

выделения влаги из обмоток в масло ускорятся и интенсивнее циркулирует масла, тем самым уменьшаются сроки восстановления изоляции. Более интенсивно эти процессы могут происходить при принудительной циркуляцией масла, а для успешного завершения регенерации требуется разогрев масла.

Учитывая сезонность загрузки трансформатора в сельских сетях этого рабочего цикла вполне достаточно для регенерации влагосодержания в трансформаторе в допустимых пределах в наиболее тяжелые периоды работы.

Для повышения эффективной защиты масла и отбора влаги с изоляции трансформатора можно использовать различные влагопоглотители в различных пропорциях с различными присадками. Осадки, шлам (продукты старения) фильтруются через пористую среду.

Вывод

Предложенный метод не требует дополнительных устройств и нестандартного оборудования. Может быть рекомендован во всех случаях ухудшения параметров изоляции маслонаполненного электрооборудования в эксплуатации. Поэтому разработка способов защиты от увлажнения – проблема не только техническая, но и экономическая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сердешнов А.П., Усов Г.Г. Сушка твердой изоляции трансформаторов комбинированным методом // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Труды 4-й Международной научно-технической конференции. Москва., 2004

2. Усов Г.Г. обеспечение надежности эксплуатации силовых масляных трансформаторов в сельских распределительных сетях // Аграрная энергетика в XXI-м столетии. Материалы III-й Международной научно-технической конференции. Минск., 2005

УДК 621.316.007

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИЛОВЫХ МАСЛЯНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ СЕЛЬСКОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ПОСЛЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ СУШКИ

Усов Г.Г., Кожарнович Г.И., Усов Ю.Г.

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь*

В эксплуатации белорусской энергосистеме находится почти 69 тысяч трансформаторных подстанций и распределительных пунктов напряжением 6-10/0.4 кВ. Схема сети была сформирована до 1970 года, где в основном установлены масляные двухобмоточные трансформаторы с высшим напряжением 6-10 кВ мощностью до 630 кВА [1]. Для предохранения масла и изоляции от прямого попадания в них влаги используются влагопоглотительные патроны заполненные силикагелем.

В ближайшие годы около 70% электросетевого оборудования, имеющегося, в энергосистемах отработает свой расчетный нормативный срок службы [1].

В процессе эксплуатационно-технического обслуживания силовых масляных трансформаторов (СМТ) наблюдается увлажнение и старение твердых электроизоляционных материалов. Данный процесс неизбежен, а с увеличением продолжительности эксплуатации масляных трансформаторов износ ускоряется. Причем, чем выше содержание влаги, тем интенсивнее идет процесс старения [2].

Электротехнические заводы поставляют трансформаторы преимущественно на новые объекты. Большинство трансформаторов находятся в эксплуатации расчетный нормативный срок службы, который по данным заводов составляет 25 лет [3].

Анализ повреждений, проведенный на Минском заводе «Белэнергоремналадка», показал, что основной причиной отказов трансформаторов является пробой изоляции

обмоток [4].

Причины повреждения объясняются переувлажнением и старением твердой изоляции трансформаторов подверженных тепловым, механическим и электрическим воздействиям. На нее оказывает влияние и окружающая среда.

Перечисленные отрицательные факторы ухудшения состояния изоляции могут развиваться постепенно и действовать одновременно. По мере старения электроизоляции количество выделяющейся вода увеличивается.

Дальнейшая эксплуатация СМТ в сельских электрических сетях после истечения расчетного нормативного срока службы может быть возможна только после проведения технико-экономического анализа индивидуально для каждого трансформатора с учетом влияющих факторов на износ.

Увеличение эксплуатационного ресурса СМТ в сельских электрических сетях одна из актуальных задач. Поэтому важно определить пути, обеспечивающие дальнейший рост надежности трансформаторов после нормативного срока их службы.

В поисках более простого и экономичного метода для восстановления свойств переувлажненных твердых электроизоляционных материалов в Белорусском государственном аграрном техническом университете разработан новый способ сушки твердой изоляции силовых трансформаторов. Он соединяет положительные стороны наиболее используемых методов[5].

Поставленная задача решается так, что в известном способе удаление влаги из изоляции трансформатора, при котором на бак наматывается намагничивающая обмотка, запитанная от источника стандартного напряжения переменного тока, от отпайки требуется нестандартное напряжение подается на одну из обмоток ВН или НН трансформатора, включенных по схеме нулевой последовательности.

Проведенные экспериментальные опыты показали, что предлагаемый комбинированный способ удаления влаги из твердой изоляции силовых трансформаторов дает возможность получить высококачественную сушку, при этом значительно сократив время удаления влаги и уменьшив расход электроэнергии на эту операцию, исключить необходимость в дополнительных установках питания с нестандартным напряжением.

Это повысит надежность работы трансформатора и сократит до минимума неоправданные материальные потери, связанные с выволом трансформаторов в ремонт и с большими трудовыми и энергетическими затратами.

