

УДК 621.311

Защита электротехнического оборудования от грозовых перенапряжений

Задруцкий Д.В., Пашкович Н.П.

Научный руководитель – ДЕРЮГИНА Е.А.

Перенапряжением называется любое превышение напряжения относительно максимально допустимого для данной сети. К этому виду сетевых помех относятся как перенапряжения связанные с перекосом фаз достаточно большой длительности, так и перенапряжения, вызванные грозowymi разрядами с длительностью от десятков до сотен микросекунд.

Грозвые разряды – мощные импульсные перенапряжения, возникающие в результате прямого попадания молнии в сеть электропитания, громоотвод или импульс от разряда молнии на расстоянии до 1,5 км приводящий к выходу из строя электрооборудования или сбою в работе аппаратуры.

Таблица 2.1 – Поражающие факторы и их последствия

Проявление угрозы	Поражающие факторы	Возможные последствия
Прямой удар молнии в здание	Разряд до 200 кА, до 1000 кВ, 30 тыс. °С	Поражение людей, разрушение частей зданий, пожары
Удаленный удар молнии в коммуникации (до 5 км и более)	Занесенный грозовой потенциал по проводам электроснабжения и металлическим трубопроводам (возможное значение импульсного перенапряжения – сотни кВ)	Поражение людей, нарушение изоляции электропроводки, возгорание, выход из строя электрооборудования и приборов
Ближний разряд (до 0,5 км от здания)	Наведенный грозовой потенциал в сетях (возможное значение импульсного перенапряжения – десятки кВ)	Выход из строя электронных приборов, потери баз данных, сбои в работе автоматизированных систем
Коммутации, короткие замыкания в сетях низкого напряжения	Импульсное перенапряжение в сетях (до 10 кВ)	Выход из строя чувствительных приборов, потери баз данных, сбои в работе автоматизир. систем

Перенапряжения весьма опасны по своим последствиям. Пробив изоляцию, они могут вызывать КЗ, пожары в электроустановках, опасность для жизни людей и др. Поэтому каждая электроустановка должна иметь защиту от перенапряжений.

В качестве основных защитных средств от атмосферных повреждений применяют молниеотводы, разрядники и искровые промежутки.

Разрядники по исполнению делятся на трубчатые и вентильные, по назначению – на подстанционные, станционные, для защиты вращающихся машин и др.

Гашение сопровождающего тока обеспечивается двумя способами:

- в трубчатых разрядниках – специальным дугогасительным устройством;
- в вентильных разрядниках – активными сопротивлениями с нелинейной характеристикой.

Трубчатые разрядники применяются как основное средство для защиты изоляции линии электропередачи и как вспомогательное средство защиты изоляции оборудования подстанций. Они выполняются с номинальными напряжениями 6, 10, 35 кВ.

Основной частью разрядника является трубка из твердого газогенерирующего диэлектрика. Разрядник (рисунок 1) имеет 2 искровых промежутка: внешний 3 и внутренний 2. Внешний изолирует трубку от постоянного соприкосновения с токоведущей частью, находящейся под напряжением. При пробое искровых промежутков под воздействием высокой температуры электрической дуги трубка 1 разлагается и генерирует газ (в основном водород), облегчающий гашение электрической дуги.

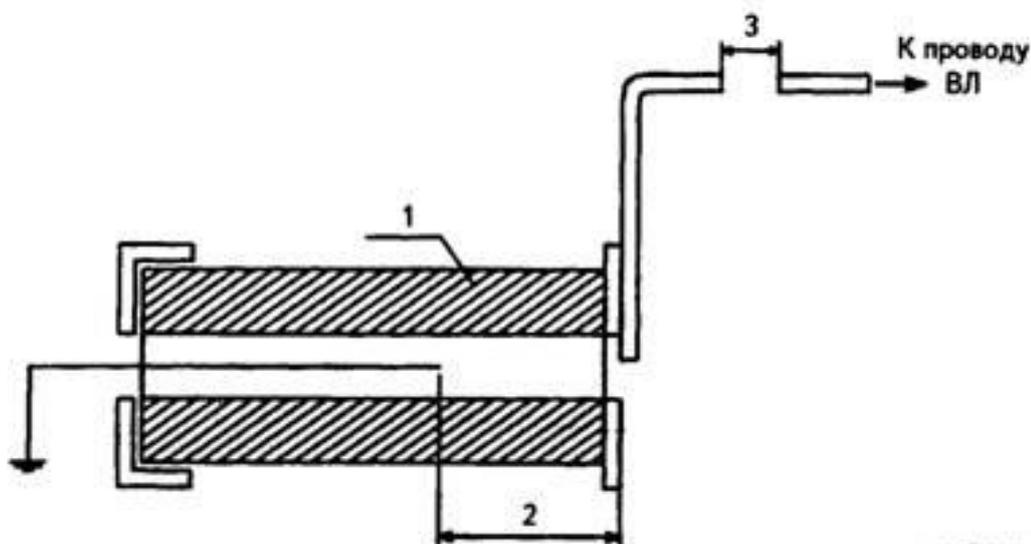


Рис. 1. Устройство трубчатого разрядника

Вентильные разрядники предназначены для защиты от атмосферных перенапряжений оборудования электростанций и подстанций, главным образом, силовых трансформаторов. Основными элементами разрядника являются многократные искровые промежутки и соединенные последовательно с ними нелинейные сопротивления в виде дисков из вилита. Вилит не влагостоек, поэтому его помещают в герметизированный фарфоровый корпус. Устройство вентильного разрядника показано на рисунке 2.

