

Полимерные изоляционные конструкции для ВЛ. Развенчивание мифов

Ассоциация «Электросетьизоляция» с 2014 года объединяет российских разработчиков, производителей и поставщиков изоляционных устройств и материалов, арматуры и защитных устройств для электрических сетей. В Экспертный совет Ассоциации привлечены ведущие специалисты отрасли, обладающие значительным опытом разработки и производства изоляторов, арматуры и защитных устройств, а также практики их применения в отечественных и зарубежных электросетевых предприятиях. Ассоциация «Электросетьизоляция» является действительным членом ТК-016 (ПК-02) и разработчиком нескольких ГОСТ, ГОСТ Р, СТО ПАО «Россети» по изоляторам и арматуре для ВЛ. Для нас очевидно, что без инновационных решений, современных технологий, новых материалов и оборудования задачу по эффективному развитию отечественной электроэнергетики решить будет невозможно. В данном материале мы изложили взгляд ведущих производителей и экспертов, входящих в Ассоциацию, на развитие современного рынка полимерных изоляционных конструкций для ВЛ, а также основные проблемы, препятствующие массовому внедрению полимерных изоляторов на ВЛ высоких классов напряжения.

ИСТОРИЯ

Энергетикам известна непростая история применения и эксплуатации полимерных изоляторов в нашей стране. Кратко отметим ключевые моменты: разработка полимерных изоляторов с кремнийорганической оболочкой в конце 70-х годов прошлого столетия; начало применения полимерных изоляторов первого поколения (пореберная сборка защитной оболочки изолятора) на высоковольтных линиях после положительного опыта эксплуатации на небольших участках ВЛ в конце 80-х годов; запрет с 2006 года на применение таких изоляторов в энергосистемах на линиях сверхвысокого напряжения из-за большого количества отказов, связанного с использованием материалов из полиолефиновой (севиленовой) композиции, которые вообще не могут конкурировать с кремнийорганическими резинами, и «шашлычной» технологией сборки; создание в начале 2000-х современных цельнолитых полимерных изоляторов; решение применять полимерные изоляторы цельнолитые с кремнийорганической оболочкой и наличием индикатора пробоя; в 2014 году был утвержден стандарт организации ФСК ЕЭС (СТО 56947007-29.240.55.192), который разрешил

применение полимерной изоляции на линиях сверхвысокого напряжения без индикатора пробоя (если ВЛ оснащена высокоточными техническими средствами определения места повреждения). Можно со всей ответственностью утверждать, что в результате по отношению к полимерным изоляторам отечественные энергетики разделились на два противоположных лагеря. У некоторых отношение — сложное, и если не резко отрицательное, то весьма настороженное. Те же специалисты, которые хорошо знакомы с конструктивными и технологическими особенностями современных полимерных изолирующих конструкций и международным опытом их применения, активно поддерживают расширение их использования. Постараемся разобраться в данном вопросе, используя максимально объективную техническую и коммерческую информацию о применяемых сегодня линейных полимерных изоляторах и изоляционных конструкциях.

КЛАССИФИКАЦИЯ

К привычной классификации линейных полимерных изолирующих конструкций — штыревые изоляторы (рисунок 1), опорные изоляторы (рисунок 2), подвесные изоляторы (рисунок 3), изо-



