

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННЫХ СЛУЖАЩИХ

ИПК
ГОССЛУЖБЫ

50
лет

**ТЕХНИЧЕСКОЕ
ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ
И РЕМОНТ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
ОБЪЕКТОВ**

*Доклады юбилейной научно-практической
конференции, посвященной 50-летию*

ИПКгосслужбы

Том 4

**Москва
2002**

ОПЫТ КОМПЛЕКСНОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТОВ ТРАНСФОРМАТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ОБМЫВА ИЗОЛЯЦИИ

Научно-производственное объединение «Техносервис-Электро» работает в электроэнергетике около 10 лет. Одно из основных направлений деятельности НПО «Техно-сервис-Электро» является проведение комплексных диагностических обследований трансформаторов, автотрансформаторов, шунтирующих реакторов (далее – трансформаторов), их высоковольтных вводов, а также проведение капитальных ремонтов трансформаторов с использованием специальной интенсивной технологии обмыва изоляции.

Комплексное диагностическое обследование трансформаторов

Основная цель обследования – дать объективную оценку состояния трансформаторов, выявить дефекты оборудования, а также разработать рекомендации по устранению дефектов, проведению ремонтных работ и дальнейшей безаварийной эксплуатации этих электрических машин.

За последние три года на электростанциях и подстанциях обследовано около 150 трансформаторов напряжением 35-500 кВ, мощностью от 6300 до 1 000 000 кВ·А. Обследования проводились в различных регионах России, в том числе на ПС и ЭС Карелэнерго, Колэнерго, Оренбургэнерго, Мосэнерго, Ленэнерго, Мариэнерго, Тюменьэнерго, Янтарьэнерго, Пермьэнерго. Конаковской ГРЭС, Костромской ГРЭС и других энергетических предприятиях.

Комплексное обследование оказывается наиболее эффективно и технико-экономически целесообразно, если:

1) трансформатор отработал нормативный срок службы – для обоснования решения о возможности и условиях его дальнейшей эксплуатации;

2) трансформатор находился в эксплуатации 8-12 лет – для принятия решения о необходимости и объемах капитального ремонта;

3) профилактические испытания трансформатора выявили параметры, выходящие за пределы допустимых значений – для определения характера дефектов, возможности и способов их устранения.

Для проведения обследования на энергетическое предприятие выезжает бригада специалистов. Предварительно готовится анализ отказов трансформаторов данного типа. На месте анализируются режимы работы трансформатора, эксплуатационная документация, результаты эксплуатационных измерений.

При проведении обследований используются традиционные методы (например, измерения изоляционных характеристик обмоток и вводов, омических сопротивлений обмоток, тока и потерь холостого хода, сопротивления короткого замыкания и др.). Однако основной объем работы включает в себя нетрадиционные методы измерений.

В частности, на трансформаторе проводятся следующие работы:

- измерение уровня частичных разрядов (ЧР) под рабочим напряжением с помощью резистивных и индукционных датчиков и проведение локации ЧР и других электрических разрядов акустическими методами;
- вибрационное обследование трансформатора в режимах нагрузки и холостого хода с целью определения состояния прессовки обмоток и магнитопровода, а также виброобследование маслонасосов системы охлаждения для выявления дефектов (в том числе на подшипниках) на ранней стадии их развития;
- тепловизионное обследование бака трансформатора, вводов, контактных соединений, радиаторов и маслонасосов в режиме нагрузки (а также бака в режиме холостого хода) с целью выявления дефектов, вызывающих аномальный нагрев

оборудования (например, дефектов в работе системы охлаждения, наличия токов короткозамкнутых контуров, повышенных потерь в различных зонах магнитной системы и др.);

- отбор проб масла из бака, вводов и РПН для проведения исследований.

В московской лаборатории проводится широкий спектр химико-физических анализов отобранного масла:

1. Хроматографический анализ растворенных в масле газов, который позволяет получить значительный объем информации о наличии и характере дефектов оборудования.

2. Определение количества и состава фурановых производных методом высокоэффективной жидкостной хроматографии для оценки степени старения твердой изоляции.

3. Определение влагосодержания масла по методике МЭК кулонометрическим титрованием с реактивом Карла Фишера.

4. Измерения тангенса угла диэлектрических потерь и объемной проводимости при различных температурных режимах, позволяющие определить не только нормируемые параметры, но и оценить наличие коллоидных структур. Последнее особенно важно для диагностики герметичных вводов.

5. Контроль фракционного состава и количества загрязнений (механических примесей) в масле по классу промышленной чистоты. Разработанная в НПО "Техносервис-Электро" методика позволяет определить количественные показатели, а также оценить характер загрязнений, срок их образования, а в ряде случаев возможный источник.

6. Инфракрасная спектрография масла для определения содержания антиокислительной присадки и ароматических углеводородов.

В результате комплексного обследования заказчику передается отчет, в котором приведены результаты обследования, их анализ и рекомендации по дальнейшей эксплуатации. Техническое заключение о состоянии трансформатора включает:

- перечень выявленных дефектов в баке, высоковольтных вводах, системе охлаждения, РПН и др.;

- документальное подтверждение дальнейшей нормальной эксплуатации трансформатора или заключение о необходимости вывода его в ремонт, в крайнем случае – списании;
- мероприятия по дальнейшей эксплуатации с перечнем мер по диагностическому контролю.