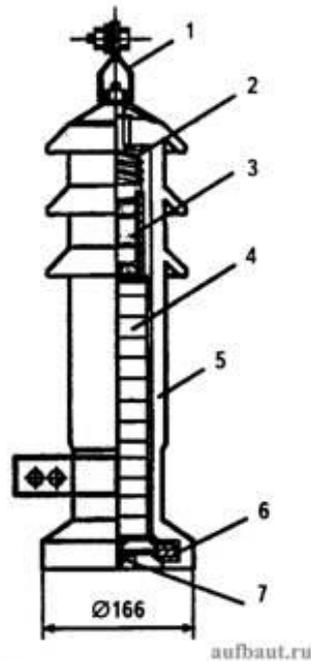


Рис. 2. Устройство вентильного разрядника серии РВП

Разрядник работает следующим образом. При перенапряжениях искровые промежутки 3 пробиваются, и по вилитовым дискам блока 4 ток проходит в землю. Сопротивление вилита резко уменьшается и перенапряжение на оборудование подстанции не поступает. При исчезновении перенапряжения сопротивление вилита возрастает, дуга в искровом промежутке гаснет, и ток через разрядник не проходит.

Специальная защита воздушных линий от атмосферных перенапряжений не устанавливается, так как молния может ударить в линию в любой ее точке. Все воздушные линии оборудуются устройствами АПВ, т. к. после КЗ, вызванного перенапряжением, и отключения линии, ее изоляционные свойства восстанавливаются. Поэтому повторное включение линии оказывается в большинстве случаев успешным.

В настоящее время широкое распространение получают ограничители перенапряжений (ОПН), представляющие собой нелинейные активные сопротивления без специальных искровых промежутков. Выпуск вентильных разрядников в нашей стране прекращен в 90-е годы из-за высокой трудоемкости производства и настройки искровых промежутков. При том существенно расширена номенклатура выпускаемых ОПН. Достоинствами ОПН, по сравнению с вентильными разрядниками, являются взрывобезопасность, более высокая надежность, снижение уровня перенапряжений, воздействующих на защищаемое оборудование, и возможность контроля старения сопротивлений по току в рабочем режиме. Существенным недостатком ОПН и вентильных разрядников является невозможность обеспечения с их помощью защиты от квазистационарных перенапряжений (резонансные и феррорезонансные перенапряжения, смещение нейтрали при перемежающейся электрической дуге).

В распределительных электрических сетях в системе защиты от перенапряжений основное внимание уделяют защите оборудования подстанций. Ниже приведены два варианта защиты подстанций напряжением 6–10 кВ от атмосферных перенапряжений при присоединении их непосредственно к воздушной линии (рисунок 3) и кабельным вводом (рисунок 4). В первом случае на линии устанавливают два комплекта трубчатых разрядников F1, F2, один из которых (F2) – на концевой опоре линии, а F1 – на расстоянии 100–200 м от F2. Во втором случае комплект разрядников F2 устанавливают на конце кабеля, причем его заземление соединяют с оболочкой кабеля. Это необходимо для уменьшения перенапряжений, поступающих на подстанцию.

Второй комплект F1 устанавливается при длине кабельного ввода менее 10 м. Расстояние между F1 и F2 равно 100 – 200 м. Вместо F2 при длине кабельной вставки более 50 м рекомендуется устанавливать вентиляльные разрядники.

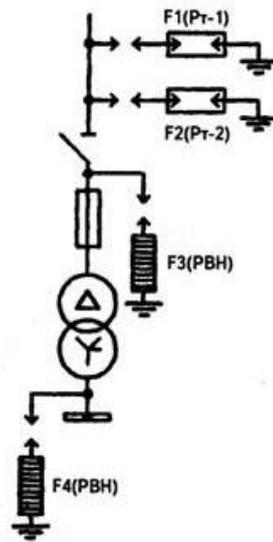


Рис. 3. Защита подстанции от перенапряжений – подстанция непосредственно присоединена к ВЛ

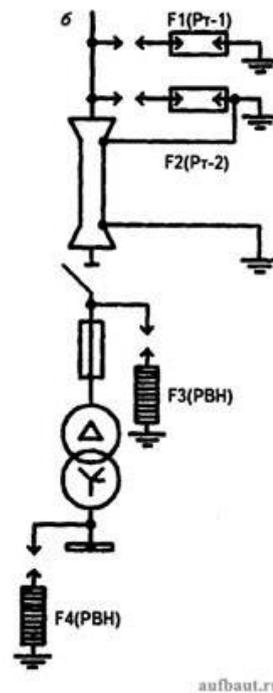


Рис. 4. Защита подстанции от перенапряжений – подстанция присоединена к ВЛ кабельным вводом

Кроме трубчатых разрядников непосредственно на подстанциях устанавливают вентиляльные разрядники (или ОПН) FV3 и FV4 на сторонах высшего и низшего напряжений.

В настоящее время при новом строительстве, реконструкции и техническом перевооружении объектов применение вентиляльных и трубчатых разрядников не рекомендуется по причине их низкой надежности и из-за недостатков в технических характеристиках.

Литература

1. ИЕС-1024-1: 1990. Защита сооружений от удара молнии. Часть 1: Общие принципы.
2. ПУЭ (7-е изд., п. 7.1.22)
3. ГОСТ Р 50571.18-2000. Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Глава 44. Защита от перенапряжений. Раздел 442. Защита электроустановок до 1 кВ от перенапряжений, вызванных замыканиями на землю в электроустановках выше 1 кВ.
4. ГОСТ Р 50571.19-2000. Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Глава 44. Защита от перенапряжений. Раздел 443. Защита электроустановок от грозовых и коммутационных перенапряжений.