Рис. 1. Изоляторы штыревые 6–35 кВ



Рис. 2. Изоляторы опорные линейные 6–35 кВ

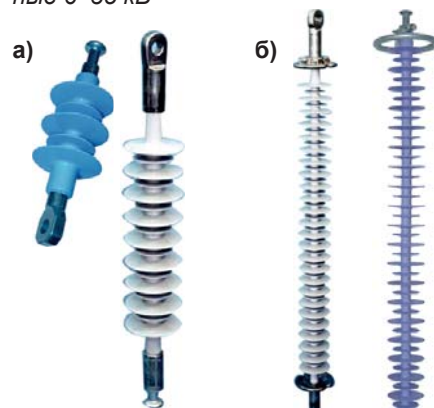


Рис. 3. Изоляторы подвесные: а) 6–35 кВ; б) 110 кВ и выше

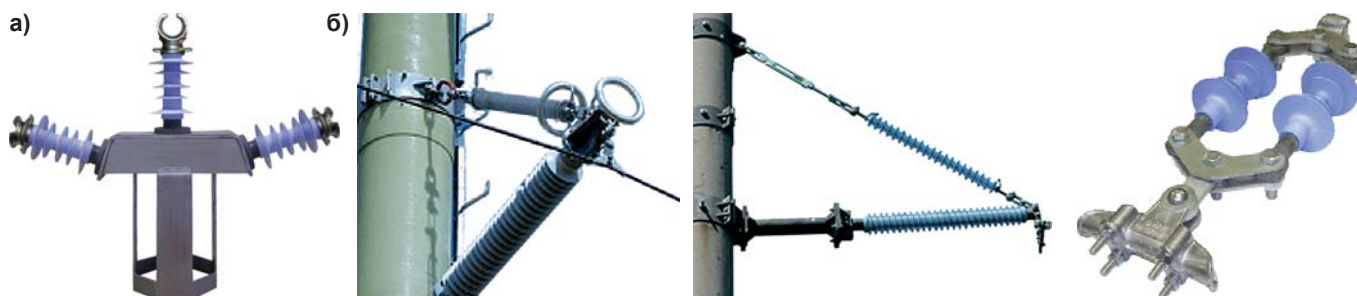


Рис. 4. Изолирующие траверсы: а) 6–35 кВ; б) 110 кВ и выше

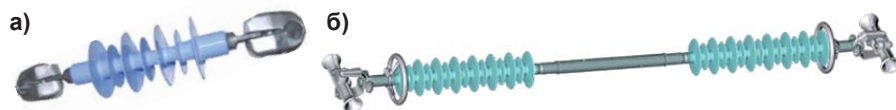


Рис. 5. Изолирующие межфазные распорки: а) 6–35 кВ; б) 110 кВ и выше

лирующие траверсы (рисунок 4), изолирующие межфазные распорки (рисунок 5), изолирующие подвески (рисунок 6) — в последнее время добавились птицезащищенные изоляторы (рисунок 7), предназначенные для защиты птиц от поражения электрическим током при контакте с элементами воздушных линий электропередачи (ВЛ), а также для снижения случаев отключения ВЛ из-за перекрытий изоляторов по вине птиц.

НОРМАТИВНАЯ БАЗА

Сегодня действующими нормативно-техническими документами определяются высокие технические характеристики, качество и надежность большинства выпускаемых полимерных конструкций. Действуют три стандарта: ГОСТ 28856-90 «Изоляторы линейные подвесные стержневые полимерные. Общие технические условия», ГОСТ Р 55189 «Изоляторы линейные подвесные стержневые полимерные. Общие технические условия» и ГОСТ Р 52082 «Изоляторы полимерные опорные наружной установки на напряжение 3–750 кВ. Общие технические условия».

Ассоциацией «Электросеть-изоляция» с участием ведущих специалистов отрасли разрабатываются еще три национальных стандарта: «Траверсы изолирующие полимерные на напряжение 6–220 кВ. Общие технические условия», «Изоляторы линейные полимерные опорные и штыревые на напряжение от 1 до 35 кВ. Общие тех-

нические условия», «Изоляторы проходные полимерные на напряжение свыше 1000 В. Общие технические условия». Кроме этого, действуют девять СТО ПАО «Россети», на соответствие техническим требованиям которых производители проводят аттестацию соответствующей продукции. Следует отметить, что национальные нормативно-технические документы максимально гармонизированы с международными стандартами.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

В настоящее время область применения линейных полимерных изоляторов регламентируется следующими документами: ГОСТ Р 55189-2012: «...Изоляторы предназначены для изоляции и крепления проводов и грозозащитных тросов воздушных линий электропередачи и ошиновки распределительных устройств электростанций и подстанций переменного тока напряжением 6–500 кВ частотой до 100 Гц при температуре окружающей среды от минус 60°C до плюс 50°C, расположенных на высоте до 1000 м над уровнем моря в районах с I–IV степенью загрязнения по ГОСТ 9920». СТО ПАО «Россети» 34.01-1.3-016-2020 «Изоляторы линейные подвесные полимерные для ВЛ 10–750 кВ. Общие технические требования» расширяет номинальное напряжение ВЛ.

