

Перспективная система грозозащиты ВЛ 3-35 кВ и выше при помощи изоляторов-разрядников

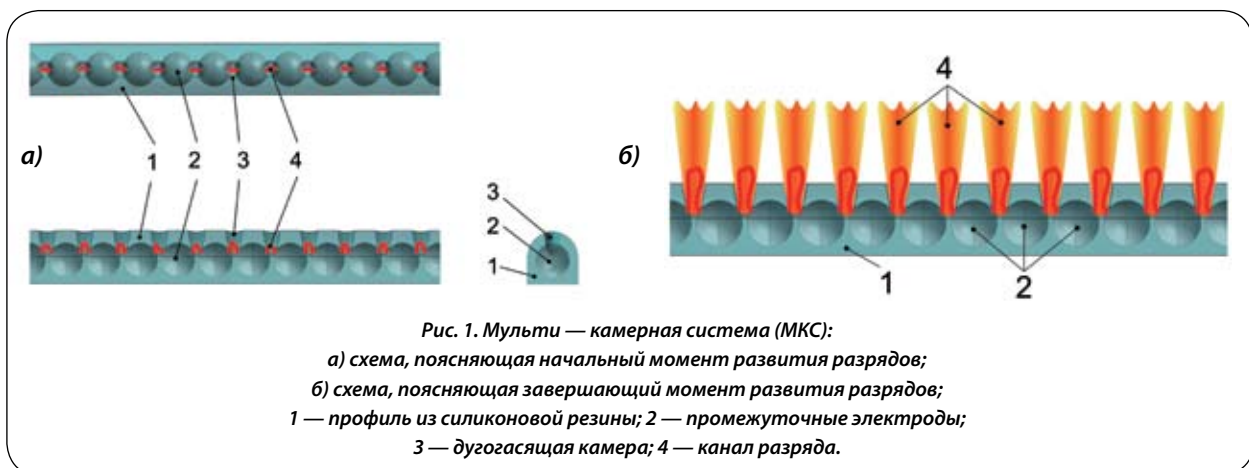
В результате интенсивных работ по усовершенствованию систем грозозащиты ОАО «НПО «Стример» удалось разработать разрядники на классы напряжения 20 и 35 кВ с, так называемой, мультикамерной системой (МКС). Предложен также принципиально новый аппарат: изолятор-разрядник с мультикамерной системой (ИРМК), который сочетает в себе свойства изолятора и разрядника одновременно. При использовании ИРМК возможно обеспечить грозозащиту ВЛ любого класса напряжения, так как с увеличением класса напряжения увеличивается число изоляторов в гирлянде и соответственно увеличивается номинальное напряжение и дугогасящая способность гирлянды из ИР.

Возможны различные конструкции изоляторов со свойствами разрядников. Основу ИРМК составляют обычные массово выпускаемые изоляторы (стеклянные, фарфоровые или полимерные), на которых специальным образом установлена МКС. Причем установка МКС не приводит к ухудшению изоляционных свойств изолятора, но благодаря ей он приобретает свойства разрядника. Поэтому в случае применения ИРМК на ВЛ не требуется применения грозозащитного троса. При этом снижается высота, масса и стоимость опор, а также стоимость всей ВЛ в целом и обеспечивается надежная грозозащита линий, т.е. резко сокращается число отключений линий и уменьшаются ущербы от недоотпуска элек-

троэнергии и эксплуатационные издержки. Весьма перспективным представляется защита контактной сети железных дорог от прямых ударов молнии при помощи ИРМК.

Основным элементом мультикамерных разрядников (РМК) в том числе и ИРМК является мультикамерная система (МКС) (рис. 1). Она состоит из большого числа электродов, вмонтированных в профиль из силиконовой резины. Между электродами выполнены отверстия, выходящие наружу профиля. Эти отверстия образуют миниатюрные газоразрядные камеры. При воздействии на разрядник импульса грозового перенапряжения пробиваются промежутки между электродами.

Благодаря тому, что разряды между промежуточными электродами происходят внутри камер, объемы которых весьма малы, при расширении канала создается высокое давление, под действием которого каналы искровых разрядов между электродами перемещаются к поверхности изоляционного тела и далее — выдуваются наружу в окружающий разрядник воздух. Вследствие возникающего дутья и удлинения каналов между электродами каналы разрядов охлаждаются, суммарное сопротивление всех каналов увеличивается, т.е. общее сопротивление разрядника возрастает и происходит ограничение импульсного тока грозового перенапряжения.



