

«Сейфуллин окулары-14: Жастар, ғылым, инновациялар: цифрландыру – жаңа даму кезеңі» атты Республикалық ғылыми-теориялық = Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-14: Молодежь, наука, инновации: цифровизация – новый этап развития». - 2018. - Т.І, Ч.3 – С. 123-125

НАДЕЖНОСТЬ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Шүйіншалин Ә.Д.

Силовые трансформаторы являются основными элементами электрических сетей и систем, определяющими надежность и экономичность их функционирования. Отказы в работе аварийные отключения приводят к значительным убыткам.

Под надежностью трансформатора понимается способность его безотказно работать с неизменными техническими характеристиками в течение заданного времени и при определенных условиях применения.

Надежность трансформаторов зависит от качества конструкции, технологии изготовления и условий эксплуатации. Требования же к надежности силового трансформатора в большой мере зависят от степени его влияния на работу конкретной электростанции или электрической сети, энергосистемы в целом.

Особенно требования предъявляются к высоким трансформаторам большой мощности, входящим в состав блока «генератор-трансформатор». Работа блока зависит от работы блочного трансформатора и выход его из строя приводит к отключению блока, что может быть причиной развала энергосистемы. Для блоков АЭС невозможность выдавать мощность при работающем реакторе вообще является аварийной ситуацией. Не меньшая ответственность за работу сети в целом лежит на крупных автотрансформаторах межсистемных связей и узловых подстанций.

Контроль состояния таких трансформаторов выполняется наиболее полно, за рубежом наиболее совершенные системы контроля обслуживают именно повышающие трансформаторы большой мощности на электростанциях. Для таких трансформаторов целесообразно применять даже весьма сложные и дорогие контрольно-диагностические системы, например, автоматическую систему отбора проб масла, анализа содержащихся в них газов и постановки диагноза, стоимость которой составляет до 10% стоимости всего трансформатора.

Трансформаторы меньшей мощности, как правило, легче резервируются, их выход из строя отражается на конкретных потребителях, но не на всей сети. Соответственно и системы контроля охватывают меньшее число выявляемых дефектов, основная оценка состояния производится при периодических обследованиях с отключением трансформатора.

На работу трансформатора влияют как сильные внешние воздействия, так и нормальные режимы работы энергосистемы. Перечислим эти воздействия и их последствия.

Грозовые и коммутационные перенапряжения, вызывающие повреждения главной и витковой изоляции при недостаточных запасах их электрической прочности.

Повышения рабочего напряжения приводящие к перевозбуждению трансформаторов. Перевозбуждение магнитной системы вызывает повышенный нагрев как самого сердечника, так и конструктивных стальных деталей, что опасно для контактирующей с ними изоляции.

Токи КЗ, оказывающие ударные механические воздействия на обмотки. Серьезнейшим влиянием со стороны Сети является воздействие на трансформатор токов КЗ, вызывающих деформацию обмоток при их динамической нестойкости.

Токи намагничивания при включении, вызывающие повреждения обмоток из-за электрических и механических переходных процессов. Включение трансформатора в сеть само по себе является причиной броска тока при намагничивании сердечника. Так, из-за броска тока при включении со стороны ВН трансформатора блока АЭС мощностью 1000 МВА на несколько секунд для генераторов создается режим форсировки возбуждения. Бросок тока включения зависит в первую очередь от остаточной индукции в сердечнике трансформатора, которая в свою очередь зависит от конструкции сердечника. Разрабатываются способы ликвидации и снижения бросков тока.

Сейсмические воздействия на трансформатор. Большое внимание в последнее время уделяется сейсмостойкости мощных трансформаторов, разработке методов испытания их на сейсмостойкость.

Воздействия геомагнитных токов на трансформатор. После нескольких серьезных аварий трансформаторов в сетях Северной Америки были исследованы воздействия геомагнитных бурь, вызывающих появление в длинных линиях Токов порядка сотен ампер очень низкой частоты, которые действуют аналогично постоянному току. Это относится к протяженным ЛЭП, ориентированным в меридиональном направлении. Геомагнитные Токи в первую очередь воздействуют на измерительные трансформаторы тока, что ведет к массовым ложным срабатываниям релейной защиты. Однако при анализе последствий таких аварий отмечались также и местные перегревы массивных деталей и бака силовых трансформаторов из-за перенасыщения сердечника при протекании больших постоянных токов по обмотке.

