в 1752-м году Бенджамином Франклином был придуман молниеотвод. Этот метод защиты от грозových разрядов имел огромную популярность и по сей день сохраняет свою функцию.

Молниеотводы делятся на два вида по типу молниеприемника: стержневые и тросовые. Принцип его действия очень прост. Так как молния бьет в самый высокий объект, которым и является молниеотвод, он принимает на себя прямой удар и отводит электрический ток в землю, тем самым защищая расположенные в зоне его защиты объекты.

На рисунке 1 представлена конструкция стержневого молниеотвода.

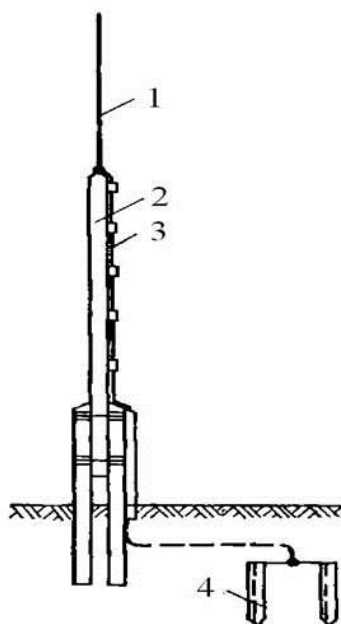


Рисунок 1. Конструкция стержневого молниеотвода. 1 – молниеприемник; 2 – несущая конструкция; 3 – токопровод; 4 – заземлитель.

К молниеприемникам предъявляются высокие требования. Так как они воспринимают прямые удары молнии, то должны обладать механической и тепловой стойкостью к воздействию электрического тока, а также должны выдерживать высокую температуру при разряде.

Функция несущей конструкции заключается в соединении всех элементов молниеотвода в прочную и жесткую конструкцию. Так как молниеотводы устанавливаются в непосредственной близости к объектам под напряжением, то не исключены ситуации падения молниеотвода на токоведущие части. Такие ситуации приводят к аварии, порче электрооборудования и т.д. От таких случаев и должна защищать несущая конструкция, которая надежно закрепляет молниеотвод.

Важным показателем молниеотвода является качество его заземления. Эффективность и надежность защиты подстанции зависит от заземлителя. Основная задача его заключается в отводе тока разряда молнии в землю, поэтому его основные характеристики определяются стойкостью к механическому и тепловому воздействию тока, как и молниеприемник. Кроме того, заземлитель должен иметь хорошую стойкость к химически-агрессивной почве, устойчивость к коррозии.

На рисунке 2 представлены зоны защиты и 100%-го поражения молниеотвода.

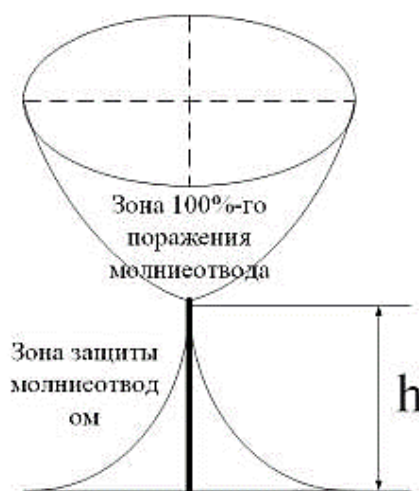


Рисунок 2. Зоны защиты и 100%-го поражения молниеотвода

Зона защиты молниеотвода определяется расчетным путем и регулируется правовыми документами.

Для увеличения зоны защиты можно поставить несколько молниеотводов. В качестве примера на рисунке 3 изображено два молниеотвода и граница их зоны защиты в горизонтальном и вертикальном сечении.

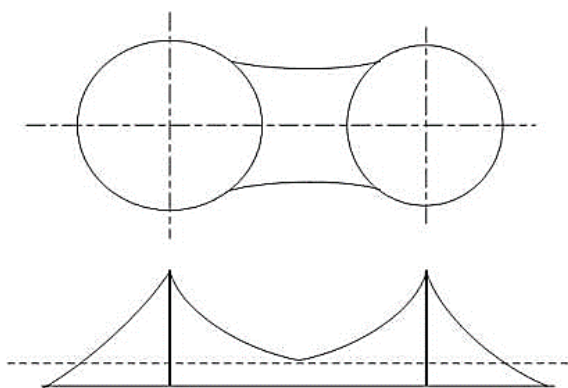


Рисунок 3. Зона защиты двух равновысоких стержневых молниеотводов

Установка молниеотводов. Установка молниеотводов чаще производится на порталах подстанции (на конструкциях ОРУ). Это, прежде всего, обуславливается эффективностью использования защитных зон, так как устанавливаются ближе к защищаемым объектам. Конечно, установка таким способом является экономически выгоднее, так как требуется меньше металла на изготовление.

Вариант установки молниеотводов на конструкциях ОРУ имеет недостаток. Существует вероятность поражения молниеотвода ударом молнии с большой амплитудой и крутизной фронта импульса тока. Что может привести к поражению и защищаемой конструкции. Это в свою очередь приведет к «обратному» перекрытию изоляции, пробое изоляции, перекрытию гирлянд, повреждению оборудования, аварии и т.д.

Отдельно стоящие молниеотводы в этом плане безопасны. Но затраты на установку таких молниеотводов значительно выше.

Поэтому при проектировании подстанции выбирается оптимальный вариант, который учитывает и стоимость, и надежность.

Тросовые молниеотводы чаще применяются для защиты линий электропередач. Их используют для защиты участка линии длиной 1-3 км, подходящие к подстанции.

Аппараты защиты от импульсного перенапряжения. Основными аппаратами защиты подстанции от импульсных перенапряжений атмосферного характера или от

грозовых перенапряжений являются разрядники, ограничители перенапряжения. Рассмотрим наиболее часто встречающиеся.

