

ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ НА ОСНОВЕ СВЧ-МУЛЬТИПАКТОРНОГО РАЗРЯДА

© 2021 г. Гурами Николаевич Ахобадзе

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 117997, Москва, ул.

Профсоюзная, 65

ahogur@yandex.ru

Тел. 8-905-72-777-39

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ТЕЗИСОВ

Проблема оценки технического состояния и надежности опорно-стрележной и подвесной изоляции актуальна, и востребована практикой, что подтверждается ежедневным опытом и статистикой эксплуатации различных типов изоляторов, как на энергетических предприятиях, так и на объектах железных дорог.

Предлагаемая работа направлена на решение задачи диагностики технического состояния высоковольтных изоляторов на основе мультипакторного разряда на их наружной поверхности с последующим уменьшением электромагнитного сигнала, как информационного параметра.

Суть диагностики основывается на использовании эффекта мультипакторного разряда, представляющего собой явление в радиочастотных устройствах, в которых при определенных условиях, вторичная электронная эмиссия в резонансе с переменным электрическим полем приводит к экспоненциальному размножению электронов, приводящих к повреждению (разрушению) радиочастотного устройства.

Представляемая диагностика высоковольтного изолятора предусматривает помещение высоковольтного изолятора в вакуумированный круглый волновод с закрывающими и открывающими торцами (являющимся одновременно входом и выходом волновода для электромагнитных колебаний) и воздействие сверхвысокочастотной мощности на расположенный в полости волновода контролируемый изолятор. Предварительно в данном волноводе устанавливается пороговый уровень (в зависимости от материала волновода, его сечения и длины, а также типа электромагнитной волны в волноводе) СВЧ - мощности, приводящей к возникновению мультипакторного разряда в электромагнитном поле волновода. После этого для контроля прочности волновода, по нему пропускается СВЧ-энергия ниже порогового значения мощности, не приводящей к возникновению мультипакторного разряда волновода. Ввод в волновод с изолятором СВЧ-энергии больше порогового значения, приведет к тому, что на наружной поверхности изолятора, как диэлектрического материала, возникнет мультипакторный разряд, приводящий к падению прошедшего по волноводу СВЧ - сигнала. В результате этого, в полости волновода с изолятором будет иметь место полное затухание сигнала. Это

объясняется тем, что в данном случае, при распространении бегущей волны по волноводу, от поверхности изолятора возникает многократное отражение, приводящее к наличию градиента сверхвысокочастотного потенциала, в результате чего возникает мультипакторный разряд (десорбция газа с поверхности изолятора и формирование плазмы, поглощающей электромагнитной энергии) на наружной поверхности контролируемого материала. Следовательно, отсутствием сигнала (минимальное значение) на входе приемной электромагнитной антенны, подключенной к выходу волновода, можно констатировать мультипакторный разряд на поверхности высоковольтного изолятора.

В рассматриваемом случае принимается, что по степени возникновения мультипакторного разряда, высоковольтный изолятор уступает круглому волноводу, т.е. при одной то же энергии в волноводе с изолятором, по разрушительным свойствам, волновод электрически должен быть прочным, чем изолятор.

Как известно высоковольтные изоляторы бывают дефектными (например, со скрытыми трещинами) и бездефектными. Как правило, дефектные изоляторы имеют пониженную электрическую прочность по сравнению с бездефектными. В силу этого отсюда можно сделать заключение о том, что при облучении (воздействии) высоковольтных изоляторов в волноводе электромагнитными волнами, мультипакторный разряд у дефектных изоляторов возникнет относительно пораньше, чем у бездефектных (при одной то же СВЧ-мощности и частоте электромагнитных колебаний).

В работе на основе сравнения сигналов на выходе волновода с дефектным и бездефектным изоляторами представляется методика, позволяющая диагностировать техническое состояние дефектных изоляторов с уровнем выходной мощности (не достигшим уровнем мощности бездефектных изоляторов) за счет преждевременного мультипакторного разряда на их наружной поверхности относительно к уровню выходной мощности бездефектных изоляторов. Установлены критерии уровней входной мощности волновода, приводящие мультипакторного разряда на наружных поверхностях бездефектного и дефектного изоляторов, позволяющие вычислить техническое состояние находящегося в волноводе неизвестного изолятора в зависимости от размера и формы дефекта.

Предлагается математическая модель мультипакторного разряда в электромагнитном поле бегущей волны по круглому волноводу из нержавеющей стали с учетом соотношения размеров стенок волновода и диапазона передаваемых мощностей.

Таким образом, полученные результаты указывают на необходимость учета возможности возникновения СВЧ - мультипакторного разряда в круглых волноводах с изолятором при разработке и реализации эффективных способов их диагностики.