

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ МАСЛО- НАПОЛНЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ

О.В. Ульянова*, Е.А. Печерская**

**Саратовский техникум железнодорожного транспорта - филиал СамГУПС
Россия, Саратов, albi.ulyanova@yandex.ru*

***Саратовский техникум железнодорожного транспорта - филиал СамГУПС
Россия, Саратов, pvp59845@mail.ru*

Аннотация. Рассмотрены наиболее эффективные способы диагностики маслonaполненного оборудования тяговой подстанции, которые позволяют наиболее точно определять текущее состояние маслonaполненного оборудования и своевременно выявлять его возможные отказы. Что в свою очередь позволяет без опаски отказаться от профелактического ремонта и перейти на ремонт по текущему состоянию. А так же уменьшается вероятность отказов, что значительно уменьшает материальные потери от разрушений самого оборудования и ущерба причиненного аварией.

Ключевые слова: диагностика, маслonaполненное оборудование, тяговая подстанция, система мониторинга трансформаторов, электроэнергетика, эксплуатационные расходы.

THE INTRODUCTION OF THE SYSTEM OF DIAGNOSTICS OF OIL- FILLED EQUIPMENT AT TRACTION SUBSTATION TO REDUCE OPERATING COSTS

O. V. Ulyanova*, E.A. Pecherskaya**

**Saratov railway College - a branch of Samara State Transport University
Russia, Saratov, albi.ulyanova@yandex.ru*

***Saratov railway College - a branch of Samara State Transport University
Russia, Saratov, pvp59845@mail.ru*

Abstract. This article discusses the most effective ways of diagnostics of oil-filled equipment in substation, which allow you to most accurately determine the current state of oil-filled equipment and to timely identify its potential failures. Which in turn allows you safely withdraw from preventive repair and renovation on the current state. And decreases the probability of failures, which significantly reduces material loss from destruction of the equipment and damage caused by accident.

Keywords: diagnosis, oil-filled equipment, traction substation, the monitoring system of transformers, power generation, operating costs.

Появление диагностических систем в энергетике связано не столько с распространением новых информационных технологий, сколько с целым рядом технических, экономических и организационных причин, а также тенденциями в энергетике.

Точная диагностика состояния маслonaполненного оборудования на основе данных эксплуатационных испытаний и измерений, как фактор повышения надежной, безаварийной работы оборудования, всегда была актуальна и приобретает все большую значимость. Это связано с несколькими причинами:

Во-первых, повсеместно (в том числе и за рубежом) наблюдается старение парка оборудования. Например, силовые трансформаторы, проработав по 20-30 лет, приблизились к концу срока эксплуатации, оговоренному производителями.

Во-вторых, заметна тенденция к переходу от профилактического ремонта на ремонт оборудования по его техническому состоянию, что позволяет экономить средства на ремонт, сократить потери от отключения оборудования на период ремонта, уменьшить отрицательное влияние человеческого фактора. Желательно выводить оборудование в ремонт и для замены в оптимальные сроки, (при состояниях, предшествующих критическим.)

В-третьих, увеличение единичных мощностей оборудования приводит при его отказе к увеличению материальных потерь от разрушений самого оборудования, причем, при авариях к стоимости оборудования добавляется ущерб причиненный аварией, нередко сопровождаемых пожарами, взрывами (ущерб причиненный аварией зачастую превышает стоимость оборудования) и, что более существенно, от нарушения электроснабжения потребителей. Ущерб от недоотпуска электроэнергии может достигать несколько десятков тысяч рублей в сутки.

В-четвертых, развитие энергетических систем приводит к возрастанию количества оборудования, а следовательно, к возрастанию объема работ и потока информации о состоянии оборудования, приходящегося на обслуживающий персонал, что может приводить к увеличению ошибок по вине персонала.

Все маслонаполненное оборудование периодически выводится из эксплуатации и подвергается профилактическим испытаниям, которые регламентируются соответствующими нормативными документами. Однако сложившаяся система профилактических испытаний и известные методы диагностики оборудования не достаточно эффективны так как :

- традиционные методы профилактических испытаний и измерений, как правило, не позволяют выявить зародившиеся дефекты на ранних стадиях их развития;

- жестко регламентированный период между испытаниями по ряду дефектов превосходит время развития до отказа, ибо периодичность испытаний не согласована со скоростью развития дефекта;

- некоторые рекомендованные документами нормы и методы устарели, так как были разработаны для ранее выпускаемого оборудования, не учитывают современное состояние электроаппаратостроения (снижение запасов прочности при проектировании оборудования и т.д.) и более высокую чувствительность современной измерительной аппаратуры;

- периодическое проведение плановых профилактических работ (испытаний и измерений, ремонтов), приводит к отключению работоспособного оборудования и потерям из-за его простоя.