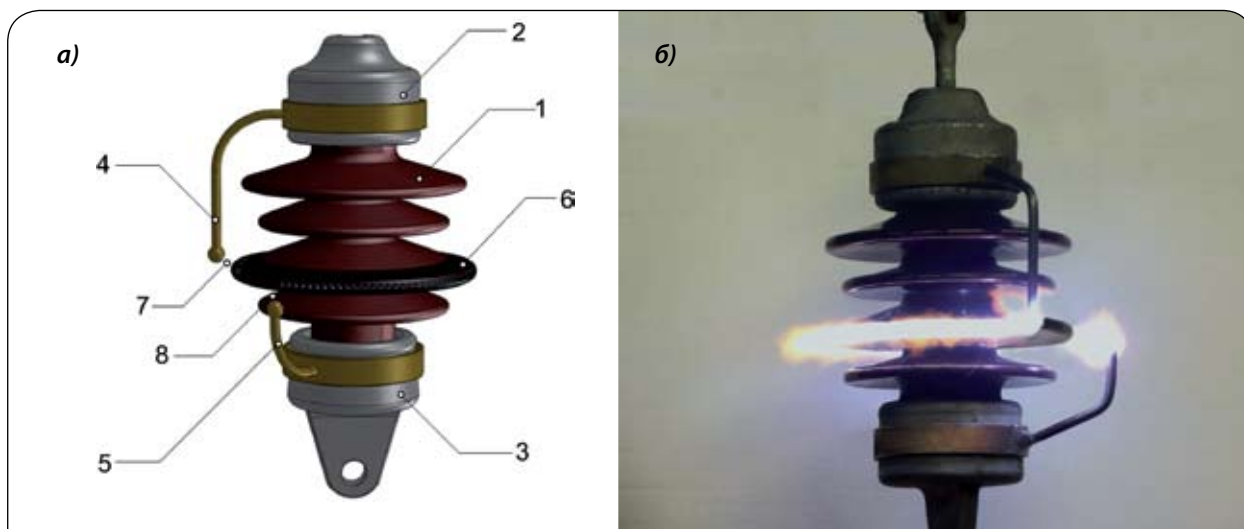


Рис. 2 Изолятор — разрядник мульти — камерный на основе изолятора ПСФ70-3.0/05-05 УХЛ:
 а) изображение ИРМК; б) ИРМК при испытаниях.

1 — изоляционное тело; 2 — верхний оконцеватель; 3 — нижний оконцеватель;
 4 — верхний подводящий электрод; 5 — нижний подводящий электрод;
 6 — мульти- камерная система; 7 — верхний искровой разрядный промежуток;
 8 — нижний искровой разрядный промежуток.

По окончании импульса грозового перенапряжения к разряднику остается приложенным напряжение промышленной частоты. Как показали проведенные исследования, в разрядниках с МКС возможны два типа гашения искрового разряда:

1) при переходе сопровождающего тока 50 Гц через ноль (в дальнейшем такой тип гашения называется «гашением в нуле»);

2) при снижении мгновенного значения импульса грозового перенапряжения до определенного значения большего или равного мгновенному значению напряжения промышленной частоты, т.е. осуществляется гашение тока импульса грозового перенапряжения без сопровождающего тока сети (в дальнейшем такой тип гашения называется «гашением в импульсе»).

Механизм гашения искрового разряда в МКС напоминает механизм гашения дугового разряда в трубчатом разряднике. Существенное отличие состоит в том, что внутри трубчатого разрядника достаточно долго (до 10 мс, т.е. до 10 000 мкс) горит дуга. Она выжигает стенки газогенерирующей трубки, и образовавшиеся от теплового разрушения газы выдувают канал разряда наружу. В случае «гашения в нуле» МКС дуга начинается в дугогасящих камерах, а затем большая ее часть выдувается наружу в открытое пространство. Материал камер не газогенерирующий, дутье образуется просто за счет

расширения канала разряда, поэтому эрозия стенок камер незначительная.

В случае «гашения в импульсе», длительность которого составляет микросекунды или десятки микросекунд, эрозии практически нет даже после многократных срабатываний МКС.

МКС испытаны на электродинамическую устойчивость импульсами тока с максимальным значением 100-110 кА. Образцы МКС выдержали 10 воздействий указанных импульсов без разрушения. Таким образом, МКС можно применять для защиты ВЛ от прямых ударов молнии (ПУМ).

На рис. 2 приведены фотографии ИРМК на основе стержневого фарфорового изолятора типа ПСФ70-3.0/05-05 УХЛ, широко применяемого для подвески контактной сети постоянного тока 3 кВ. МКС установлена по периметру одного из ребер изолятора. Она занимает примерно три четверти окружности ребра. К левому концу МКС подходит верхний подводящий электрод, установленный на верхнем оконцевателе изолятора, а к правому — нижний электрод, установленный на нижнем оконцевателе. Между подводящими электродами и концами МКС имеются искровые воздушные промежутки.

