

УДК 621.3

МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ В ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Хорошко Д.И., Волон Р.А.

Научный руководитель – Баран А.Г.

В электроустановках применяют электрооборудование с различными изоляционными материалами. Один из них, например, фарфор и пластмасса, не подвержены увлажнению, другие – жидкие диэлектрики (в частности, трансформаторное масло), волокнистые материалы (ткани, бумага, картон) и электроизоляционные смолы в значительной степени подвержены увлажнению, если не будут приняты соответствующие меры (герметизация маслонаполненных аппаратов, специальные покрытия изоляции других аппаратов и электрических машин).

Увлажнение изоляции приводит к снижению ее сопротивления, повышению диэлектрических потерь и в конечном счете к быстрому старению и выходу из строя. Поэтому при выполнении пусконаладочных работ уделяется большое внимание оценке степени увлажнения изоляции, особенно аппаратов с волокнистой изоляцией. Увлажненность изоляции определяют обычно для решения вопроса о необходимости сушки гигроскопической изоляции электрических машин и трансформаторов. Методы определения степени увлажненности изоляции основываются на физических процессах, происходящих в изоляции при приложении к ней напряжения.

При приложении напряжения через изоляцию в первый момент проходит ток заряда геометрической емкости, быстро прекращающийся в связи с процессом зарядки этой емкости. Абсорбционная емкость проявляется не сразу после приложения к изоляции напряжения, а спустя некоторое время после заряда геометрической емкости в результате последующего перераспределения зарядов в толще изоляции и накопления их на границах отдельных слоев, образующих из-за неоднородностей как бы цепочку последовательно включенных емкостей. Следствием заряда соответствующих отдельных емкостей (поляризации) является ток абсорбции в изоляции. Определение влажности по коэффициенту абсорбции основано на сравнении показаний мегомметра, снятых через разные промежутки времени после приложения напряжения.

Метод «емкость – частота» основан на том, что емкость неувлажненной изоляции при изменении частоты воздействующего напряжения почти не изменяется, в то время как в увлажненной изоляции процессы поляризации протекают достаточно быстро.

По зависимости емкости изоляции от температуры можно оценить степень ее увлажненности. Опытным путем установлено, что увеличение емкости на 30–40 % при повышении температуры от 20 до 70 °С является признаком недопустимо сильного увлажнения изоляции.

Метод «емкость-время» основан на раздельном измерении геометрической емкости ($C_{Г}$) и абсорбционной емкости ($C_{абс}$). Этим методом измеряется емкость $C_{Г}$ (геометрическая) и $C_{абс}$ и определяется отношение $C_{абс}/C_{Г}$.

В основу метода на искажении формы кривой тока положено представление о том, что ток, протекающий сквозь изоляцию, имеет две составляющие: активную и емкостную. При низких напряжениях, когда число свободных зарядов в изоляции мало, проходящий через нее ток представляет собой ток сквозь емкость, т. е. через изоляцию протекает практически I_C . При более высоких напряжениях начинается разрушение нейтральных частиц диэлектрика, повышается число свободных зарядов, в связи с чем растет активная составляющая тока. При пробое сквозь изоляцию протекает только активный ток (I_a).

Для многослойной композиции изоляции, куда относится и микалентная изоляция электрических машин, важным фактором старения является межвитковая поляризация. Отсюда можно сделать вывод, что по фиксированию интенсивности изменения кривой тока

абсорбции и медленных поляризаций в объеме изоляции можно судить об изменениях, происходящих в ее структуре в связи со «старением». В рассмотрение вводится параметр $dI_{\text{абс}}/dt$

Одной из важнейших контрольных операций, обеспечивающих надежную работу изоляции в эксплуатации, является испытание электрической изоляции повышенным напряжением. Данный вид испытаний является самым надежным из всех проводимых в настоящее время испытаний, которым подвергается изоляция в процессе изготовления, эксплуатации и ремонта. Испытания переменным напряжением подразделяются на испытания: при плавном подъеме напряжения промышленной частоты по ступенчатой методике и напряжением более высокой частоты. Испытание напряжением промышленной частоты является наиболее разработанным методом, имеющим большой опыт применения.

Для определения работоспособности электрооборудования необходимы эффективные методы оценки состояния изоляции. Надежность работы во многом определяет состояние его изоляции, опасным дефектом является ее увлажнение. Содержание влаги 3–4 % принимают за крайние пределы. Чувствительными к увлажнению изоляции и удобными на практике являются измерения тангенса угла диэлектрических потерь и емкости на очень низких частотах (разработанный в самое последнее время метод FDS).

На методы оценки, основанные на анализе поляризационных процессов в изоляции, особенно медленно протекающих, влияет даже незначительное увлажнение изоляции. В настоящее время в разных странах проводятся разработки методов контроля состояния изоляции на основе анализа поляризационных процессов – измерения восстанавливающегося напряжения (RVM), токов заряда и разряда (РОС), параметров изоляции на переменном токе емкости или тангенса угла диэлектрических потерь (FDS).

Чувствительными к увлажнению изоляции и удобными на практике являются измерения тангенса угла диэлектрических потерь и емкости на очень низких частотах (разработанный в самое последнее время метод FDS). Использование зависимости емкости от частоты при увлажнении изоляции широко применялось выработаны и критерии оценки состояния изоляции.

Использование анализа поляризационных явлений для контроля влажности изоляции представляется перспективным методом оценки состояния в работе. За рубежом широко развернуты разработки такой методики, выпускается и соответствующая измерительная аппаратура.

Литература

1. Львов, М.Ю. Нормирование показателей для оценки износа изоляции обмоток силовых трансформаторов / Ю.Н. Львов, М.И. Чичинский. – М. : Электрические станции, 2002.