

УДК 621.314

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОБЗОР СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ СИЛОВЫХ МАСЛОНАПОЛНЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ

Беляевская Л.Ю., студентка гр. ЭПм-181, I курс
Научный руководитель: Захарова А.Г., д.т.н., профессор
Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

В настоящее время существует достаточно большое количество трансформаторов, различных по типу исполнения и конструкции, но наиболее распространенными, по-прежнему, являются силовые маслонаполненные трансформаторы.

Зарубежный опыт эксплуатации трансформаторного оборудования по его фактическому техническому состоянию показывает, что реальный срок службы трансформаторов может превышать нормативно установленный в два и более раз. В этих условиях особое значение приобретает диагностика состояния силовых трансформаторов, поскольку с увеличением потребности оборудования растет и риск его повреждения.

Для решения основных задач диагностики за рубежом в настоящее время применяются системы мониторинга (СМ) силовых трансформаторов. Все более или менее крупные производители электроэнергетического оборудования наряду с сервисным обслуживанием своей продукции предлагают и системы мониторинга собственной продукции или любого другого производителя [1].

Производители СМ, для придания своей продукции большей универсальности и стандартизации, в последние годы выполняли работы по выработке требований к СМ под эгидой таких организаций, как МЭК и СИГРЭ, и в настоящее время важным документом считаются рекомендации института IEEE «IEEE Guide for Application of Monitoring to Liquid-Immersed Transformers and Components», который определяет следующий набор основных диагностических параметров трансформаторного оборудования, подлежащих мониторингу: газы, растворенные в масле, и влагосодержание масла; ток, напряжение, мощность; изменение емкости и $\tan \delta$ вводов; коммутационные и атмосферные перенапряжения; токи короткого замыкания; частичные разряды; температура масла в различных местах трансформатора; РПН; параметры состояния (дискретные).

Типовая архитектура СМ представлена на рисунок 1. Она включает в себя первичные датчики, установленные на оборудовании, соединенные с модулем мониторинга посредством линий связи. Модуль мониторинга производит обработку сигналов от датчиков и передает информацию на сервер через

шину сбора данных общеподстанционного пункта управления, где она может храниться либо проходить дальнейшую обработку.



Рисунок 1. Типовая архитектура СМ

Далее рассмотрим краткое описание СМ основных зарубежных компаний-изготовителей электрооборудования.

Компания «GE Energy» (США) представляет три торговые марки: HYDRAN®, FARADAY™tMEDIC и Intellix® [2].

HYDRAN® – датчики, представляющие собой экономичное и мощное устройство мониторинга трансформаторов. В реальном времени они обеспечивают измерение влаги и газов-индикаторов в трансформаторном масле.

FARADAY™tMEDIC – полная и развитая система диагностики и управления трансформаторного оборудования (рисунок 2). Она осуществляет интерактивную диагностику состояния при помощи набора датчиков и комплексный мониторинг, включая датчики HYDRAN®, а также обеспечивает связь с другими интеллектуальными электронными устройствами путем интегрирования в системы автоматизации подстанций.



Рисунок 2. СМ трансформаторного оборудования типа FARADAY™tMEDIC

Система Intellix® (рисунок 3) является более дешевой, чем FARADAY™tMEDIC. Однако, она включает в себя все необходимое для решения многих видов отказа оборудования: систему датчиков (встроенная); модель для выполнения анализа и обработки данных; контроль параметров; модели диагностики.



Рисунок 3. СМ трансформаторного оборудования типа Intellix®

Шведско-швейцарская корпорация АВВ хорошо известна на мировом рынке производителей электрооборудования. Она также занимается разработкой СМ силовых трансформаторов.

Так, система АВВ ТЕС предназначена для новых трансформаторов производства АВВ, в основном она встраивается в трансформаторное оборудование при изготовлении. Система АВВ Т-monitor используется для трансформаторов, находящихся в эксплуатации, и подходит для трансформаторов различного производства. Данная система осуществляет сбор данных по газам, влаге, температуре, нагрузке, частичным разрядам и состоянию РПН.