Таким образом, разработка и усовершенствование экспертно-диагностических систем маслонаполненного оборудования, с целью получения ранней и точной диагностики оборудования, как фактора повышения его надежности, приобретает все большую значимость в связи с вышеперечисленными причинами.

Для решения этих основных задач и применяются системы мониторинга (СМ) маслонаполненного оборудования. Далее система мониторинга рассмотрена более детально на примере силового трансформатора.

Следует отметить, что сложность и архитектура систем диагностики и мониторинга могут существенно отличаться в зависимости от поставленных перед ними задач. Уровень системы диагностирования определяется количеством диагностических параметров, используемых в системе. В частности, система диагностики, например, трансформатора напряжением 110 кВ может ограничиться достаточно малым числом диагностических параметров – около 7 – 8.

Разрабатываемые системы диагностики реализуются в основном в виде стационарных локальных систем расширенного мониторинга параметров трансформатора, в которых диагностирование – одна из функций мониторинга. Это вызвано тем, что ранее спроектированные и введенные в эксплуатацию подстанции,

как правило, не имеют собственной АСУТП (Автоматизированная система управления технологическим процессом)

Диагностические параметры, обычно контролируемые системой:

– Газы, растворенные в масле, и влагосодержание масла. В зависимости от применяемого датчика можно контролировать как композиционную величину четырех видов газов, которые могут вызвать неисправность трансформатора, + влагосодержание масла (например, HYDRAN), так и отдельно величины восьми видов газа + влагосодержание масла (например, TRANSFIX). Объем растворенных газов в масле и тенденция его возрастания указывает на снижение изоляции в результате разрядных процессов или тепловой перегрузки изоляции. Данные параметры обычно определяются при помощи хроматографического анализа пробы масла, отбираемой в долгих интервалах времени. Повышенная влажность изоляции является опасным фактором для рабочего состояния трансформатора.

– Ток, напряжение, мощность. Рабочие параметры трансформатора, свидетельствующие о его нагрузке и служащие в качестве входных величин для модели теплового и мощностного баланса трансформатора.

– Изменение емкости и $\tan\delta$ вводов. Зафиксированные изменения свидетельствуют о неисправности системы изоляции высоковольтных вводов трансформатора.

– Коммутационные и атмосферные перенапряжения. Записи процессов перенапряжений дают представление о нагрузке системы изоляции и в случае неисправности могут подтвердить или опровергнуть первопричину возникновения дефекта.

– Токи короткого замыкания. Записи процессов токов к.з. предоставляют информацию, прежде всего, о динамической нагрузке обмотки трансформатора.

– Частичные разряды. Возрастающий уровень разрядной активности указывает на постепенное снижение характеристик твердой изоляции, что могло бы привести к пробое с последующим к.з.

– Температура масла в различных местах трансформатора. Измерение температуры масла служит для контроля эффективности системы охлаждения трансформатора, а также в качестве входных величин для моделей расчета наиболее нагретой точки обмотки и теплового баланса трансформатора.

– РПН. Записи активной мощности привода РПН и его положения дают информацию о механическом состоянии переключателя.

– Параметры состояния (дискретные). Предоставляют информацию о работе трансформатора, о работе активных элементов системы охлаждения и о аварийных процессах.

Выходные функции системы мониторинга:

- непосредственно измеряемые и производные величины
- величины, характеризующие моментальное состояние
- временные ряды измеряемых и производных величин
- модель для расчета наиболее нагретой точки обмотки - hot spot
- модель теплового баланса с контролем потока энергии
- аварийная сигнализация при превышении предельных величин
- самодиагностика системы мониторинга

Дополнительно к указанным основным параметрам производители СМ предлагают следующие возможности измерения/анализа (на примере ARIVA):

- Прямое измерение температуры обмотки посредством оптоволокна;
- Температура сервера;
- Дополнительная цифровая информация;
- Влажность масла в РПН;
- Количество и скорость изменения газов в газовом реле;
- Давление, разница давлений масла во вводах во вводах;
- Виброхарактеристики трансформатора, РПН;
- Уровень масла;
- Влажность воздуха в расширителе.