Опыт обследования трансформаторов подтвердил, что достоверные диагностические результаты и выводы могут быть получены при выявлении развивающихся дефектов различными методами. Такой подход с одной стороны позволяет исключить возможность ложной браковки оборудования, с другой стороны – обнаружить дефекты, которые не выявлены в результате, например, приборной ошибки или по другим причинам. Своевременно принятые меры по результатам обследования в ряде случаев позволили избежать аварий трансформаторов. В других случаях они позволили обосновать перенос сроков капитального ремонта (с целью избежать неоправданных материальных затрат, а также возможности ухудшения состояния изоляции вследствие разгерметизации оборудования). Для ряда трансформаторов обосновано проведение капитальных ремонтов, разработаны программа и проведен ремонт на месте эксплуатации.

Достоверность результатов диагностических обследований подтверждается при вскрытиях трансформаторов во время капитальных ремонтов, в частности, на Князегубской ГЭС Колэнерго, Яйвинской ГРЭС Пермьэнерго, Путкинской ГЭС Карелэнерго, Конаковской ГРЭС и др.

Капитальный ремонт на месте установки с применением специальной интенсивной технологии обмыва изоляции трансформатора «моющими маслами»

Ремонт трансформатора помимо типовой номенклатуры работ включает в себя интенсивную технологию промывки и сушки изоляции методом разбрызгивания специальным промывочным («моющим») маслом при полном или неполном вакууме. Технология обеспечивает растворение и удаление из трансформатора шлама, а также сушку твердой изоляции и извлечение из

наружных слоев бумаги продуктов старения, вызывающих ее ускоренную деполимеризацию. Кроме того в ряде случаев удается повысить механическую прочность бумажной изоляции.

Основным отличием новой технологии от традиционных является применение специального промывочного масла, а также выбор экспозиции и параметров технологического процесса. Это позволяет интенсифицировать процесс выделения из твердой изоляции воды, растворение механических примесей, продуктов старения масла и других загрязнений активной части. Специальное промывочное масло готовится непосредственно перед ремонтом путем ввода в трансформаторное масло присадки, повышающей его растворяющую способность.

В ходе промывки и сушки активной части контролируются следующие параметры: остаточное давление, температура масла и активной части, электрические характеристики изоляции, физико-химические показатели промывочного масла (пробивное напряжение, $\text{tg}\delta$, удельная проводимость, кислотное число, класс промышленной чистоты и др.). До и после ремонта оцениваются механические свойства и влажность образцов бумажной изоляции.

После ремонта трансформатор заливается эксплуатационным маслом, которое предварительно регенерируется и стабилизируется антиокислительной присадкой для дополнительной защиты от старения (масла и твердой изоляции).

Как правило данные работы выполняются под техническим руководством НПО «Техносервис-Электро» совместно со специализированными ремонтными и наладочными фирмами. При этом на время ремонта может предоставляться необходимое технологическое оборудование, материалы, реагенты, присадки, запасные части, приборы контроля, экспресс-лаборатория для испытания масла, техническая документация и т.п.

Объем ремонта планируется на основании результатов комплексного обследования и затем корректируется после вскрытия трансформатора.

Заказчику после ремонта представляется подробный технический отчет с описанием выполненных работ и результатов ремонта.

Кроме того, НПО «Техносервис-Электро» разрабатывает и поставляет на энергопредприятия современные приборы и устройства для диагностики и ремонта маслonaполненного оборудования, в частности, кулонометрический анализатор влаги, анализатор механических примесей в масле по классу промышленной чистоты, комплект устройств для измерения $\text{tg}\delta$ масла, малогабаритные установки для осушки, очистки и дегазации трансформаторного масла, системы мониторинга изоляционных характеристик вводов и трансформаторов тока под рабочим напряжением, комплекты экранирующих костюмов для работы в ОРУ напряжением 330 кВ и выше и пр.

к.т.н Киселев Ю.А.,
Статных С.А.

к.х.н. Гусева Н.Н.,

Представительство ПАЛЛ ГмБХ в России

ПРИМЕНЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ФИРМЫ PALL В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

В течение последних тридцати лет корпорация PALL является постоянным поставщиком оборудования для предприятий электроэнергетики по всему миру. Предлагаемое оборудование позволяет решать проблемы удаления загрязнений из смазочных масел и гидравлических жидкостей, топлив, охлаждающих жидкостей и из отходов производства, для всех типов предприятий электроэнергетики. Начало сотрудничеству корпорации с предприятиями российской электроэнергетики было положено около десяти лет назад. Два года назад приказом РАО «ЕЭС России» от 23.08.99г. № 307 «О совершенствовании эксплуатации турбинного оборудования» маслоочистительное оборудование фирмы PALL рекомендовано к применению в отрасли.

Такие загрязнения, как механические примеси и вода в системах смазки подшипников турбин и питающих насосов, приводят к сокращению срока службы их компонентов и увеличению затрат на техобслуживание. Для решения проблемы поддержания чистоты смазочных масел на необходимом уровне фирмой