

## О преимуществах силиконовой изоляции

В области применения ограничителей перенапряжений на протяжении последних лет не прекращается дискуссия о том, какое защитное изоляционное покрытие лучше: фарфоровое или полимерное, из кремнеорганической резины (силиконовое). Весомым аргументом в пользу сторонников полимеров является решение «АВВ», крупнейшего мирового электротехнического концерна, полностью в ближайшие годы отказаться от использования фарфоровых оболочек.

Данные концерна «Сегам», европейского лидера в области производства электротехнического фарфора, подтверждают существенное снижение интереса потребителей как к оболочкам, так и к фарфоровым изоляторам, что весьма важно, поскольку полимерные изоляторы в 4-5 раз дороже фарфоровых. Напрашивается вывод, что в процессе накопления опыта эксплуатации потребители переходят на полимерные изоляторы, что свидетельствует о значительно лучших эксплуатационных качествах. Это можно отнести и к оболочкам для ограничителей, с той оговоркой, что стоимость ОПН в полимерной изоляции не превосходит стоимость фарфоровых аналогов более чем на 10 %, в связи с небольшой долей изоляции в себестоимости ограничителя.

Рассматривая преимущества полимерной изоляции для ОПН, следует начать с самого очевидного - значительного упрощения монтажа и транспортировки. Это вызвано тем, что оборудование с полимерной изоляцией имеет значительно меньший вес, многомодульную, легко собираемую с помощью резьбовых соединений конструкцию и высокую ударопрочность. В таблице приведены данные для сравнения:

Тип ОПН/Изоляция	Фарфоровая	Силиконовая
ОПН для сети 330 кВ	980±80 кг	280 кг(3 модуля по 90 кг)
ОПН для сети 500 кВ	1300±100кг	480 кг (4 или 5 модулей)

Представляется весьма сложной операция по доставке и монтажу, особенно в труднодоступных районах, крупногабаритного, хрупкого изделия весом около тонны, ведь при возникновении трещины или скола ОПН не подлежит дальнейшей эксплуатации. Опыт поставок полимерных ОПН говорит об отсутствии боя при транспортировке, погрузочно-разгрузочных работах и монтаже. Многомодульность конструкции никоим образом не ухудшает электротехнические свойства. Кроме того, малый вес делает возможным не только опорное, но и подвесное исполнение аппарата в сетях до 750 кВ, что расширяет возможности при проектировании и установке (можно устанавливать аппараты на опорах воздушных линий, порталах ОРУ и т.д.).

Следующим важнейшим преимуществом полимерной изоляции является качественно иной уровень взрывобезопасности. При взрыве фарфорового аппарата разрушающее воздействие производят осколки фарфоровой покрышки, разлетающиеся во все стороны со скоростью снаряда. Чтобы избежать столь тяжелых последствий в фарфоровые ОПН устанавливают клапаны или мембраны, призванные отводить избыточное давление газов. Такие устройства либо имеют сложную дорогостоящую конструкцию, либо малоэффективны. В случае полимерной изоляции главной опасности – фарфоровых осколков – не существует. При возникновении аварийного дугового перекрытия под действием избыточного давления силиконовая покрышка разрывается, не повреждая окружающее оборудование.

Ощутимо проявляются преимущества полимерных покрытий в условиях загрязнения и увлажнения за счет такого свойства силикона как гидрофобность. Иногда высказываются суждения, что в сильно загрязненных средах лучше ставить аппараты с фарфоровой изоляцией, поскольку их проще очищать. Это действительно так, но ответ заключается в том, что полимерные покрытия в течение всего периода эксплуатации очищать не надо. Высокая гидрофобность обуславливает то, что на загрязненной и увлажненной силиконовой поверхности не образуются электролитические дорожки, и токи утечки, таким образом, в десятки раз меньше, чем на гидрофильных поверхностях, к которым относятся и неповрежденные фарфоровые. Очевидно также, что при микрповреждениях, незаметных при визуальном осмотре (трещины, сколы и т.д.) качество фарфоровой изоляции резко ухудшается. Данное свойство является определяющим для оценки эффективности использования на линиях электропередач силиконовых изоляторов, при этом их надежность в 1000 раз выше, чем у фарфоровых или стеклянных.

