

УДК 621.316

# МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИЛОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

**ДОВЖЕНКО СЕРГЕЙ ВИКТОРОВИЧ**

К.Т.Н.

ОО «АББ Электрооборудование»

г. Липецк

**Аннотация:** рассмотрено текущее состояние развития методов мониторинга технического состояния силового электрооборудования, дана оценка эффективности построения прогноза времени развития критичных дефектов элементов, определяющих время выхода оборудования из строя, рассмотрены особенности непрерывного мониторинга электрооборудования.

**Ключевые слова:** диагностика, мониторинг, техническое состояние, дефект, отказ, электрооборудование.

## TECHNICAL MONITORING OF POWER ELECTRICAL EQUIPMENT

**Dovzhenko Sergey Victorovich**

**Abstract:** the current state of methods development for monitoring the technical condition of power electrical equipment is considered, the efficiency of creating the forecast for the time of development of critical defects in the elements determining the time of equipment failure is estimated, the features of continuous monitoring for electrical equipment are described.

**Keywords:** diagnostics, monitoring, technical condition, defect, failure, electrical equipment.

Существующие электроэнергетические комплексы и системы являются достаточно сложными структурами, имеющими в своем составе разнообразное электрооборудование (отличающееся как по электрическим параметрам, так и по параметрам безотказности). Системы релейной защиты и автоматики также существуют как на основе электромеханических элементов, так и в виде современных микропроцессорных комплексов.

Уровень аварийности в системах электроснабжения на сегодняшний день является высоким. При этом существует целый комплекс негативных воздействий на системы, на которые современные технологии либо не могут повлиять совсем, либо влияние ограничивается исключением поврежденных элементов (автоматические и ручные переключения, ввод резерва и т.д.). К таким воздействиям относятся механические повреждения линий электропередач (человеческий фактор), грозовую активность, воздействие ненормативного ветра, гололеда и других природных факторов. Такие воздействия могут быть учтены лишь статистическими методами [1, стр. 192]. При этом, естественно, можно получить некоторые усредненные расчетные показатели безотказности многоэлементных систем, основанные на анализе больших объемов статистической информации.

Наиболее полно системы мониторинга охватывают низковольтные коммутационные аппараты. Так, большинство автоматических выключателей с цифровыми расцепителями без каких-либо специальных элементов могут передавать данные о величинах протекающих токов, состоянии аппарата (включен, выключен, срабатывание по аварии, срабатывание за счет независимого расцепителя). Сведя данные во внешнюю систему анализа и обработки информации и используя известные диаграммы коммутационного ресурса аппарата, возможно приближенно оценить число оставшихся коммутаций. Тем не менее, для

модульной коммутационной аппаратуры (являющейся наиболее распространенной в низковольтных системах), создание систем мониторинга является дорогостоящей технологией и применяется редко.

Существующая нормативная документация [2, стр. 51] достаточно полно описывает доступные методики проведения испытаний для большинства видов электрического оборудования, а также предельные сроки проведения испытаний. Тем не менее, уровень отказов остается высоким. Отказы в распределительных сетях чаще всего возникают при появлении нерасчетных природно-климатических воздействий, нарушениях технологического процесса, механических повреждения в процессе эксплуатации, ошибках обслуживающего персонала, неправомерных внешних воздействиях. Причинами отказов могут быть дефекты, допущенные при конструировании, производстве и ремонте, нарушения правил и норм эксплуатации, естественные процессы изнашивания и старения. Существует четыре категории или степени развития дефекта:

- в нормальном состоянии;
- дефект в начальной стадии развития;
- сильно развитый дефект;
- дефект в аварийной стадии развития.

Классификация температурных дефектов контактов и контактных соединений электрооборудования зависит от вида протекающего тока и температурного состояния контактов. Для них различают дефект в начальной стадии развития, развивающийся дефект и аварийный дефект. Для вращающихся электрических машин дефекты можно разделить на две группы:

- дефекты, возникшие по причине нарушений условий эксплуатации (по вине потребителя);
- дефекты, возникшие по причине некачественного ремонта.

К первой группе дефектов относят перегрев (эксплуатация с перегрузкой), попадание воды в электродвигатель, работа на двух фазах (перекос фаз), попадание посторонних предметов при монтаже и подключении, смещение пакета статора в корпусе электродвигателя. Ко второй группе относят пробой обмоток статора на корпус, повреждения из-за разрушения подшипника, межвитковое замыкание, межфазное замыкание, некачественная пайка схемы и выводов.

Для трансформаторов характерны такие дефекты как:

- заводской дефект обмоток;
- перегрузка и перегрев обмоток;
- повреждение навесного оборудования;
- повреждения, созданные внешним коротким замыканием;
- дефекты изготовления и монтажа;
- дефекты в системе защиты;
- витковое замыкание;
- замыкание на корпус;
- межфазное короткое замыкание;
- обрыв цепи;
- нарушение регулировки переключающего устройства;
- естественное старение изоляции;
- повреждение изоляции внешним воздействием;
- «пожар стали»;
- течь масла.

Одной из немаловажных причин повреждений электрооборудования в эксплуатации является недостаточная эффективность принятой в настоящее время системы диагностики. Можно утверждать, что число дефектов, приводящих к повреждениям, в точности соответствует числу повреждений электрооборудования в эксплуатации, так как система диагностики не позволяет своевременно выявлять эти дефекты. Это связано с тем, что на сегодняшний день не выполнен основной принцип построения эффективной диагностики: система диагностики должна обеспечить выявление дефектов, приводящих к повреждениям электрооборудования на ранней стадии развития.

Возможно также выявление опасных дефектов на ранней стадии развития применением новых методов диагностики, разработанных специально для выявления предполагаемого дефекта.

При организации диагностики должны применяться методы индикации дефектов электрооборудования в рабочих режимах по признаку появления тех или иных аномальных эффектов. Эти методы призваны сузить круг оборудования, подвергающегося детальному контролю. Например, к подобным методам для трансформаторов, в первую очередь, следует отнести хроматографический анализ растворенных в масле газов.

Одним из направлений улучшения достоверности диагностических исследований является применение так называемого on-line мониторинга, или непрерывной диагностики электрооборудования. На сегодняшний день наиболее распространена непрерывная диагностика электрических машин, а также силовых трансформаторов. Следует понимать, что если на уровне интерфейсов передачи данных обмен диагностической информацией не вызывает сложностей, то на уровне физических измерений отсутствуют как дешевые и точные средства измерений, так и полноценная нормативная база для непрерывной диагностики.

Так, для силовых трансформаторов по убыванию степени эффективности располагаются следующие методы непрерывного мониторинга: хроматографический анализ трансформаторного масла, тепловизионный мониторинг, вибродиагностика, анализ электрических величин (токов, напряжений, мощностей). При этом следует понимать, что вся нормативная база пока существует для дискретных измерений (и их анализа), хотя непрерывные наблюдения могут гораздо более точно определить зависимости изменения критических диагностических параметров во времени и помочь принять решение либо о ремонте дефектного электрооборудования, либо о замене его отдельных узлов.

#### Список литературы

1. Шпиганович А.Н. Случайные импульсные потоки / А.Н. Шпиганович, А.А. Шпиганович, В.И. Бош. – Елец: ЕГУ им. Бунина; Липецк: ЛГТУ, 2004. – 292 с.
2. Объем и нормы испытаний электрооборудования / под общ. редакцией Б.А. Алексеева, Ф.Л. Когана, Л.Г. Мамиконянца. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. – 256 с.