При воздействии перенапряжения на ИРМК сначала пробиваются искровые воздушные промежутки, а затем — МКС. Ток грозового перенапряжения протекает от нижнего оконцевателя и его подводящего электрода через искровой канал

нижнего искрового промежутка, затем — по МКС, и далее — через канал разряда верхнего искрового промежутка по верхнему подводящему электроду к верхнему оконцевателю. Обратим внимание на то, что на участке кольца из силиконовой резины с МКС между подводящими электродами промежуточных электродов нет, и разряд развивается по МКС, занимающий примерно три четверти периметра ребра, а не между подводящими электродами.

На рис. 3 схематически показан ИРМК, установленный для подвески контактной сети.

При ударе молнии непосредственно в контактную сеть или в опору происходит перекрытие ИРМК, как это было описано выше. После окончания грозового перенапряжения и стекании его тока через опору в землю благодаря работе МКС происходит гашение разряда «в импульсе», т.е. без сопровождающего тока, и контактная сеть продолжает работу без отключения.

На рис. 4 показан изолятор-разрядник мультикамерный на основе штыревого изолятора SDI 37. Принцип его работы аналогичен ИРМК, показанному на рис. 2, но он предназначен для защиты ВЛ 6-20 кВ от индуктированных перенапряжений. Аналогично выполняется ИРМК на наиболее распространенном в России изоляторе ШФ20Г.

На рис. 5 приведено схематическое изображение гирлянды ИРМК при испытаниях грозовым импульсом. При воздействии перенапряжения на провод, а также на нижний подводящий электрод первого (от провода) изолятора, пробивается нижний искровой разрядный промежуток, и напряжение поступает на левый (по схематическому изображению рис.5) край МКС. Она срабатывает, перекрывается верхний искровой воздушный промежуток между правым концом МКС и верхним подводящим электродом, и напряжение поступает на второй изолятор и т. д.

После срабатывания всех ИРМК в гирлянде ток грозового перенапряжения отводится через опору в землю, однако за ним протекает сопровождающий ток промышленной частоты. При переходе тока через ноль дуга гаснет, и линия продолжает бесперебойную работу без отключения и АПВ.

Более подробную информацию о новейшей системе грозозащиты ВЛ Вы можете получить по запросу. Контактный телефон научно-исследовательского центра ОАО «НПО «Стример» (812) 248-9036, электронный адрес georgij.podporkin@streamer.ru

Г. В. Подпоркин, д.т.н.
ОАО «НПО Стример»



Рис. 3 Иллюстрация защиты контактной сети постоянного тока при помощи ИРМК



Рис. 4 Изолятор-разрядник мультикамерный на основе изолятора SDI 37

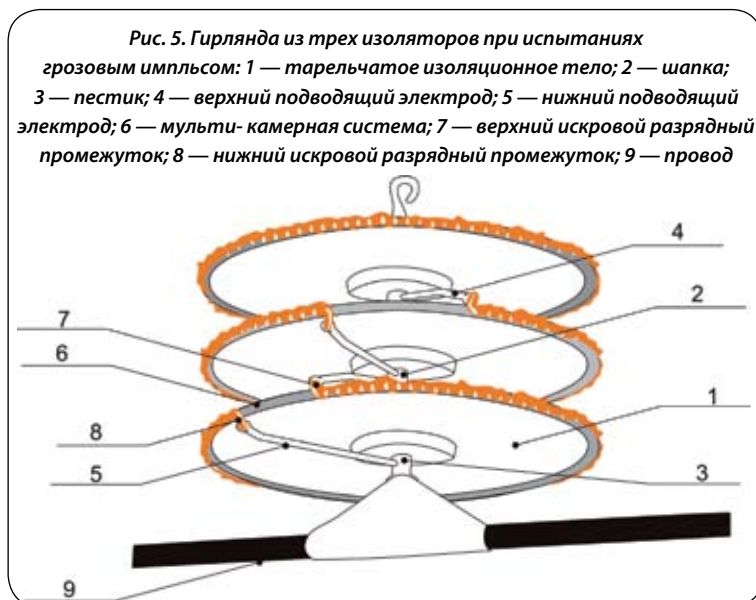


Рис. 5. Гирлянда из трех изоляторов при испытаниях грозовым импульсом: 1 — тарельчатое изоляционное тело; 2 — шапка; 3 — пестик; 4 — верхний подводящий электрод; 5 — нижний подводящий электрод; 6 — мультикамерная система; 7 — верхний искровой разрядный промежуток; 8 — нижний искровой разрядный промежуток; 9 — провод