

**УДК 621.314.212**

**ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ВИДОВ ИЗМЕРЕНИЙ,  
ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ СОСТОЯНИЕ СИЛОВЫХ  
МАСЛОПОЛНЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ**

А.И. Степанов, магистрант гр. ЭПм-181 (КузГТУ), 1 курс  
Научный руководитель: Захарова А.Г., д.т.н., профессор  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Актуальность современных видов измерений обусловлена изношенным парком электросетевого комплекса электроэнергетики России и необходимостью повышения её надёжности. В энергетической отрасли России сложилась ситуация, когда 70% всего парка силовых трансформаторов выработали свой ресурс. Однако опыт эксплуатации показывает, что примерно 70-80% всех отказов связаны не с выработкой ресурса, а происходят в результате образования и развития различных дефектов.

Продолжение эксплуатации после предполагаемого расчетного срока службы является общемировой тенденцией. В настоящее время практически во всех странах широко рассматривается вопрос о продлении срока службы установленного парка трансформаторов.

Сегодня электроэнергетика России находится на рубеже цифровизации. Основными задачами современной диагностики трансформаторов являются выявление дефектов и повреждений, оценка функциональной исправности, определение возможности продления срока эксплуатации без проведения ремонтных работ, определение объема ремонта при его необходимости, оценка остаточного срока службы, а также выработка рекомендаций по продлению срока службы.

Применение современных диагностических методов дает возможность оценить состояние целых трансформаторных парков, позволяя тем самым производить ранжирование трансформаторов по состоянию, что, в свою очередь, позволяет снижать затраты на эксплуатацию и ремонт.

Кратко рассмотрим один из современных видов измерений, характеризующих состояние силовых маслонаполненных трансформаторов - установка автоматизированной системы мониторинга и технического диагностирования (АСМД) силовых трансформаторов и автотрансформаторов класса напряжения 110 кВ и выше.

Негативным фактором развития электроэнергетики являлось отсутствие единой политики технического перевооружения, что повлекло к разнообразию эксплуатируемых электросетевых объектов как по фирмам-производителям, так и по продолжительности их эксплуатации.

Основные технические и эксплуатационные требования к мобильным системам АСМД силовых трансформаторов с низким уровнем технического состояния определяются в следующем виде:

- мобильность системы мониторинга. Это требование предполагает достаточно простой монтаж и демонтаж оборудования системы мониторинга на практически любом силовом трансформаторе без вмешательства в его конструкцию;
- ограниченное количество контролируемых параметров должно позволять проводить корректный расчет технического состояния трансформатора и динамику его изменения. Этим требованием накладываются ограничения на допустимое количество первичных датчиков;
- минимальный объем первичной информации для работы экспертного ядра АСМД должен компенсироваться использованием расчетно-аналитических диагностических моделей как всего трансформатора, так и его отдельных подсистем;
- система АСМД обязательно должна включать в себя технические и программные средства передачи информации по беспроводным каналам связи на более высокие уровни системы технологического управления по стандартным интерфейсам и протоколам;
- оптимальная система АСМД мобильного мониторинга трансформатора не должна быть дорогой, так как такими системами необходимо оснастить достаточно большое количество эксплуатируемого оборудования.

Целью установки мобильных АСМД является обеспечение контроля технического состояния силового оборудования в режиме реального времени для своевременного выявления возможных дефектов, предотвращения аварийных ситуаций и продления срока эксплуатации. Она позволит повысить надежность работы трансформаторов с большим сроком службы или находящихся в критическом состоянии.

Система АСМД потенциально должна состоять из набора локальных диагностических подсистем, каждая из которых представляет собой отдельную расчетно-аналитическую модель. Интегрирование результатов работы этих математических моделей позволяет получить информацию о текущем техническом состоянии всего силового трансформатора:

1. Математическая модель температурных режимов работы силового трансформатора.
2. Система оперативного контроля текущего состояния изоляционной системы трансформатора.
3. Контроль технического состояния высоковольтных вводов трансформатора.

4. Подсистема контроля состояния электромеханических элементов трансформатора.

5. Контроль общего состояния конструкции трансформатора на основе контроля вибрационных параметров.

По результатам совместной работы всех этих диагностических математических моделей в экспертной части программы мониторинга рассчитывается обобщенный коэффициент технического состояния трансформатора. Стабильность или изменение этого коэффициента позволяет оценивать возможность дальнейшей эксплуатации трансформатора с низким индексом технического состояния.

Основным набором системы АСМД, является парк приборов, который позволяет определить:

- влагосодержание в масле;
- растворенные газы в масле;
- частичные разряды в изоляции;
- контроль высоковольтных вводов;
- температура бака трансформатора;
- состояние конструкции;
- оперативная оценка технического состояния трансформатора.

В настоящее время система АСМД получила широкое применение и является неотъемлемой составляющей для трансформаторов, отработавших свой нормативный срок или находящихся в критическом состоянии. Данная система предупреждает о развитии дефектов и повреждений, а также определяет оценку функциональной исправности и продление срока их эксплуатации.

#### Список литературы:

1. Львов М. Ю. Совершенствование диагностики силовых трансформаторов. Вестник ВНИИЭ-2003, 2003, с 201-205.
2. Статья компании Димрус: Диагностические решения в энергетике [Электронный ресурс] – URL: <https://dimrus.ru/texts.html>.
3. Указ Президента Российской Федерации Путина В.В. от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы». [Электронный ресурс] – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919>.