

3) При выставлении заводских уставок в защите генератора по скачку угла напряжения $\Delta\Theta$ равного 8 – 12 градусов, будет происходить неселективная и избыточная работа защиты при возмущениях, которые не приводят к потере связи с системой.

4) Данную защиту очень сложно согласовать с защитами смежных элементов электрической сети, поскольку в качестве уставки принят параметр, который не используется в других типах защит.

Литература

1. Гуревич Ю.Е., Либова Л.Е. Применение математических моделей электрической нагрузки в расчетах устойчивости энергосистем и надежности электроснабжения промышленных потребителей – М.:ЭЛЕКС-КМ, 2008. – 248с.

2. Калентиюнок Е.В., Филипчик Ю.Д. Газопоршневые энергоустановки: перспективы и трудности внедрения и эксплуатации

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ В МАСЛЯНОМ ТРАНСФОРМАТОРЕ НА ОСНОВЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО АНАЛИЗА

*Фурсанов М.И., д.т.н., проф., Петрашевич Н.С., аспирант
УО «Белорусский национальный технический университет»,
г. Минск, РБ*

Определение реальных технико-экономических показателей позволяет прогнозировать оптимизационные мероприятия в электрических сетях. В частности информация о величине потерь мощности в трансформаторе в данный момент может быть использована в технико-экономических расчётах, а динамика её изменения в процессе эксплуатации позволяет прогнозировать состояние трансформатора в долгосрочной перспективе и планировать оптимизационные мероприятия, такие как капитальный ремонт трансформатора, или его замену.

Нормативный срок эксплуатации масляных трансформаторов, согласно [1] составляет 25 лет. Однако на практике реальный срок эксплуатации часто превышает это значение. В то же время существующие методы технико-экономической оценки [2] не учитывают изменения потерь мощности трансформатора в течение всего срока его службы. Эти изменения вызваны химической деградаци-

ей материалов и могут существенно влиять на параметры трансформатора.

При постоянной нагрузке, [3, 4] после простейших преобразований, фактические потери мощности в трансформаторе могут быть определены по формулам:

$$\begin{cases} \Delta P_x = \frac{G}{\tau} \Delta \theta_m - K^2 \frac{\frac{G}{\tau} \Delta \theta_m \cdot (\xi - 1)}{\left[[K^2 - \xi] + K^2 \cdot (\xi - 1) \right]} \\ \Delta P_k = \frac{\frac{G}{\tau} \Delta \theta_m \cdot (\xi - 1)}{\left[[K^2 - \xi] + K^2 \cdot (\xi - 1) \right]} \end{cases} \quad (1)$$

где ΔP_x и ΔP_k – фактические потери холостого хода и короткого замыкания в трансформаторе;

$G = \tau_n \cdot \Delta \theta_{mn} \cdot \Delta P_n$ – теплоёмкость трансформатора;

τ_n – паспортная постоянная времени трансформатора;

$\Delta \theta_{mn}$ – паспортное превышение температуры масла в верхних слоях над температурой окружающей среды при номинальной нагрузке;

ΔP_n – суммарные заводские потери мощности трансформатора;

$\Delta \theta_m$ – измеренное превышение температуры верхних слоёв масла;

K – измеренный коэффициент загрузки трансформатора;

x – показатель степени суммарных потерь;

τ – расчетная постоянная времени трансформатора;

$\xi = \left(\frac{\Delta \theta_m}{\Delta \theta_{mn}} \right)^{\frac{1}{x}}$ – относительное превышение температуры верхних

слоёв масла.

При переменной нагрузке значения τ и $\Delta \theta_m$ могут быть вычислены путём аппроксимации кривой нагрева трансформатора.

Предложенной потерь мощности значительно проще общепринятого и позволяет получить результат на основе температурного анализа верхних слоёв масла.

Выводы

1. Для трансформаторов с длительным сроком службы величины потерь мощности короткого замыкания и холостого хода могут значительно отличаться от паспортных значений.

2. Существующие методы технико-экономического расчёта не учитывают деградацию материалов трансформатора.
3. Авторами предложен метод определения потерь короткого замыкания и холостого хода масляного трансформатора на основе анализа температуры верхних слоёв масла.

Литература

1. Трансформаторы силовые. Общие технические условия: ГОСТ 11677-85.
2. Стандарт ГПО «Белэнерго» СТП 09110.09.455-11 «Методика расчета и обоснования нормативов расхода электроэнергии на ее передачу по электрическим сетям».
3. Руководство по нагрузке силовых трансформаторов: ГОСТ 14209-97.
4. Каршай К, Кэрэни Д., Киш Л. Нагрев и охлаждение трансформаторов (перевод с венгерского). – М.: «Энергия», 1980. – 180 с.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВУЮЩИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Фурсанов М.И., профессор, д.т.н., Гецман Е.М., ассистент
*УО «Белорусский национальный технический университет»,
г. Минск, РБ*

Распределительные электрические сети 0,38-10 кВ являются последним звеном в цепи передачи и распределения электроэнергии от электростанций к потребителям [1]. В Республике Беларусь в целом они составляют около 40 % от суммарной протяженности всех электрических сетей. От надежности работы данных сетей и их загрузки решающим образом зависят надежность, качество и экономичность электроснабжения потребителей, а от точности расчетов технических потерь – точность выявления коммерческих потерь в электрических сетях в целом. С ростом коммерческой составляющей потерь значительно повысилась роль мероприятий по совершенствованию расчетного и технического учета электроэнергии, выявлению ее хищений. Одним из нерешенных вопросов до сих пор является проблема определения конкретного набора мероприятий по снижению технических потерь электроэнергии в элек-