Перезагрузка трансформатора по току. Большое влияние на срок службы трансформатора из за старения изоляции оказывает режим нагрузки. Максимально допустимую температуру наиболее нагретых точек определяют два ограничивающих фактора старение целлюлозно-бумажной изоляции под воздействием продолжительного нагрева и возникновение газовых пузырьков на поверхности бумажной изоляции при быстром повышении температуры. Например, по рекомендациям института электроэнергетики

США EPRI кратковременно допускается температура 180 °С, выше которой возможно возникновение пузырьков газа продолжительно допускается температура 140 °С, выше которой существует опасность быстрого старения бумажной изоляции. Большинство зарубежных специалистов считают возможным допускать Температуру не выше 140 °С из общих соображений надежности трансформатора.

Влияние тепловых перегрузок для трансформаторов не критично для условий нашей страны с зимним максимумом нагрузки и сравнительно холодным климатом. При правильном выборе трансформаторов классической тепловой износ витковой изоляции на практике не проявляется. Кроме того, нагрузки наших трансформаторов За последние пять лет из-за резкого спада промышленного производства снизились в среднем с 60-70% до 20-40%, Сохранилось незначительное количество подстанций с нагрузками 60-70%.

Имевшие место 30-35 лет назад многочисленные аварии из-за полного теплового износа витковой изоляции торцевых частей обмоток трансформаторов 110-500 кВ происходили при нагрузке ниже номинальной и были обусловлены грубым дефектом конструкции обмоток. опасные тепловые воздействия перегрузок, особенно в жаркое время года, могут стать причиной повреждений герметичных вводов ВН, нижняя часть которых находится в наиболее нагретых верхних слоях масла. Такие повреждения, характерные образованием внутри крышки желтого налета, наблюдались в последнее время довольно часто.

Заключение: Большое разнообразие возможных дефектов трансформаторов, развивающихся в работе, требует направленности контроля в первую очередь на выявление наиболее частых и опасных дефектов.

Наиболее частыми группами причин, вызывающих отказы работе отечественных трансформаторов, являются дефекты маслonaполненных вводов, повреждения обмоток из-за динамической нестойкости, увлажнение и газовыделение изоляции, дефекты устройств регулирования напряжения.

Темпы прироста мощностей во всей мировой энергетике резко снизились выработки и прирост электроэнергии достигается главным образом за счет интенсификации использования и улучшения методов эксплуатации оборудования. Заметно растет доля оборудования, отработавшего установленный стандартами номинальный срок службы. Расчеты показывают, что продление срока службы на 20-30 лет дает большую выгоду, чем замена оборудования новое.

В большинстве развитых стран имеются программы обследования состояния оборудования с целью выяснения возможностей продления его срока службы. Это требует развития соответствующих методов и средств контроля и диагностики состояния. В нашей стране в ближайшие годы как по экономическим, так и по техническим причинам не ожидается существенного обновления отработавших свой срок трансформаторов и на ближайшую перспективу усилия по сохранению работоспособности

энергосистем будут направлены в основном на продление срока службы ныне работающих машин.

Первостепенное значение приобретают эффективный контроль состояния и определение работоспособности трансформаторов как важнейшие составные части эксплуатации электрических сетей. Решение этих задач является срочным, неотложным делом, промедление с оценкой работоспособности оборудования приведет к неминуемому снижению надежности передачи и распределения электроэнергии в Казахстана.

Список литературы

1. Львов М. Ю. Анализ повреждаемости силовых трансформаторов напряжением 110 кВ и выше ОАО «Холдинг МРСК». Конференция ТРАВЭК. 2009
2. Алексеев Б.А., Контроль состояния (диагностика) крупных силовых трансформаторов. М.: изд-во НЦ ЭНАС, 2002. 216 с.
3. Liu, XM (Liu, Xingmou); Yang, YM (Yang, Yongming) ; Huang, YC (Huang, Yichen) ; Jadoon, A (Jadoon, Ammad), Vibration characteristic investigation on distribution transformer influenced by DC magnetic bias based on motion transmission model, INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRICAL POWER & ENERGY SYSTEMS, JUN 2018, 389-398 p.