

**D1-ПТЗ Нестандартные воздействия и новые методы испытаний
(Новые методы диагностики)**

**Диагностический контроль бумажно-масляной изоляции на основе метода
«прямого» измерения влагосодержания бумаги**

Дарьян Л.А.*
(ЗАО «Техническая инспекция ЕЭС»,
Козлов А.В., Полищук В.П., Шурупов А.В.
(Шатурский филиал ОИВТ РАН)
Россия
Daryan-LA@ti-ees.ru

Влажность бумажно-масляной изоляции (БМИ), и, в первую очередь, бумаги, является одним из основных показателей, характеризующих состояние высоковольтного маслонаполненного электрооборудования (ВМЭО). В процессе эксплуатации ВМЭО происходит постепенное увеличение влажности бумажно-масляной изоляции. В результате этого ускоряются физико-химические процессы деградации БМИ, снижающие ее диэлектрическая прочность, что с неизбежностью приводит к возникновению пробоя и выходу оборудования из строя. Поэтому контроль влажности БМИ необходим для надежной эксплуатации ВМЭО.

В последнее время требования к величине предельно допустимой влажности БМИ ужесточились. Считается, что относительная влажность БМИ W_r не должна превышать 2%, тогда как сравнительно недавно допустимой считалась относительная влажность БМИ 4 %. Следует отметить, что при снижении значения измеряемой величины возрастают требования к измерительной аппаратуре, в частности, к погрешности измерений.

Достаточно надежные данные о влажности БМИ можно получить из анализа отклика изоляции трансформатора на зондирующие импульсы напряжения в широком диапазоне частот. Однако эти методы, основанные на зависимости диэлектрической проницаемости БМИ от влажности, могут использоваться только на оборудовании, выведенном из эксплуатации. Несмотря на то, что темп увлажнения БМИ обычно является достаточно низким, за межремонтный период содержание влаги в ней может превысить критический уровень. Поэтому наиболее эффективным методом

своевременного обнаружения опасного увлажнения БМИ является непрерывный контроль влажности.

Существующие в настоящее время приборы непрерывного контроля состояния БМИ измеряют относительную влажность трансформаторного масла (ТМ), из которой, в принципе, пересчетом можно определить влажность собственно БМИ. Однако этот метод может приводить к большим ошибкам, которые порождены сложным, малоизученным характером процессов влагообмена между ТМ и целлюлозными материалами.

В докладе представлены результаты разработки прибора непрерывного контроля влажности (ПНКВ), который «на прямую» измеряет влажность БМИ. ПНКВ состоит из датчика влажности (ДВ) и устройства сопряжения (УС). Измерительным элементом ДВ является погруженный в ТМ конденсатор, в котором в качестве влагочувствительного элемента (ВЧЭ) используется электротехнический картон. Изменение емкости ВЧЭ пропорционально изменению его влажности. Конструкция датчика выполнена так, чтобы условия накопления влаги в БМИ и в ВЧЭ являются одинаковыми. Результаты измерений ПНКВ не зависят от свойств ТМ.

Устройство сопряжения, устанавливаемое в шкафу управления ВМЭО или в АСУ ТП, считывает текущую информацию с ДВ и передает результаты измерений на верхний уровень контроля по двум независимым интерфейсам: RS-485 и Ethernet, которые реализуют протоколы МЭК 60870-5-101 и МЭК 60870-5-104. К одному УС допускается подключение до 16 ДВ. Основные характеристики ПНКВ: рабочая температура – до +90 °С, погрешность измерения влажности (по массе) – 0,5 %, наработка на отказ – 80000 часов. ДВ влажности одновременно измеряет температуру ВЧЭ, что позволяет проводить температурную коррекцию величины измеряемой емкости.

В докладе описана методика калибровки ДВ и представлены результаты его лабораторных испытаний.

Обсуждаются оптимальные топологические схемы установки ДВ в зависимости от типа трансформатора для получения исчерпывающих данных о состоянии БМИ.