Решение данного вопроса весьма актуально, так как количество трансформаторов значительно, а на замену отслуживших нормативный срок трансформаторов потребуются значительные средства. Сушка может проводится непосредственно на месте установки, в ремонтных мастерских и при изготовлении трансформаторов на электроремонтных заводах.

Вывод

Правильно организованный контроль эксплуатации силовых трансформаторов позволит изучить износ изоляции и своевременно проводить профилактическую сушку для восстановления свойств переувлажненных электроизоляционных материалов.

Предложенный способ удаления влаги из твердой изоляции силовых трансформаторов прост, не требует дополнительных устройств с нестандартным напряжением, дает возможность проводить сушку по месту установки трансформатора, обеспечивается высокая эффективность сушки, значительно снижается время сушки и расход электроэнергии на ее проведение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция развития электрических сетей. - Минск., 2001
2. Усов Г.Г. Обеспечение надежности эксплуатации силовых масляных трансформаторов в сельских распределительных сетях // Аграрная энергетика в XXI-м столетии. Материалы III-ой Международной научно-технической конференции. Минск, 2005
3. Силовые трансформаторы. Каталог продукции. Минский электроремонтный завод им. В.И. Козлова. Минск., 2008.

4. Усов Г.Г. Анализ повреждаемости силовых трансформаторов в сельских сетях // Актуальные проблемы науки в аграрнопромышленном комплексе (АПК). Материалы 55-ой Международной научно-практической конференции. Кострома, 2004

5. Патент 2156 РБ. Способ удаления влаги из твердой изоляции трансформатора/ А.П. Сердешнов, Г.Г. Усов и др. - №2 (17), -С14.

УДК 621.311

ОЦЕНКА РЕЗЕРВОВ ПО СНИЖЕНИЮ ПОТЕРЬ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Фурсанов М. И. докт. техн. наук, профессор, Золотой А. А. канд. техн. наук, доцент

*УО «Белорусский национальный технический университет»
г. Минск. Республика Беларусь*

В докладе представлены теоретические положения по расчёту и анализу резервов по снижению технических потерь электроэнергии $\delta_{\%}(\Delta W)$ и экономии топлива $\delta(B)$ в электрических сетях энергосистем. Исследования выполнены на примере разомкнутых сетей 6–20 кВ.

Суммарные потери электроэнергии ΔW в схеме отдельной распределительной линии (РЛ) 6–20 кВ состоят из суммы нагрузочных потерь в линейных $\Delta W_{\text{лн}}$ и трансформаторных $\Delta W_{\text{тг}}$ ветвях, а также потерь холостого хода в стали трансформаторов $\Delta W_{\text{хт}}$, вычисляемых по каталожным данным:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{лн}} + \Delta W_{\text{тг}} + \Delta W_{\text{хт}}. \quad (1)$$

Если представить сеть РЛ в виде последовательной цепочки эквивалентных по потерям сопротивлений линий $r_{\text{эл}}$ и трансформаторов $r_{\text{тг}}$, то для определения фактических ΔW_k , минимальных $\Delta W_{k_{\text{эв}}}$ и экономически обоснованных $\Delta W_{k_{\text{эп}}}$ потерь электроэнергии можно использовать формулы вида:

$$\Delta W_k = \bar{k}^2 \frac{S_{\text{ном}}^2}{U^2} (r_{\text{эл}} + r_{\text{тг}}) + \Delta P_{\text{хт}} T; \quad (2)$$

$$\Delta W_{k_{\text{эв}}} = \bar{k}_{\Delta W}^2 \frac{S_{\text{ном}}^2}{U^2} (r_{\text{эл}} + r_{\text{тг}}) + \Delta P_{\text{хт}} T; \quad (3)$$

$$\Delta W_{k_{\text{эп}}} = \bar{k}_{\text{эп}}^2 \frac{S_{\text{ном}}^2}{U^2} (r_{\text{эл}} + r_{\text{тг}}) + \Delta P_{\text{хт}} T. \quad (4)$$

где \bar{k} , $\bar{k}_{\Delta W}$, $\bar{k}_{\text{эп}}$ – загрузки распределительной линии, представленной эквивалентными по потерям сопротивлениями соответствующие фактическим, минимальным и экономически обоснованным потерям; $S_{\text{ном}}$ – суммарная номинальная мощность подключенных к РЛ трансформаторов; $U_{\text{эв}}$ – эквивалентное напряжение на питающих шинах линии; $k_{\text{ф}}$ – коэффициент формы графика нагрузки; $\Delta P_{\text{хт}}$ – суммарные потери мощности холостого хода в стали трансформаторов; T – расчетный период.

Формула для определения $\bar{k}_{\Delta W}$, соответствующая минимальным суммарным потерям электроэнергии в схеме РЛ, будет выглядеть следующим образом: