



Пути повышения надежности и эффективности ЛЭП

В современных экономических и политических условиях начала XXI века перед электросетевым комплексом России возникает ряд важнейших стратегических задач по развитию энергетического потенциала, повышению качества и надежности эксплуатации отраслевой системы.

Разработанные Минэнерго России программа, схема и стратегия развития электросетевого комплекса Российской Федерации наметает создание в стране высокотехнологичной прогрессивной электросетевой инфраструктуры. Очевидно, что без новой техники, современных технологий, новых материалов и оборудования задачу по повышению надежности энергетической отрасли решить невозможно.

Внедрение в строительство линий электропередачи до 500 кВ полимерной изоляции на основе цельнолитой кремнийорганической оболочки далеко не новость, но в настоящее время приобретает все большую актуальность. В российских сетях сегодня эксплуатируется более 2,6 млн километров ВЛ, использующих более 27 млн линейных изоляторов в фарфоровом, стеклянном и полимерном исполнении.

Изоляция – чрезвычайно ответственный элемент в линии электропередачи. Составляя очень малую долю в стоимости ЛЭП (менее 2%), она на 98% обеспечивает надежность работы линии.

Поэтому выбору типа изоляции, ее надежности и долговечности проектировщики энергосистем должны уделять особое внимание, т.к. требуемой надежности ВЛ в случае неправильного выбора можно не получить.

На сегодня существует три типа изоляции – фарфоровая, стеклянная

и полимерная, и, безусловно, каждая из них имеет как достоинства, так и недостатки, о которых следует сказать подробнее. Если задаться вопросом, какие типы линейных изоляторов устарели окончательно, то без сомнения можно заявить, что это тарельчатые фарфоровые изоляторы.

- высокая повреждаемость стекла на всех этапах технологического процесса изготовления и монтажа;
- снижение надежности работы гирлянд изоляторов в условиях повышенного загрязнения и в прибрежных зонах солевого тумана;

Изоляторы полимерные типа ЛК и стеклянные типа ПС в сравнении по массе и цене для 2 степени загрязнения

Характеристика	ВЛ 35кВ (7 тн ряд)		ВЛ 110 кВ (7 тн)		ВЛ 110 кВ (12 тн)	
	ЛК 70/35	Гирлянда ПС-70Е	ЛК 70/110	Гирлянда из ПС-70Е	ЛК 120/110	Гирлянда из ПС-120Б
Количество изоляторов	1	4	1	10	1	8
Масса, кг	1,8	13,6	3,3	34	6,1	31,2
Стоимость, руб. 2001 г.	590	680	1265	1700	1580	1568
Стоимость, руб. 2018 г.	920	1980	1970	4950	2150	4920

Характеристика	ВЛ 220 кВ (7 тн)		ВЛ 220 кВ (12 тн)		ВЛ 220 кВ (16 тн)	
	ЛК 70/220	Гирлянда ПС-70Е	ЛК 120/220	Гирлянда из ПС-120Б	ЛК 160/220	Гирлянда из ПС-160Д
Количество изоляторов	1	21	1	21	1	18
Масса, кг	5,5	71,4	9,1	81,9	9,1	108
Стоимость, руб. 2001 г.	2246	3570	2669	4116	2865	5868
Стоимость, руб. 2018 г.	4800	10395	5150	12915	6200	21 600

Цены указаны согласно действующим на 11.10.2001 г. и 30.03.2018 г. прайс-листам заводов-изготовителей без учета системы скидок, НДС и транспортных расходов

К достоинству стеклянных изоляторов (СИ) следует отнести, прежде всего, продолжительный опыт эксплуатации и простоту диагностики повреждений. Однако к недостаткам стеклянных изоляторов следует отнести такие факторы, как:

- высокая трудоемкость сборки гирлянды и ее монтажа на ЛЭП (стоимость ее сборки на монтаже составляет половину стоимости гирлянды);
- токи утечки на стеклянных гирляндах превосходят на 8-10% утечки на полимерных изоля-

