

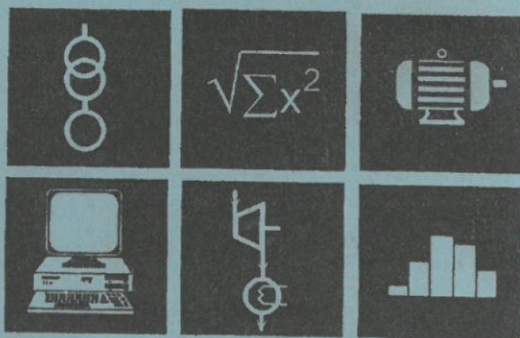
Министерство энергетики Российской Федерации
Петербургский энергетический институт повышения
квалификации

Региональный Совет по диагностике
электрооборудования при Уралэнерго

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Выпуск 11

8-10 февраля 2000г., Екатеринбург, Среднеуральская ГРЭС
5-9 июня 2000 г., Санкт-Петербург, ПЭИПК



ЕКАТЕРИНБУРГ

2000

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА МЕСТЕ УСТАНОВКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СПЕЦИАЛЬНОЙ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБМЫВА ИЗОЛЯЦИИ «МОЮЩИМИ МАСЛАМИ»

**Долин А.П., Смекалов В.В.,
(НПО «Техносервис-Электро» – РАО ЕЭС России, Москва)**

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 и влагопоглощающую способность.

В ходе промывки и сушки активной части контролируются следующие параметры: остаточное давление, температура масла и активной части, сопротивление 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).

Данные работы выполняются под техническим руководством НПО "Техносервис-Электро" совместно со специализированными ремонтными и

наладочными фирмами, в частности МНУ ЭЦН. Объем ремонта планируется на основании результатов комплексного обследования и затем корректируется после вскрытия трансформатора.

Например, у трансформатора типа ТДГ-40500/110 Князегубской ГЭС АО «Колэнерго» со сроком эксплуатации 44 года, в результате обследования было установлено значительное увлажнение и зашламление твердой изоляции, высокое влагосодержание масла, наличие дефектов электрического характера и др.

За 5 лет до проведения капитального ремонта трансформатора произошло перекрытие ввода фазы С по нижней фарфоровой крышке. Без производства ремонта активной части, после установки нового ввода трансформатор был введен в работу.

Как позднее показали результаты вскрытия, на выхлопной трубе трансформатора была изначально деформирована поверхность фланца. Через стеклянную мембрану происходил подсос воздуха. Процесс особенно активизировался после взрыва ввода и установки нештатной защитной мембраны. На выхлопной трубе в результате коррозии металла образовались раковины и трещины. Одна из трещин достигла более 100 мм при ширине 10 – 30 мм. Образовавшиеся отверстия, как правило, были покрыты разрушающимся слоем краски, что не позволяло визуально установить дефект. В газовом реле, на стенках патрубков от расширителя к газовому реле и других, скопился шлам из окислов, а также нафтенов железа, который попадал в активную часть трансформатора. Следует отметить, что высокая влажность привела к значительной коррозии расширителя. Значительные следы коррозии были обнаружены даже на дне бака трансформатора.

К моменту проведения ремонта $\tan\delta$ твердой изоляции возрос по сравнению с паспортными и монтажными данными более чем в 20 раз и достиг при 53°C значений 11.6 – 13.8%. сопротивление изоляции R_{60} снизилось соответственно в 1.5 – 3 раза и составляло при той же температуре 156 – 260 Ом.

Как расчетное значение, так и прямые измерения показали, что влагосодержание изоляции превышает 4%.

Концентрация фурфурола, а также сумма производных фурана достигли соответственно 10 и 15 ppm. Степень полимеризации образцов твердой изоляции, отобранных у наиболее нагретых точек, составила примерно 600 ед. и находятся в зоне риска. Кроме того, механическая прочность изоляции достигла 3 – 4 класса (согласно РД 34-38-058-91), то есть приблизилась к предельно допустимому значению.

Концентрации растворенных в масле газов достигли H_2 – 308 ppm, CO – 1020 ppm, CO_2 – 13286 ppm и превысили граничные значения (в частности, водорода в 3 раза). Имело место тенденция роста этих газов.

Влагосодержание масла было не менее 13 г/т (при температуре отбора 20°C на выведенном из работы трансформаторе). При этом пробивное напряжение составляло примерно 45 кВ. При непродолжительной работе трансформатора (прогреве обмоток) $U_{пр}$ быстро снижалось вплоть до 16 – 17 кВ.

Вместе с тем, тангенс угла диэлектрических потерь масла при 90°C невысокий (0.4 – 1.21%), масло чистое ($KПЧ = 9$), однако антиокислительная присадка отсутствует. Испытание пробы масла методом инфракрасной спектроскопии по МЭК 590 и определение шлама по РД 34.43.105-89 показали, что в баке залито масло ТК, полученное из высококачественных бакинских нефтей (наиболее вероятно из доссорской нефти), обладающее высокими эксплуатационными свойствами. Масло не содержит потенциальных осадков и при внедрении дополнительных мероприятий, в том числе дегазации, осушке, вводу антиокислительной присадки АГИДОЛ-1, способно еще работать продолжительное время.

В результате ремонта трансформатора, проведенного в машзале ГЭС, выполнены все типовые работы (затянуты шпильки магнитопровода, проведена подпрессовка обмоток, проведен ремонт расширителя, выхлопной трубы, термосифонного и воздухоосушительного фильтра, проведена ревизия радиаторов и запорной арматуры, выполнены необходимые измерения и др.), обнаружен и устранен дефект отвода обмотки ВН фазы В с поврежденной и обуглившейся изоляцией.

В результате промывки и сушки изоляции методом разбрызгивания масла при неполном вакууме, значения $\tan\delta$ при 20°C снизился до 0.9 – 1.2%, что соответствует 2.2 – 3.0% при 53°C, а значения R_{60} превысили паспортные данные более чем в 2 раза, а предремонтные в 7 раз. Влагосодержание твердой изоляции не превышало 2%. Кроме того возросла механическая прочность бумажной изоляции, которая после ремонта достигла 2-го класса

Таким образом, в результате ремонта трансформатора достигнуто требуемое значение изоляционных характеристик, влагосодержания, а также повышена механическая прочность (эластичность) бумажной изоляции.