Системы мониторинга, управления и диагностики высоковольтного трансформаторного оборудования представлены подразделением «GE Energy» тремя торговыми марками: HYDRAN®, FARADAY™tMEDIC и Intellix®.

Датчики системы HYDRAN® представляют собой экономичное, но мощное устройство мониторинга трансформаторов. Они обеспечивают в режиме реального времени измерение влаги и газов-индикаторов в трансформаторном масле. Опционально, в комплексе с внешними датчиками и математическими моделями трансформатора могут обеспечить мониторинг любого маслonaполненного электрооборудования с целью обнаружения зарождающихся повреждений. Система мониторинга трансформаторов FARADAY™tMEDIC наиболее полная и развитая система управления и диагностики трансформаторного оборудования. Эта система осуществляет комплексный мониторинг и интерактивную диагностику состояния при помощи набора датчиков, включая HYDRAN®, а также обладает возможностью интегрироваться в системы автоматизации подстанций и обеспечивать связь с другими интеллектуальными электронными устройствами.

Пакет FARADAY™ tMEDIC™ способен выполнять мониторинг и онлайн-диагностику, позволяя обнаруживать большую часть самых распространенных аварийных. В большинстве случаев обнаружение происходит еще до того, как агрегат подвергнется аварийному отказу; тем самым исключается дорогостоящая замена, затраты на ликвидацию последствий аварии и внеплановый останов. Раннее обнаружение потенциальных проблем с трансформатором является жизненно важным для продления срока службы тяговых трансформаторов.



Рис.1. Система мониторинга FARADAY™ (TNU®)

FARADAY™ (TNU®) представляет собой динамическую, адаптивную, диалоговую, интеллектуальную, объединяющую систему для контроля и управления работой трансформатора, которая позволяет определить и наглядно продемонстрировать причины аварий. Система позволяет осуществить сбор от 32

цифровых входов, 16 аналоговых входов (DC), 18 аналоговых входов (AC) и 8 цифровых выходов с реле на 10А. Вышеперечисленные данные не просто собираются и архивируются, а с помощью математических моделей проходят аналитическую обработку в результате чего, на выходе системы получаем информацию, удобную для отслеживания основных показателей состояния трансформатора и принятия своевременных решений по его обслуживанию.

Параметры, измеряемые системой для проведения аналитических расчетов:

Температура масла в отсеке РПН	Позиция ступенчатого переключателя обмоток	Операции РПН
Сила тока	Уровень масла в резервуаре	Ток утечки от вводов
Уровень напряжения шины	Уровень масла в расширителе	Частичный разряд
Наружная температура	Давление в главном резервуаре	Температура самой нагретой точки обмотки
Температура масла в главном резервуаре	Газосодержание в масле	Состояние системы охлаждения
Концентрация влаги в масле	Ток нагрузки	Температура масла в основном отсеке
Ток электродвигателя РПН	Условия окружающей среды	Коэффициент вибрации

В состав FARADAY™ (TNU®) входит масляный клапан, устанавливаемый на трансформаторе, который предназначен для контроля и управления циркуляцией масла от трансформатора к FARADAY™ TNU® и возвратом его в трансформатор:

Внедрение системы диагностики маслонаполненного оборудования на тяговых подстанциях позволит сократить расходы на эксплуатацию данного оборудования. Целесообразным решением проблемы является профилактика и предупреждение возможных неисправностей, для чего необходима эффективная система мониторинга. Для удовлетворения данных требований необходимо внедрить систему on-line мониторинга. Системы автоматизации, осуществляют непрерывное измерение и регистрацию основных параметров трансформаторного оборудования в процессе его эксплуатации, а также проводят анализ полученной информации с выдачей рекомендаций персоналу тяговой подстанции для осуществления оптимальной стратегии обслуживания и ремонтов.

Библиографический список

1. Львов Ю.М. Оценка информативности показателей контроля технического состояния изоляции трансформаторного оборудования // Электрические станции. 2002. № 12. С. 44-51.
2. Долин А. П., Першина Н. Ф., Смекалов В. В. Опыт проведения комплексных обследований силовых трансформаторов / Электрические станции. 2000. № 6. С. 46-52.
3. Концепция модернизации устройств электроснабжения железных дорог / В. В. Мунькин, Е. Л. Могилевский, Б. М. Бородулин и др. М.: Транспорт, 1999. С. 30-32.
4. Васильева В.Я., Дробиков Г.А., Лагутин В.А. Эксплуатация электрооборудования электрических станций и подстанций. Чебоксары: Издательство Чуваш. ун-та, 2000 – 864 с.