25 ЛЕТ РАЗВИТИЯ И СОЗИДАНИЯ

Есть на Южном Урале предприятие, чья продукция узнаваема и востребована энергетиками России и ближнего зарубежья на протяжении 25 лет. Это предприятие АО «Энергия+21». В июне 1993 г. при содействии энергосистем Урала было создано новое производство высоковольтных полимерных изоляторов. Продукция предприятия была совершенно уникальной и новой для российской энергетики и пришла на смену фарфоровым и стеклянным аналогам. С самого начала своей деятельности АО «Энергия+21» увеличивала производственные мощности и параллельно осваивала выпуск новых изоляторов и других изделий для энергетики России. Первый полимерный изолятор нового поколения специалисты предприятия создали в 1994 г. на базе разработок Сибирского НИИ энергетики (Новосибирск). Сегодня предприятие выпускает более трехсот видов продукции, рассчитанной на классы напряжения от 10 до 500 киловольт – для ЛЭП, подстанций и контактной сети железных дорог. Постоянный поиск новаторских решений, внимание к пожеланиям и требованиям клиентов, ответственность при выполнении заказов позволяют АО «Энергия+21» сохранять имидж надежного партнера, обеспечивать высокую востребованность своей продукции и поддерживать энергобезопасность страны.

торах, что увеличивает потери электроэнергии на воздушных линиях высокого напряжения; полное отсутствие стойкости к вандализму; высокая энергоемкость производства, сказывающаяся в конечном итоге на цене (стоимости) гирлянд.

История становления и развития полимерной изоляции берет свое начало с конца 70-х годов прошлого столетия. Первоначально с высокой степенью осторожности полимерными изоляторами оснащались только отдельные опоры и небольшие участки ВЛ 110-750 кВ. В конце 1980-х годов после успешного опыта эксплуатации, повторных испытаний демонтированных образцов и проведенных обследований опытных участков перешли к применению полимерных изоляторов (ПИ) на высоковольтных линиях в целом.

В начале 90-х годов прошлого столетия первопроходцами в производстве ПИ для ЛЭП на основе кремнийорганических смесей стали такие предприятия, как АО «Энергия+21» и СибНИИЭ. Именно с развитием технологии производства ПИ следует отметить и рост экономической эффективности их применения. Если на стадии «шашлычной» технологии стоимость гирлянды СИ и ПИ были примерно равнозначны, то с применением цельнолитой оболочки ПИ разница в стоимости гирлянд очень значительна. Для примера предлагаем рассмотреть уровень цен на СИ и ПИ в 2001 и 2018 гг. (см. табл.).

Как видно, разница в цене гирлянды составляет как минимум два раза. Если учесть транспортные расходы по доставке на склад потребителя и в дальнейшем к месту монтажа, разница в пользу ПИ будет только увеличиваться.

Значение внедряемой технологии для всей индустрии сетевого строительства в энергетике трудно переоценить.

Испытания, проведенные в ВЭИ им. В.И. Ленина, показали абсолютную надежность и качество полимерных изоляторов, которые сохраняют свои характеристики и после длительных сроков эксплуатации в самых экстремальных условиях.

Это была совместная трудовая победа коллективов ЗАО «Электросетьинвест», ОАО «СКТБ по изоляторам и арматуре», АО «Энергия+21» и ЗАО «НПО «Изолятор».

Аттестационные комиссии ПАО «ФСК ЕЭС» и ПАО «Россети», оценивая технический уровень созданной продукции различных производителей ПИ, разрешили их поставку на объекты ФСК ЕЭС и «Россетей».

Полимерные изоляторы также активно эксплуатируются на объектах компаний «Газпром», «Транснефть», РЖД.

Показатель надежности полимерных изоляторов возрос, достигнув уровня 10-6, в сто раз превысив

надежность стеклянных и фарфоровых изоляторов, показатель надежности которых не превышает 10-4-10-5.

Казалось бы, при таком очевидном превосходстве в основных технических параметрах и технологии изготовления (не говоря уже о простоте сборки и монтажа) должна широко открыться перспектива для внедрения полимерной изоляции – изоляции XXI века: наконец-то на рынке появился реальный конкурент стеклянной изоляции, которая десятилетиями диктует цены. Однако этого не произошло.

Некоторые руководители ФСК ЕЭС совершенно серьезно начали предлагать: «Давайте монтируем полимеры на опытных участках ЛЭП и еще наблюдаем лет 20-25, а тогда и примем решение по использованию полимерной изоляции». Здоровый консерватизм, конечно, нужен, но не до такой же степени!

Невосполнимый урон продвижению инновационной технологии нанесло утвержденное в 2011 г. «Положение о технической политике ПАО «ФСК ЕЭС», где в разделе 2.3 «Линии электропередачи (ЛЭП)», п. 2.3.1.5, было категорично записано: «На ВЛ 220 кВ (круглогодично доступных) следует применять полимерные изоляторы цельнолитые с кремнийорганической оболочкой при наличии индикатора перекрытия».

