

ОЦЕНКА ТЕРМОУПРУГИХ НАПРЯЖЕНИЙ В ПРОХОДНОМ ИЗОЛЯТОРЕ

Фарфоровые проходные изоляторы используются в качестве соединительного элемента высоковольтного оборудования, находящегося в закрытых помещениях, с открытыми распределительными устройствами или линиями электропередачи переменного напряжения от 6 до 35 кВ. С учетом условия эксплуатации проходные изоляторы нормируются не только по механической изгибающей прочности, но и на стойкость к термическим воздействиям [1].

По имеющимся сведениям нередко отмечаются случаи выхода со строя проходных изоляторов по причине разрушения фарфорового элемента, несмотря на то, что они эксплуатируются практически при

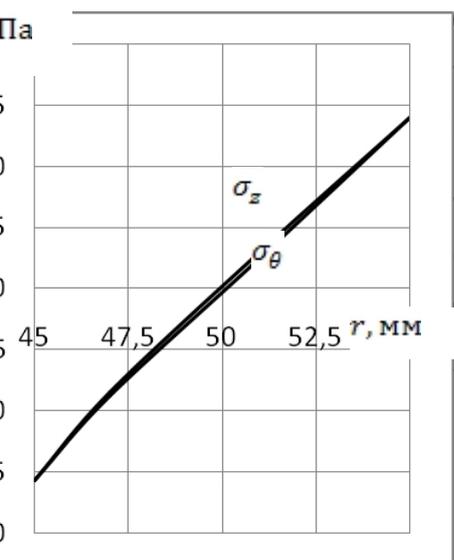


Рис. 1. Распределение напряжений в фарфоре элемента

механических нагрузках. В связи с этим возникает вопрос, не такого рода отказы изоляторов последствием воздействия

температурного поля проходного изолятора ИПУ10/630-7,5М, при протекании номинального тока 630А по токопроводу, исследованным методом с использованием в качестве граничных результатов натурного испытания на термостойкость этого

В соответствии с полученными температурными градиентами было установлено, что внутренняя поверхность диэлектрика подвергается напряжению сжатия, а верхняя находится под воздействием растягивающих напряжений (рис.1). Максимальные значения растягивающих напряжений по окружности фарфорового элемента и вдоль его достигают (~ 14 МПа) около 25% предельного для фарфора С-130 напряжения.

При наличии неоднородностей в виде микротрещин, согласно Инглиса, локальное максимальное локальное напряжение может многократно

превышать среднее напряжение в ее окрестности:

где: протяженность трещины; диаметр края трещины.

Согласно теории разрушения [2] механическое повреждение твердого тела рассматривается не как спонтанное разрушение вследствие перенапряжения, а как процесс возникновения хотя бы одной трещины и ее распространения, при котором образуются новые поверхности, разделяющие материала на части. Чтобы таким путем произвести в материале разрыв и образовать эти поверхности, потребуется определенное количество энергии, определяемое коэффициентом поверхностного натяжения материала. Для большинства твердых хрупких тел, используемых в технике, удельные энергии разрыва весьма близки между собой и не сильно отличаются от величины 1 Дж/м^2 . Размеры микропор в керамических материалах, как правило, не превышают 10 мкм. Более крупные, протяженные дефекты могут возникать в материале как следствие слияния мелких пор в процессе изготовления, если имеет место отклонения от технологического регламента или под влиянием случайных внешних факторов.

По Гриффитсу минимальная начальная глубина трещины, при которой возможно саморазвивающееся разрушение оценивается соотношением:

где: модуль упругости материала; среднее напряжение растяжения в окрестности трещины.

Из (2) вытекает, что ускоренное разрушение хрупкого материала как фарфор при установленных выше температурных градиентах прогнозируется при образовании относительно крупных трещин порядка 100 и более микрон. Такого рода трещины являются исключением из правил, но вместе с тем возможны в результате старения фарфора под воздействием статических и кратковременных термоупругих растягивающих напряжений.

Практически интерес представляет возможность замены хрупких элементов изделия на эквивалентные, изготовленные из более пластического материала с существенно большей удельной энергией на

разрыв . Например, у полиэфирных и эпоксидных смол, используемых при изготовлении стеклопластиковых труб эта энергия оценивается величиной 100 Дж/м^2 . Вследствие этого можно ожидать, что при замене в проходном изоляторе фарфорового диэлектрика аналогичным элементом, например, из стеклопластикового материала механическое разрушение, обусловленное нагревом токопровода, практически можно исключить.

Литература:

1. ГОСТ 8024-90. Аппараты и электротехнические устройства переменного тока на напряжение свыше 1000 В. Нормы нагрева при продолжительном режиме работы и методы испытаний
2. Дж. Гордон. Конструкции, или почему не ломаются вещи. 1978