Накопленный опыт эксплуатации линейных полимерных изоляторов подтверждает целесообразность их более широкого применения, в том числе:



Рис. 6. Изолирующая подвеска 6–35 кВ



Рис. 7. Птицезащищенные изоляторы

- на ВЛ 6–35 кВ использование полимерной изоляции — без каких-либо ограничений;
- на ВЛ 110–220 кВ использование полимерной изоляции целесообразно при любых видах загрязнения, в том числе в районах с труднодоступными трассами ВЛ;
- на ВЛ 330 кВ и выше применение полимерных изоляторов в двухцепных подвесках с обязательным использованием индикаторов состояния изоляции целесообразно при любых видах загрязнения.

ПРЕИМУЩЕСТВА СОВРЕМЕННЫХ ИЗОЛЯТОРОВ

Нам кажется важным еще раз сформулировать преимущества полимерных изоляторов по сравнению с фарфоровой и стеклянной изоляцией.

1. Улучшенные влагоразрядные характеристики в условиях загрязнения за счет гидрофобности оболочки.
2. Конкурентноспособная цена. Например, уже на ВЛ 110 кВ разница в цене достигает 200%.
3. Масса в 7–10 раз меньше, а трудоемкость монтажа на линиях электропередачи в три раза ниже (отсутствует необходимость сборки тяжелых гирлянд).
4. Транспортные расходы уменьшаются в семь раз из-за сни-

жения массы при доставке на любые расстояния.

5. Живучесть при механических (вандалных) воздействиях существенно выше.
6. Отсутствует бой при транспортировке.
7. Низкий уровень радиопомех.
8. Самая высокая дугостойкость.
9. Только инновационные полимерные изоляционные конструкции (изолирующие траверсы, междуфазные изолирующие распорки) на безальтернативной основе позволяют проектировать и строить современные компактные ВЛ.

НЕДОСТАТКИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗОЛЯТОРОВ

Объективно оценив существующие преимущества, необходимо так же объективно сказать об имеющихся недостатках полимерных изоляторов и направлениях решения этих проблем, препятствующих массовому внедрению полимерных изоляторов на ВЛ высоких классов напряжения.

1. *Проблема обнаружения перекрытого или пробитого полимерного изолятора на ВЛ.* В действующей редакции Положения ПАО «Россети» «О единой технической политике в электросетевом комплексе» записано: «2.5.5.9. В районах с повышенной повреждаемостью изоляторов от вандализма рекомендуется применять полимерные длинностержневые изоляторы совместно с индикатором перекрытия. Допускается применение полимерной изоляции без индикаторов перекрытия, если ВЛ оснащена техническими средствами, обеспечивающими определение места повреждения на ВЛ с точностью до пролета».

Варианты решения проблемы: – предусматривать при проектировании ВЛ 110 кВ и выше с полимерной изоляцией использование индикаторов перекрытия (сегодня уже имеется широкий опыт применения

таких изделий на действующих ВЛ);

- осуществлять поставку полимерных изоляторов в комплекте с приборами ОМП;
- применять последовательно присоединяемые к полимерным изоляторам тарельчатые изоляторы из закаленного стекла для упрощения индикации полимерных изоляторов с пониженной внутренней электрической прочностью;
- применять специальные индикаторы электрического состояния изоляции для обнаружения полимерных изоляторов с пониженной внутренней электрической прочностью (такие работы сейчас ведутся российскими и зарубежными производителями; достигнуты положительные результаты в опытной эксплуатации, что говорит о скором широком внедрении таких индикаторов).

Конструкции применяемых индикаторов перекрытия изоляторов представлены на рисунке 8.