Положение о технической политике было утверждено, затем закреплено стандартом СТО 56947007-29.240.55.192-2014, а индикатора перекрытия как не было, так и нет по сей день. Опытные образцы неутвержденного в ПАО «ФСК ЕЭС» индикатора перекрытия так и остались не запущенными в производство. Потеряны годы. Проектные институты закладывали и закладывают в проектные решения только стеклянные гирлянды, и ни о какой конкуренции не может быть и речи, хотя рекомендовано для ЛЭП до 500 кВ включительно тип изоляции подбирать исходя из результатов технико-экономического сравнения вариантов. Как исключение, стандарт ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.240.55.192 допускает применение полимерной изоляции без индикатора перекрытия, если ВЛ оснащена высокоточными техническими средствами определения места повреждения.

Это решение руководства и технических служб ПАО «ФСК ЕЭС» хоть и запоздало, но абсолютно верно.

Прежде всего, следует думать о надежности линии, ее долговечности и простоте отыскания повреждений. Нужно уважать эксплуатацию и помнить главный принцип – «смонтировал и забыл», а если и возникла аварийная ситуация, то не гадать на «кофейной гуще», а точно знать, на какой километр и в какой пролет направить бригаду ремонтников.

В настоящее время в России довольно успешно функционируют приборы ОМП четырех производителей: НПП «Бреслер», ОАО «НТП СибНИИЭ», ООО «ВО-Энерго» и присутствующей на мировом рынке более 20 лет фирмы Qualitrol (США).

Наиболее надежным методом определения места повреждения признан метод «бегающей волны», когда точка повреждения определяется одновременно с двух противоположных концов участка линии. Точность показания прибора совершенно не зависит от длины линии, достигающей порой протяженности сотни километров, и от ее конструктивной неоднородности.

Проведенные испытания показали, что приборы достигают высокой точности (±150 метров, т.е. в пределах одного пролета). На сегодня «волновые системы» уже применяются в «Тюменьэнерго», «Сахалинэнерго», МЭС Сибири, «Якутскэнерго» и ряде других. Благодаря высокой точности фиксации мест повреждений отпадает необходимость в многочисленных обходах и использовании дорогостоящих вертолетов для отыскания поврежденного участка.

Прошло уже более 30 лет с того момента, как в энергетической отрасли появилась полимерная изоляция. Много грамотных полезных решений было принято за все эти годы. Пройден путь от сомнительных полимерных композитов до высококачественной кремнийорганической резины, от ручной «шашлычной» сборки до высокотехнологичной цельнолитых полимерных изоляторов.

Но нельзя забывать, что в сложном процессе освоения полимерной изоляции было допущено и немало ошибок. Чего стоило только внедрение и серийный выпуск на протяжении 10 лет полимерных изоляторов с полиолефиновой защитной оболочкой (серия ЛП). Они, по сути, дискредитировали полимерную изоляцию. А сколько загадок и неприятностей доставили изоляторы с некачественной адгезией при ручной сборке в цехах! Но сегодня следует признать, что полимерные изоляторы серьезно усовершенствовались. Более 10 лет прошло с того момента, как прочно узаконилась технология выпуска изоляторов с цельнолитой кремнийорганической оболочкой, которая многократно повысила надежность полимерной изоляции.

Кроме того, хочется обратить внимание заказчиков, что несмотря на разработанные и принятые в ПАО «ФСК ЕЭС» и ПАО «Россети» правила закупок, на рынке продолжает появляться продукция, продаваемая через посредников и появляющаяся затем на объектах без должной гарантии качества, а порой и вообще без сопроводительных документов.

Давно пора признать, что купить лучше всего у непосредственного производителя, а не через третьи руки. В мире сейчас идет массовое внедрение полимеров. По материалам доклада на Всемирном конгрессе СИГРЕ/МЭК, доля полимеров с 23% в 90-е годы выросла в настоящее время до 42%, в то время как на объектах ПАО «ФСК ЕЭС» она составляет всего лишь 1,8%.

В Китае сегодня 98% линий 220 кВ и выше строятся на полимерной изоляции, а мы все продолжаем сомневаться: «Как бы чего не вышло?». А что может случиться, если полимерная изоляция имеет степень надежности 10-6? Поэтому и в тайге, и на болотах, и в других труднодо-

ступных местах тоже нужно применять полимерную изоляцию, как более надежную, проще монтируемую и легче доставляемую до объекта.

