

УДК 621.3

Датчики сигналов частичных разрядов

Дрозд П. И., Баран Ю. Г.

Научный руководитель – ГАВРИЕЛОК Ю. В.

Серьезные дефекты изоляции обычно обнаруживаются на стадии приемо-сдаточных высоковольтных испытаний и испытаний на месте монтажа. Если оборудование прошло эти испытания, то необнаруженные (или не проявившиеся) при их проведении дефекты изоляции (которые практически всегда имеются), не приводят к полному пробоя изоляции в нормальных рабочих условиях. Однако, при дальнейшей эксплуатации оборудования, эти дефекты развиваются и растут. Их рост обусловлен появлением сравнительно небольших электрических разрядов в зоне повышенной напряженности поля вблизи дефекта, которые называют частичными разрядами (ЧР). Под действием ЧР начинается разрушение изоляции, размер дефектной области и интенсивность разрядов увеличиваются. По мере развития дефекта энерговыделение в его зоне растёт, и разрушение изоляции ускоряется за счет термических процессов. Увеличение дефектной области приводит к росту напряженности поля в оставшейся части изоляционного промежутка, и, когда дефектная зона достигает достаточно больших размеров, становится возможным сквозной пробой изоляции. Как правило, при отсутствии экстремальных воздействий (типа перенапряжений), процесс развития дефекта от зародышевой стадии до полного пробоя длится от нескольких месяцев до нескольких лет.

Таким образом, появление частичных разрядов свидетельствует о наличии дефекта изоляции, причем ЧР достигают обнаружимого уровня уже на самой ранней стадии развития дефекта. Измерение ЧР может проводиться в процессе нормальной работы оборудования без вывода его из эксплуатации и, при наличии устройств присоединения, даже без его кратковременного отключения.

Возникновение электрического разряда вызывает сигналы трех типов: электрического, электромагнитного и акустического. Первые два типа сигналов различаются несколько условно, т. к. электрический сигнал всегда сопровождается электромагнитным, и различие между ними скорее относится к методам регистрации – электрический сигнал измеряется в проводах, а электромагнитный сигнал регистрируется с помощью антенны.

Соответственно для регистрации ЧР можно использовать электрические (подключаемые к входным или выходным шинам оборудования или шинам его заземления через конденсатор связи или трансформатор тока), электромагнитные (радиоприемники с антенной наружной или внутренней установки) и акустические (внутренние или наружные) датчики.

Электрические датчики.

Наиболее чувствительными к сигналам ЧР являются электрические датчики, подключенные к высоковольтной шине контролируемого оборудования через конденсатор связи. Однако конденсатор связи имеет большие габариты и вес и практически не может использоваться при полевых работах. Поэтому электрические датчики обычно подключаются к ПИНам или измерительным выводам высоковольтных вводов (емкость которых используется как конденсатор связи) или к высокочастотным трансформаторам тока, надетым на провода заземления элементов высоковольтного оборудования имеющих емкостную связь с высоковольтной шиной.

Акустические датчики.

Обычно электрические датчики способны дать лишь очень грубую локализацию источника сигналов ЧР, основанную только на сравнении интенсивностей сигналов в различных точках оборудования, например, с точностью до объекта, ввода и т. д.

Локализация источника путем анализа временных задержек электрических сигналов требует весьма дорогостоящего оборудования и дает результаты только в распределенных системах с коаксиальной структурой, таких как элегазовые КРУ. Поэтому для локализации дефекта обычно используют акустические датчики, которые имеют значительно меньшую чувствительность, но, благодаря сравнительно низкой скорости распространения акустических сигналов (время прохождения звуковой волны значительно больше, чем длительность электрического импульса), позволяют провести довольно точную локализацию источника сигналов внутри объекта. При этом измеряется задержка момента прихода акустического импульса относительно электрического сигнала в нескольких точках оборудования и, на основании этого, вычисляется ориентировочное положение источника с учетом конструкции конкретного объекта. Акустические датчики практически не подвержены внешним помехам на силовом оборудовании подстанций (естественно, исключая двигатели и генераторы, контроль этого оборудования – отдельная тема).

Электромагнитные датчики.

Электромагнитные датчики регистрируют электромагнитные сигналы ЧР с помощью антенны. Этот метод является одним из самых первых и наиболее удобных методов регистрации ЧР, т. к. обеспечивает дистанционные измерения без подключения к объекту. Однако, в силу исторических причин, в них использовался сравнительно низкочастотный диапазон волн (до нескольких десятков мегагерц), который практически не позволял применять их в полевых условиях из-за высокого уровня электромагнитных помех, и невозможности создания малогабаритных узконаправленных антенн. В последние годы, в связи с переходом в диапазон частот от нескольких сотен мегагерц до нескольких гигагерц, они снова находят широкое применение. В этом диапазоне частот уровень помех значительно ниже и можно использовать антенны с высокой степенью направленности обеспечивающие локализацию источника сигналов с точностью до нескольких десятков сантиметров. Эти датчики наиболее чувствительны к дефектам в наружных частях оборудования (таких как вводы и изоляторы), сигналы от дефектов, расположенных внутри металлического бака сильно ослабляются.

Литература

1. Электрические сети [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://leg.co.ua/stati/podstancii/izmerenie-chastichnyh-razryadov-pri-kontrolle-izolyacii-oborudovaniya.html>. – Дата доступа : 22.11.2018.
2. Системы мониторинга кабельных и воздушных линий [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://dimrus.com/manuals/adm9.pdf>. – Дата доступа : 22.11.2018.
3. Системы мониторинга электрических машин [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://electronpribor.ru/files/products/mdr3uhf.pdf>. – Дата доступа : 22.11.2018.