2. *Недостаточная стойкость изоляторов при воздействии вибрации и пляски на проводах ВЛ.* На сегодня не существует универсальной методики защиты от вибрации проводов и тросов на ВЛ (есть отдельные методики отдельных производителей гасителей вибрации, а также РД 34.20.182-90 «Методические указания по типовой защите от вибрации и субколебаний...»), учитывающей особенности подвесной полимерной изоляции.

Решение проблемы:

- для снижения нагрузок на изоляцию рекомендуется применение модульных изоляторов и изолирующих конструкций, особенно в районах, подверженных частой и интенсивной вибрации;
- применение современных конструкций гасителей вибрации с высокой эффективностью.

Необходимо отметить, что указанные проблемы линейной полимерной изоляции относятся к применению на ВЛ

только сверхвысокого и частично высокого напряжения. Производители объективно оценивают ситуацию и предлагают необходимые технические решения. На линиях среднего напряжения количество применяемых полимерных изоляционных конструкций постоянно растет, как в России, так и за рубежом.

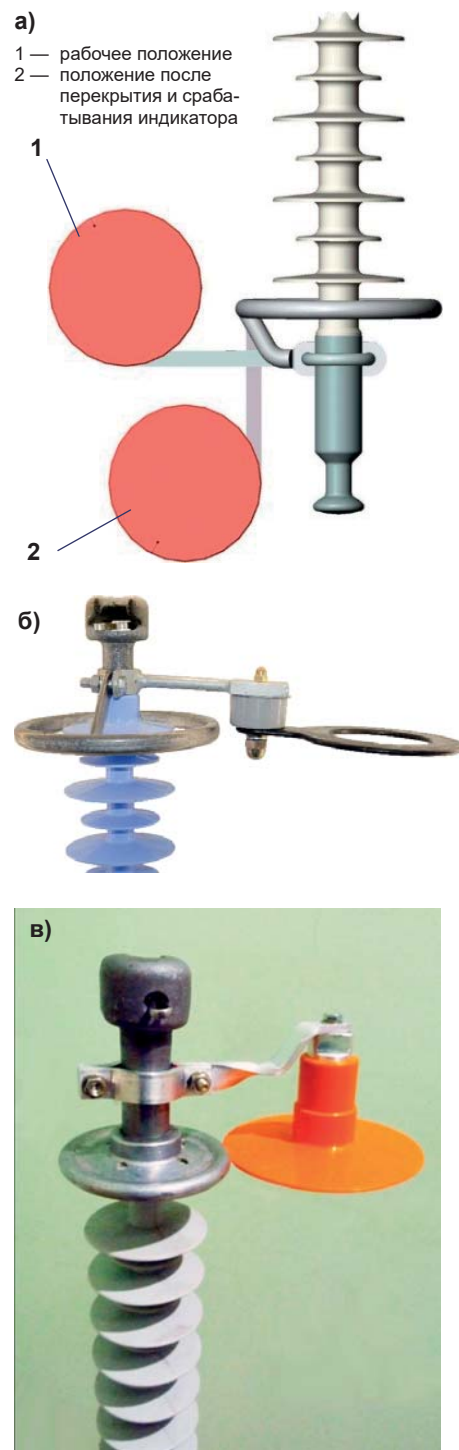


Рис. 8. Индикаторы перекрытия изоляторов: а) ООО «ЭНЕРГИЯ +21»; б) ПО «ФОРЭНЕРГО»; в) НПО «ИЗОЛЯТОР»

АНАЛИЗ РЫНКА

Сначала несколько фактов. Доля применения полимерной изоляции в мире по данным СИГРЭ постоянно увеличивается, достигнув по некоторым оценкам 40% (с учетом стеклянных и фарфоровых изоляторов). В Китае сегодня практически все линии 220 кВ и выше строятся на полимерной изоляции. В контактных сетях РЖД практически на безальтернативной основе используется полимерная изоляция.