Но для этого, прежде всего, следует пересмотреть действующие на сегодня «Правила устройств электроустановок» (ПУЭ-7 глава 2.5), утвержденные приказом № 187 Минэнерго России в 2003 г. и подкорректировать вышеупомянутый стандарт СТО 56947007-29.240.55.192-2014 «Нормы технологического проектирования воздушных линий электропередачи напряжением 35-750 кВ». Они давно требуют переработки, а проектные организации и эксплуатационники неукоснительно продолжают следовать устаревшим правилам и закладывать в проектных решениях преимущественно стеклянную изоляцию.

Показательно, что страны Средней Азии, откуда в советские времена приезжали к нам учиться и перенимали передовые технологии, теперь, опережая нас, строят и строят ЛЭП протяженностью в 600-800 км и напряжением 220-500 кВ на полимерной изоляции.

Только в последнее время на полимерной изоляции построены: в Казахстане – ВЛ 500 кВ Алматы

– Алма (315 км), ВЛ 500 кВ Север – Юг (1080 км), две линии 500 кВ Аксу – ГРЭС (306 км); в Узбекистане – ВЛ 500 кВ Талимарджанская ТЭЦ – ПС Согдиана (215 км); в Туркменистане строится ЛЭП 500 кВ Ашхабад – Балканабад – Туркменбаши (870 км). А мы за 10 лет построили в полимерах только одну линию 500 кВ Курган – Козырево и ждем (по всей вероятности, 25 лет), чтобы оценить надежность полимерной изоляции и разрешить ее дальнейшее использование.

Применение полимерной изоляции на каждые 100 км ЛЭП 500 кВ дает экономии в 64,7 млн рублей без учета экономии от снижения утечек тока. Хочется верить, что в этот кризисный период, когда правительство только и занимается секвестированием проектов, техническое руководство ПАО «Россети», а особенно ПАО «ФСК ЕЭС», задумается над потерей государственных средств, как, кстати, и над потерями тока в сети.

В ряде стран на опорах воздушных линий электропередачи высотой в 600-800 км и напряжением 220-500 кВ в полимерной изоляции датчики для мониторинга утечки тока на гирляндах изоляторов, и уже определено, что на полимерной изоляции потери значительно

ниже. А у нас учета потерь тока в сетях по видам изоляции нет. На железных дорогах ПАО «РЖД», которые широко использует полимерные изоляторы, потери на 8% меньше, чем на стекле, только вследствие повышенной гидрофобности кремнийорганической изоляции.

Настало время проводить перевооружение и реконструкцию и вместе с тем строить новые линии электропередачи и подстанции. И где, как не здесь, открываются возможности активного применения полимерной изоляции. Предприятия, мощности которых позволяют обеспечить рост в применении ПИ в России, имеются.

В завершение хотелось бы вновь обратить внимание руководителей отрасли, что сейчас как никогда подготовлена почва для внедрения прогрессивной технологии и материалов.

Анатолий ПОПЛАВСКИЙ, заслуженный строитель, почетный энергетик Российской Федерации. Олег САЛОВ, генеральный директор АО «Энергия+21», почетный энергетик Российской Федерации

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

ЭНЕРГИЯ+21

ПРОИЗВОДСТВО ПОЛИМЕРНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ

производим и реализуем:

Изоляторы полимерные опорные для изоляции и крепления токоведущих частей в электрических аппаратах и распределительных устройствах электрических станций и подстанций напряжением от 10 до 220 кВ

Распорки междуфазовые полимерные для ЛЭП напряжением от 10 до 220 кВ

Полимерные изоляторы для контактной сети железных дорог

Подвесные полимерные изоляторы для ЛЭП от 10 до 500кВ

Штыревые полимерные изоляторы ШП-10 (10 кВ) и ШП-20 (20 кВ), пришедшие на смену стеклянным и фарфоровым аналогам. Конструкция изолятора позволяет устанавливать их как на существующие (взамен стеклянных и фарфоровых аналогов), так и на новые ЛЭП, используя при монтаже стандартные крюки и штыри.

Изоляторы проходные полимерные, предназначенные для проведения и соединения токоведущих элементов в электрических аппаратах и распределительных устройствах электрических станций и подстанций переменного напряжения свыше 1000 В.

Наш адрес:

АО "Энергия+21", 457040, Челябинская область, п. Увельский, ул. Сафонова, 10.
Тел./факс: (351) 211-60-20; 663-24-60
e-mail: office@energy-21.ru; www.energy-21.ru