Электрические и разрядные характеристики силиконовой изоляции лучше, чем у изоляции фарфоровой. Это обусловлено как свойством материала, так и техническими возможностями при изготовлении, позволяющими, в частности, изготавливать ребра сложной геометрии.

Стало уже грустной традицией упоминать о стойкости полимерных покрытий к актам вандализма, под которыми имеется в виду расстрел из охотничьих ружей оборудования линий электропередач. Понятно, что от прямого пулевого попадания силикон не защитит. Но в случае разлета дроби или повреждения одного или нескольких ребер полимерный аппарат (или изолятор), имеющий к тому же значительный запас по длине пути тока утечки может остаться в эксплуатации, что в фарфоровом варианте, абсолютно невозможно.

Для России весьма актуально рассмотрение вопроса о поведении оборудования при низких температурах. Очевидно, что температурный коэффициент расширения (сжатия) у резины выше, чем у фарфора. Но тому, кто, основываясь на этом, предположит, что в районах с низкими температурами лучше использовать ограничители перенапряжений с фарфоровой изоляцией, следует знать, что в таких ограничителях уплотнение осуществляется за счет резиновых колец. И если материал этих колец не подобран подобающим образом, то под воздействием низкой температуры может произойти разгерметизация аппарата, что неминуемо приведет к взрыву, если только не будет замечено при профилактических испытаниях. С другой стороны, современные ограничители с силиконовой изоляцией могут и должны быть сконструированы с полной адгезией образующих слоев, что сделает корпус аппарата монолитным и не боящимся температурных воздействий. Такой аппарат будет безопасно эксплуатироваться как в условиях низких, так и высоких температур, с длительным прямым воздействием солнечной лучей (более +45). Разумеется, химический состав материалов оболочек для низких и высоких температур будет иметь различия, и очень важно заказать соответствующую модификацию по климатическим условиям.

В тропическом климате изготовители силиконовых покрытий столкнулись со своеобразной проблемой – вредными воздействиями тропической фауны. Определен и круг «субъектов», равнодушных к силиконовым ребрам, – термиты, попугаи и опоссумы. Не так давно французские исследователи предложили красить поверхности в ядовито-зеленый цвет, что, по их данным, защитит изоляцию. Но поскольку не существует многолетних результатов испытаний, а фауна, как известно, тоже не стоит на месте и обладает свойством приспособления к чему угодно, то для тропического климата следует признать предпочтительной фарфоровую изоляцию.

Таким образом, к преимуществам силиконовой изоляции перед фарфоровой можно отнести:

- значительно меньшие весо-габаритные характеристики, упрощение монтажа;
- взрывобезопасность;
- стойкость к ударным и вибрационным воздействиям, отсутствие боя при перевозках;
- высокую гидрофобность поверхности;
- высокие электрические и разрядные характеристики;
- стойкость к климатическим факторам;
- лучшую приспособленность к актам вандализма.

При этом, как уже отмечалось, не существует значительной разницы в цене между ограничителями перенапряжений с фарфоровой и силиконовой изоляцией.

Разумеется, все выше сказанное имеет смысл, когда речь идет о силиконовом покрытии надлежащего качества. Известны случаи крайне неудачного применения иных полимерных материалов. Кроме того, многие производители изоляции используют готовую резину российского производства различных марок. А надо отметить, что требуемую стабильность материала можно получить при использовании компонентов такого качества, которое, к сожалению, пока возможно только у западных, в частности, немецких изготовителей. С технико-экономической точки зрения, оправданным является и собственный синтез резины из импортных компонентов.

Подводя итог, можно сделать вывод, что изоляция из кремнеорганической резины объективно приходит на смену фарфоровой изоляции как более высокая ступень технологического развития.

С.О.Кабанов,  
генеральный директор ЗАО «Завод энергозащитных устройств»  
2002 г.