Разрядники. Самым простым является искровой промежуток. Иначе его еще называют искровым разрядником. Принцип его работы очень прост. Сама конструкция представляется собой двух стержневых электродов, между которыми находится защитный промежуток. При пробое этого промежутка и образовании между электродами устойчивой дуги, приводит к аварийному отключению электроустановки.

Еще один тип используемых разрядников - трубчатый. Они чаще применяются для защиты подходов к подстанции, для защиты оборудования маломощных подстанций. Конструкция такого разрядника представлена на рисунке 4.

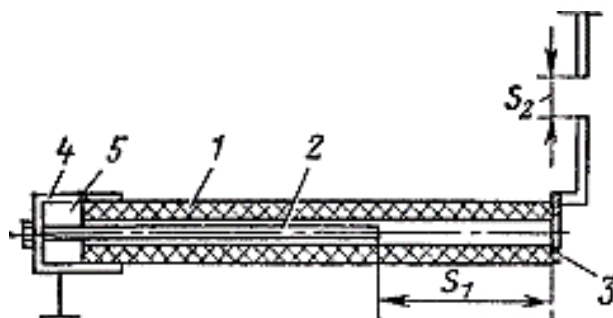


Рисунок 4. Трубчатый разрядник. 1 – газогенерирующая трубка; 2 – стержневой электрод; 3 – кольцевой электрод; S_1 – внутренний искровой промежуток; S_2 – внешний искровой промежуток.

При грозовом перенапряжении искровые промежутки пробиваются, в результате образуется дуга. Под действием высокой температуры начинается интенсивное выделение газа. Давление в трубке начинает увеличиваться, из-за чего газы двигаются в сторону низкого давления, то есть к открытому концу трубки. Созданное продольное дутье оказывается достаточным для гашения дуги.

Для защиты изоляции электрооборудования подстанции чаще применяют вентильные разрядники. Свое название они получили благодаря своей характерной особенности. Сопротивление такого разрядника нелинейно, то есть с увлечением значения силы тока сопротивление уменьшается. Это позволяет пропускать большие токи через разрядник с наименьшим падением напряжения. В конструктивном исполнении вентильные разрядники представляют собой несколько искровых промежутков, последовательно соединенные с рабочим резистором. Рабочий резистор должен снижать ток до такого значения, которое сможет быть погашено искровыми промежутками.

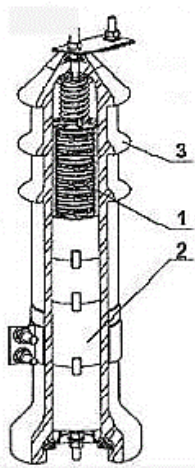


Рисунок 5. Вентильный разрядник. 1 – искровые промежутки; 2 – нелинейные резисторы; 3 – герметично закрытая фарфоровая крышка.

Ограничители перенапряжений. В настоящее время использование разрядников отходит на второй план. И в современных подстанциях основной аппарат защиты от грозовых перенапряжений нелинейные ограничители перенапряжения (ОПН).

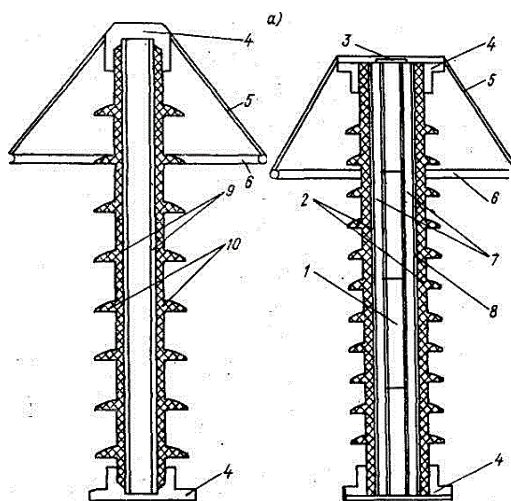


Рисунок 6. Конструкция нелинейного ограничителя перенапряжения наружного исполнения.

1 – сквозная полость (предусматривается только у ОПН при использовании фарфоровой покрывки);
2 – изолирующий корпус с ребрами; 3 – узлы герметичности и взрывоопасности; 4 – фланцы корпуса;
5 – экранодержатели; 6 – наружный тороидальный экран; 7 – колонки варисторов.

В отличие от вентильных разрядников ОПН не имеет искровых промежутков. Основой ОПН является нелинейное сопротивление, состоящее из одной или нескольких колонок резисторов на основе оксида цинка – варисторы. Вольтамперная характеристика ОПН резко нелинейна. Необходимость в искровых промежутках полностью отпадает, тем самым обеспечивается ограничение всех грозовых и коммутационных перенапряжений до безопасного для защищаемой изоляции уровня.

Заключение. С каждым годом мощность вновь проектируемых электроустановок, станций, подстанции растет. В связи с этим развивается, и система защиты для полной безопасности защищаемых объектов. Из эксплуатации выводят старую аппаратуру, а на их место приходят новейшие разработки в области электрооборудования. Какие-то аппараты защиты остаются основными уже на протяжении больше века.

Литература

1. ГОСТ Р 51992-2002 (МЭК 61643-1-98). Устройства для защиты от импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах. Часть 1. Требования к работоспособности и методы испытаний.
2. Правила устройства электроустановок / Министерство топлива и энергетики Российской Федерации - 6-ое изд-е - М.: Главгосэнергонадзор России, 1998. - 607с.
3. Юриков А.А. Защита электростанций и подстанций 3-500 кВ от прямых ударов молнии. - М.: Энергоиздат, 1982. - 88с., ил. - (Б-ка электромонтера; Вып. 541).