

УДК 681.3.06

**ИННОВАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ В КОНСТРУКЦИИ ИЗОЛЯТОРОВ  
СВЕРХВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ**

Поздняков М.Н., Коротченко С.Н.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Дерюгина Е.А.

Сегодня изоляторы для сетей и распределительных устройств сверхвысоких напряжений ( $U_{\text{ном}} \geq 750$  кВ) предлагаются из различных материалов в различном исполнении, при этом необходимо знать сильные и слабые стороны этих альтернатив, для оптимизации их выбора. Конструкция изоляторов должна соответствовать системным требованиям, которые включают уровни напряжения и тока, условия окружающей среды, расположению и требуемой механической прочности. Одной из проблем при проектировании изоляторов для сетей и распределительных устройств сверхвысоких напряжений является обеспечение необходимой длины пути токов утечки, а также уменьшение негативного воздействия на изоляцию и механические характеристики. Активно обсуждаются вопросы, связанные с проектированием внешней и внутренней изоляции изоляторов для сверхвысокого напряжения, с акцентом на опорные изоляторы, изготовленных из композитных полых изоляторов.

Размеры изоляторов определяются следующими параметрами:

- Длина пути тока утечки, определяемая показателями загрязнения при рабочем напряжении между фазой (полюсом) и землей;
- Расстояние дуги, определяемое выдерживаемым напряжением коммутируемого импульса.

Связь между напряжениями, выдерживаемыми изолятором ( $U_{\text{в.и.}}$ ), и длиной изолятора ( $L$ ) основано на формуле (1):

$$U_{\text{в.и.}} = 1080 * \ln(0,46 * L + 1) \quad (1)$$

Данная формула в реальности дает приблизительные значения. Окончательный результат будет зависеть от материала поверхности изолятора, величины коэффициента утечки и диаметра изолятора. Более существенным параметром является степень загрязнения поверхности изолятора. Тем не менее, при применении для сверхвысоких напряжений длина изолятора в большинстве случаев будет более 10 метров.

Конструкция внешней изоляции длинных изоляторов большого диаметра имеет плохие изоляционные характеристики в неблагоприятную погоду (туман, дождь, снег). Также в условиях высокого вакуума становится трудно моделировать в лаборатории эффекты накопления, распределения и каскадирования воды вдоль изолятора длиной более 10 м. Пока недостаточно данных, которые могли бы дать точный отчет об этом влиянии на напряжение пробоя.

Одной из проблем является изготовление фарфоровых опорных изоляторов с сердечником большого диаметра, поэтому альтернативой стали изоляторы из

композитных материалов. Одним из преимуществ является использование на поверхности материала для передачи гидрофобности (НТМ) с улучшенной внешней изоляционной прочностью, но возникла проблема с внутренней изоляцией. В итоге оптимальным оказалось сочетание фарфора, покрытого силиконом RTV, благодаря гидрофобным свойствам покрытия требуемая унифицированная удельная длина пути утечки была снижена на 20%. Изоляторы, которые в противном случае имели бы длину около 14 м, в результате стали и диаметр сердечника также уменьшился.

Конструкция внутренней изоляции оказывает влияние на внешнюю изоляцию посредством градации электрического поля. Различия между внутренним и внешним распределением напряжения могут привести к выходу из строя и/или пробоем полых изоляторов. Основные задачи состоят в том, чтобы определить наиболее подходящие материалы, которые будут использоваться для внутренней изоляции, а также методы предотвращения утечки и (или) попадания влаги. В качестве внутренней изоляции используются несколько материалов: твердый эпоксидный стержень, пенополиуретан (PUR), пена ПВХ, сжатый газ, газ низкого давления (близкий к атмосферному). У первых трёх самым слабым местом внутренней изоляции являются интерфейсы, которые представляют жесткую границу раздела между сердечником и трубкой изолятора с полым сердечником. Этот интерфейс может подвергаться риску попадания влаги даже во время производства. Последние два требуют герметичности исполнения и имеют свои дополнительные конструктивные особенности.

Проблема выбора изолятора сверхвысокого напряжения заключается в конструкции изолятора для необходимости обеспечения требуемой длины, одновременно уменьшая негативное влияние на изоляцию и механические характеристики. При проектировании системы пытаются снизить уровни выдерживаемого напряжения коммутируемого импульса, требуемую удельную длину пути тока утечки уменьшают за счет использования изоляторов с поверхностью НТМ. Внутренняя изоляция может обеспечить условия для уменьшения расстояния искрения, так как были разработаны и доступны изоляторы из различных материалов и конструкций.

#### Литература

1. Ким Е.Д., Назаренко А.В., Карюк Д.Г. Исследование электрического поля высоковольтного проходного изолятора с полимерной изоляцией / Е.Д. Ким, А.В. Назаренко, Д.Г. Карюк // Вестник ХГПУ «ХПИ», - 2013, - Выпуск 17, - с. 93-99.
2. Hoch, DA., Mahatho, N., Bolonga F., «Водно-индуцированные разряды на силиконовых и резиновых изоляторах». Статьи и публикации UViRCO Technologies. Доступно по ссылке: <http://www.uvirco.com/papers.html>. Дата доступа: 19.10.2020.