УДК 621.316

П.А. АЛЕШИКОВ, магистрант (КузГТУ)
г. Кемерово

ОБЗОР МЕТОДОВ И ПРИБОРОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Разработка новых принципов и методов измерений физических величин, таких как сила тока, напряжение, сопротивление, индуктивность, мощность, частота колебаний, коэффициент трансформации преобразователей напряжения, температура и т.д., существенно увеличивающих точность, чувствительность и быстродействие измерений, актуальна для проведения различных физических экспериментов в энергетике. Например, при диагностике высоковольтного электрооборудования все эти физические величины приходится измерять и контролировать в виде конкретных параметров: полного сопротивления короткого замыкания трансформаторов, коэффициента трансформации обмоток, силы тока и потерь холостого хода, омического сопротивления постоянному току, времени переключений контактов контактора и сопротивления токоограничивающих резисторов переключающих устройств, собственного времени включения и отключения, шунтирующих сопротивлений, скорости и разновременности работы контактной системы высоковольтных выключателей, пробивного напряжения вентильных разрядников, температуры вспышки горючих жидкостей, влаго- и газосодержания диэлектрической жидкости.

Важными элементами высоковольтного электрооборудования в энергетике являются силовые трансформаторы, выключатели и средства защиты от перенапряжений. Все они представляют собой сложные и дорогостоящие устройства, диагностика и эксплуатация которых требуют создания методов и приборов для измерения вышеперечисленных физических величин.

Мировой опыт показывает, что экономический ущерб от случайной аварии мощного силового трансформатора, связанный только с остановкой промышленных предприятий из-за отсутствия питающего напряжения, исчисляется миллионами рублей, не говоря уже о весьма крупных затратах, необходимых для восстановления работоспособности дорогостоящего оборудования [1].

За последнее время произошли существенные изменения в приборном оснащении диагностики и контроля силовых высоковольтных трансформаторов благодаря применению цифровых измерительных устройств и новых методов обработки данных. В частности, появились высокоразрешающие тепловизионные приёмники, высокочувствительные приборы для измерения частичных разрядов, множество разновидностей осциллографов

и регистраторов, легко сопрягаемых с персональным компьютером, различные модификации хроматографов [2], позволяющие количественно определять содержание газов в диэлектрической жидкости, залитой в силовой трансформатор и др. Однако для определения электрических параметров и характеристик силовых цепей высоковольтных трансформаторов, выключателей, параметров разряда средств защиты от перенапряжений все еще пользуются различными приборами, не отвечающими современным требованиям. К таким приборам относятся стрелочные амперметры, вольтметры, гальванометры, мосты постоянного тока, вибрографы, а также светолучевые осциллографы и др.

Одним из способов регулирования напряжения в электрических сетях является выбор ответвлений на обмотках силового трансформатора. Регулирование напряжения за счет изменения числа витков при отключённой нагрузке не обеспечивает требуемую оперативность для системы управления электроснабжением. В связи с этим применяют трансформаторы, снабженные специальными коммутаторами, обеспечивающими переключение ответвлений обмоток под нагрузкой, именуемые регуляторами напряжения под нагрузкой (РПН). Выход из строя РПН приводит к аварии всего трансформатора. В связи с этим предъявляются весьма высокие требования к надежности РПН.

В настоящее время в системе электроэнергетики и на промышленных предприятиях России и за рубежом диагностику РПН осуществляют традиционным методом - вскрытием его бака и сливом из него трансформаторного масла. Такой метод диагностики является дорогостоящим, трудоемким и весьма продолжительным. Необходимо особо отметить, что нарушение технологии откачки масла и последующей его заливки приводит к ухудшению его диэлектрических свойств, снижению сопротивления изоляции бакелитового цилиндра бака РПН и сопротивления изоляции обмоток трансформатора в целом, а также к увеличению вероятности загрязнения окружающей среды и т.п. Кроме того, при отрицательных температурах и повышенной влажности атмосферы вскрытие бака РПН недопустимо. В силу всего этого, разработка методов диагностики регуляторов напряжения под нагрузкой без вскрытия его бака и откачки из него диэлектрической жидкости является весьма актуальной.