Также АВВ предлагает независимую более детальную оценку состояния трансформатора с учетом его важности в энергосистеме. Такая оценка

позволяет индивидуально рассмотреть затраты на каждый трансформатор и оптимизировать использование группы трансформаторов.

Корпорация «Siemens» (Германия) производит СМ типа «Siemens Legacy Transformer Monitoring & Diagnostic System» TMDS 2000 L. Данная система может быть встроена в АСУ ТП подстанции с передачей ей управления какими-либо процессами и выдачей рекомендаций для обслуживающего персонала. Использование собственных алгоритмов и блоков анализа позволяет принимать важные оперативные решения в области технического обслуживания и ремонта оборудования.

Компания «AREVA» (Франция) производит СМ под названием MS 3000, позволяющую повысить эксплуатационную готовность трансформаторов путем точного определения условий эксплуатации, и на этой основе, предотвратить ущерб от поломок, отказов и связанных с этим простоев, увеличить срок службы трансформаторов.

Системы «Serveron[®] Transformer Monitors» компании «Serveron» (США) используются во всем мире для мониторинга состояния силовых трансформаторов. Основной упор делается на анализ растворенных газов в трансформаторном масле как лучший индикатор общего состояния трансформатора.

Основные производимые модели СМ данного типа: TM8 – для трансформаторов, эксплуатирующихся длительное время, поддерживает все диагностические инструменты стандартов IEEE и МЭК для быстрого предупреждения и диагностики развивающихся неисправностей; TM3 – для наиболее ответственных трансформаторов, единственная в своем роде система оповещения о состоянии трансформатора, предоставляющая точное распознавание наиболее критичных видов неисправностей.

Кроме того, компания «Serveron» предлагает в рамках консалтинговых услуг оценку возможного состояния отдельного трансформатора в сравнении с остальными, находящимися в системе электроснабжения, посредством трехэтапного процесса оценки состояния. Эти этапы могут проводиться на одном трансформаторе или же в масштабах всего парка, в зависимости от требуемого уровня анализа.

Система мониторинга «INSITE» американской компании «Doble» представляет собой комплексную систему контроля, обработки и передачи данных с экспертной оценкой температурного режима с расчетом степени износа изоляции, горючих растворенных газов, влажности масла и изоляции (система DOMINO), состояния системы охлаждения и РПН, диагностики состояния вводов [1].

Следует отметить, что практически все зарубежные компании-производители имеют в составе производимых СМ анализаторы растворенных в масле газов как мощное средство диагностики состояния трансформаторов. Такие анализаторы могут поставляться и как простая самостоятельная СМ.

Таким образом, диагностика технического состояния силовых трансформаторов позволяет значительно сократить эксплуатационные расходы на

их обслуживание, а также повысить ресурс и надежность оборудования. Однако для ее реализации необходимо достаточно точное приборное и методическое обеспечение. Для удовлетворения данных требований зарубежными компаниями разработаны различные системы мониторинга – от простых, использующих уже традиционно существующие датчики и сенсоры, до самых современных с применением передовых IT-технологий. Системы автоматизации, реализованные большинством ведущих мировых энергетических компаний, имеют некоторые отличия в реализации СМ, но во многом схожи: осуществляют непрерывное измерение и регистрацию основных параметров трансформаторного оборудования в процессе эксплуатации, в том числе в предаварийном и аварийном режимах, а также проводят анализ полученной информации с выдачей рекомендаций для осуществления оптимальной стратегии обслуживания и ремонта электрооборудования.

Список литературы

1. Живодерников, С.В. Мониторинг состояния маслонаполненного оборудования / С.В. Живодерников, А.Г. Овсянников, В.А. Русов // Энергетик, 2012. – № 1. – С. 21-22.
2. Русов, В.А. Системы мониторинга силовых трансформаторов и автотрансформаторов / В.А. Русов // Энергетик, 2014. – № 3. – С. 26-29.