В России, по данным Ассоциации «Электросетьизоляция», общий объем производства полимерных изоляторов в 2020 году, по сравнению с 2017 годом, вырос (в руб.) на 53,4%. Даже с учетом инфляции и соответствующего роста цен это серьезный показатель. Считаем необходимым отметить, что доля фарфоровых изоляторов в общем объеме отечественного рынка изоляторов для ВЛ постоянно снижается, и это, по нашему мнению, является мировой тенденцией для электроэнергетики, которая подтверждает изложенные выше преимущества полимерных изоляционных конструкций.

Доля полимерной изоляции в общем годовом объеме поставляемых на рынок изоляторов (с учетом стеклянных и фарфоровых изоляторов) постоянно растет и достигла за последние два года практически 40%, что полностью соответствует мировому тренду. Мы считаем, что есть очевидные перспективы для ее увеличения, обусловленные огромным мировым и российским положительным опытом эксплуатации полимерных изоляторов

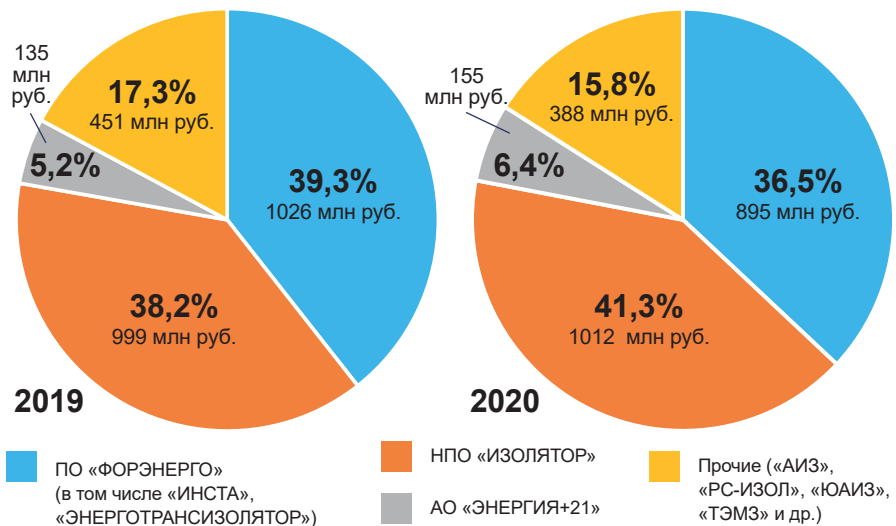


Рис. 9. Анализ российского рынка полимерных изоляторов за 2019 и 2020 годы (объем продаж указан без НДС)

на сетевых объектах и, в частности, на воздушных линиях электропередачи всех классов напряжения.

Анализ российского рынка полимерных изоляторов за 2019 и 2020 годы представлен на диаграммах рисунков 9 и 10.

ВЫВОДЫ

Мы постарались не давать никаких предвзятых оценок, представив только факты и объективное мнение независимых экспертов. Возможно, специалистам какая-то информация, представленная в данном материале, хорошо известна, но, изложенная системно, она безусловно приводит нас к определенным выводам:

1. Сегодня в мире и в России увеличивается доля полимерной изоляции на рынке изоляционных конструкций для ВЛ. Конечно, есть неравномерный рост по классам напряжения, но это логично, учитывая от-

меченные особенности полимерных изоляторов.

2. Ведущие отечественные производители полимерной изоляции постоянно работают над совершенствованием конструкции. Идет поиск технических решений, обеспечивающих соответствие новых изделий растущим требованиям энергетиков к изолирующим полимерным конструкциям.
3. В жестких условиях эксплуатации (загрязнения, динамические нагрузки, сейсмическая активность) полимерные изоляторы являются более предпочтительными по сравнению с изоляторами из стекла и фарфора.
4. Часто используемый в дискуссиях о целесообразности применения на ВЛ полимерных изоляторов тезис, что они являются «проблемными» и поэтому мало применяются, сегодня не актуален и является неким отраслевым мифом. Эксперты Ассоциации «Электросетьизоляция» считают полимерные изоляционные конструкции для воздушных линий электропередачи перспективным решением для строительства экономичных современных ВЛ повышенной надежности.



Рис. 10. Анализ российского рынка изоляторов