Другим важным элементом силовых цепей являются высоковольтные выключатели. Передача электроэнергии потребителю в значительной мере определяется их безотказной и надежной работой. Важными техническими параметрами выключателей являются собственное время включения и отключения, временные, скоростные, ходовые характеристики, переходное сопротивление контактной системы, целостность (исправность) шунтирующих сопротивлений. Необходимо отметить, что измерение и определение всех этих параметров и характеристик целесообразно осуществлять методами диагностики в рабочих режимах.

В настоящее время разработан и внедрен в повседневную практику ряд методов диагностики и модификаций цифровых устройств на базе мобильного помехозащищенного микропроцессорного осциллографа (регистратора) динамических процессов для цифровой диагностики и контроля наиболее ответственных силовых элементов энергообъектов и их уязвимых узлов. Освоение цифровых методов и новых микроэлектронных устройств для осуществления диагностики высоковольтных электрических аппаратов позволяет повысить точность измерений, сократить время проведения диагностики высоковольтного электрооборудования, автоматизировать обработку результатов, а также существенно облегчить работу оперативного персонала и формирование интегрированных баз данных контроля электрооборудования энергетических компаний и отдельных предприятий.

В высоковольтных электрических аппаратах в качестве охлаждающей и изолирующей среды широко применяется трансформаторное масло. Надежная работа маслонаполненного электрооборудования зависит от качества заливаемой в него диэлектрической жидкости [3]. Важными эксплуатационными характеристиками трансформаторного масла являются пробивное напряжение, влагосодержание, содержание растворённых газов, температура вспышки и т.д. К сожалению, для определения вышеуказанных характеристик диэлектрической жидкости (кроме пробивного напряжения), в энергетической отрасли пользуются приборами не вполне отвечающими современным требованиям. Эти приборы требуют постоянного контроля и вмешательства человека во время проведения испытаний в процессы измерения. На практике такие измерения проводит только специально обученный для этих целей высококвалифицированный персонал. Автоматизация приборов для исследования диэлектрической жидкости увеличивает точность измерений, исключает ошибки при проведении анализа, создает удобство и безопасность проведения экспериментов.

В масляных высоковольтных выключателях и в РПН силовых трансформаторов за счет периодической работы дугогасительных контакторов происходит постепенное разложение жидкого диэлектрика с образованием различных газов и взвешенных углеродных частиц. Это приводит к ухудшению его электроизоляционных показателей. Для регенерации отработанных жидких диэлектриков используются адсорбционные, вакуумные, мембранные, кислотные, щелочные и др. методы. Однако все эти методы очистки являются довольно сложными, требуют значительных материальных и энергетических затрат при своей практической реализации. Следовательно, актуальны разработка и создание автоматизированных приборов для определения качества трансформаторного масла и устройств его очистки от углеродосодержащих и иных примесей.

В заключении следует отметить, что разработка методов и создание унифицированных приборов, установок и устройств для диагностики, из-

мерения и испытания силовых цепей обмоток высоковольтных трансформаторов, выключателей и средств защиты от перенапряжений на базе микропроцессорной техники являются одной из первоочередных актуальных задач, решение которой поможет вывести эффективность и надёжность электроснабжения в нашей стране на новый, более качественный уровень.

Список литературы:

1. Алексеев, Б.А. Контроль состояния (диагностика) крупных силовых трансформаторов. – М.: НЦ ЭНАС, 2002. – 169 с.
2. Григорьев, В.И. Приборы и средства диагностики электрооборудования и измерений в системах электроснабжения: Справочное пособие / В.И. Григорьев, Э.А. Киреева, В.А. Миронов, А.Н. Чохонелидзе // Под редакцией В.И. Григорьева. – М.: Колос, 2006. – 272 с.
3. РД 153-34.0-46.302-00. Методические указания по диагностике развивающихся дефектов трансформаторного оборудования по результатам хроматографического анализа газов, растворенных в масле. – М.: НЦ ЭНАС, 2001. – 41 с.