

диапазон измерений (максимальное значение измеряемой величины, на которую рассчитан датчик).

Для выбора оптимального состава подстанции необходимо определить приведенные потери активной мощности, которые зависят от активной и реактивной нагрузки трансформатора, отклонений параметров питающего напряжения от номинальных значений, отклонений температур обмоток от расчетных значений. Необходимые для системы управления данные могут быть получены непосредственно от измерительных устройств или определяться по характерному для данного момента времени графику нагрузки.

Зависимость приведенных потерь от основных влияющих факторов (активной и реактивной нагрузки трансформатора) определяется формулой

$$\Delta P = \Delta P_X + \Delta P_K \cdot \frac{\bar{P}^2 + \bar{Q}^2}{S_{HT}^2}, \quad (3)$$

Среднеквадратичная погрешность определения приведенных потерь по (3)

$$\sigma_{\Delta P} = \sqrt{\left(\frac{2 \cdot \bar{P} \cdot \Delta P_K}{S_{HT}^2}\right)^2 \cdot \sigma_P^2 + \left(\frac{2 \cdot \bar{Q} \cdot \Delta P_K}{S_{HT}^2}\right)^2 \cdot \sigma_Q^2}, \quad (4)$$

где ΔP_X , ΔP_K – соответственно приведенные потери холостого хода и короткого замыкания трансформатора; S_{HT}^2 – его номинальная мощность; \bar{P} , \bar{Q} – соответственно результаты измерений активной и реактивной нагрузок трансформатора; σ_P^2 , σ_Q^2 – дисперсии погрешностей результатов измерений нагрузок.

При определении значения необходимой величины по измерительному прибору дисперсия погрешностей результатов измерений определяется по выражению (2), а при определении по характерному графику зависит от точности графика нагрузок.

Таким образом, оценив возможные способы ввода исходных данных с учетом требуемой точности, можно определить необходимый объем и состав измерительной информации, вводимой в систему управления.

ПОЛУЧЕНИЕ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ КВАЗИУСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ВЕТРОАГРЕГАТА НА ОСНОВЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА

Ю.В. Макоско

Научный руководитель – к.т.н., доцент *М.М. Олешкевич*
Белорусский национальный технический университет

Неравномерность и непостоянство ветрового потока как носителя энергии определяют трудности, возникающие при работе ветроагрегата, а также особенности режимов работы электрогенераторов ветроэлектрических установок. По этим причинам практически все выпускаемые серийно ветроэлектрические установки снабжаются асинхронным генератором с короткозамкнутым ротором. Такой асинхронный генератор обладает простотой конструкции, надежностью, относительно невысокой стоимостью, а также отсутствием проблем синхронизации с энергосистемой. В настоящее время достаточно широко исследованы пусковые режимы ветроэлектрических установок с асинхронным генератором, однако квазиустановившиеся режимы, являющиеся основными рабочими режимами ветроэлектрических установок, все еще требуют дальнейшего изучения.

В работе [1] была получена математическая модель системного ветроагрегата средней мощности (55 – 400 кВт) на основе асинхронного генератора. Математическая модель описывает ветродвигатель, асинхронный генератор, батарею конденсаторов, линию–связи с энергосистемой и представляет собой систему нелинейных дифференциальных уравнений первого порядка. Однако выявить степень влияния параметров генератора и коэффициентов порывистости

скорости ветра на энергетические показатели квазиустановившегося режима работы ветроагрегата затруднительно вследствие сложности математической модели. В связи с этим было выполнено планирование регрессионных экспериментов, для чего использовались полный и дробный факторные эксперименты. Вышеназванные вычислительные эксперименты проводились на ПЭВМ в математической системе MATLAB. В качестве факторов, влияние которых на квазиустановившийся режим работы определялось, были выбраны параметры схемы замещения асинхронного генератора и средняя скорость ветра. Искомыми функциями откликов являлись действующие значения токов статора и ротора генератора как основной, так и высших и субгармоник, а также величины средних и пульсационных скольжений. В результате ряда вычислительных экспериментов были получены линейные полиномы, которые возможно использовать для выявления влияния параметров генератора и средней скорости ветра на квазиустановившийся режим работы ветроагрегата.

С помощью полиномов было установлено, что наибольшее качественное и количественное влияние на энергетические характеристики квазиустановившегося режима работы ветроагрегата оказывают активное сопротивление короткозамкнутого ротора генератора, средняя скорость ветра и связанные с ней коэффициенты порывистости. Полученные результаты будут использованы при разработке методики выбора оптимальной величины активного сопротивления ротора асинхронного генератора системной ветроэнергетической установки.

Литература

1. Олешкевич М.М., Макоско Ю.В. Моделирование квазиустановившихся режимов работы асинхронного генератора системного ветроагрегата // Энергетика (Изв.высш.учебных заведений и энерг. объединений СНГ) – 2003. №3 – с. 29 – 41

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.Л. Трушников

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.Н. Радкевич*
Белорусский национальный технический университет

Актуальным вопросом современного производства является экономия энергоресурсов. В связи с этим необходимо искать способы уменьшения непродуктивного расхода электроэнергии. Одним из таких способов является оптимальная загрузка силовых трансформаторов общепромышленного назначения напряжением 6-10/0,4 кВ. Оптимальность загрузки можно оценить несколькими путями. Одним из них является определение целесообразной загрузки исходя из условия минимума удельных потерь активной мощности в трансформаторах. При этом под удельными потерями понимаются потери мощности, отнесённые к единице нагрузки трансформатора.

Для определения диапазона нагрузок, соответствующего минимальным удельным потерям активной мощности, необходимо определить полную мощность нагрузки, при которой суммарные потери (нагрузочные и холостого хода) в трансформаторах соседних типоразмеров будут одинаковыми. Из этого условия получено выражение, которое можно использовать для оценки целесообразности перехода с одного типоразмера трансформатора на другой, если у потребителя имеется такая возможность.

Исследование зависимостей удельных потерь активной мощности от передаваемой мощности показали, что коэффициенты загрузки силовых трансформаторов типов ТМ, ТМЗ, ТСЗ, соответствующие минимуму удельных потерь, лежат в пределах 0,3-0,6 для разных типоразмеров.

Общепризнанная методика выбора элементов схем электроснабжения по экономическим показателям основана на условии минимума приведенных затрат. Следовательно, оптимизировать загрузку силовых трансформаторов можно по критерию минимума приведенных затрат. Анализ зависимости годовых приведенных затрат от передаваемой мощности для разных типоразмеров трансформаторов позволяет сделать вывод, что наиболее выгодные коэффициенты загрузки, соответствующие минимуму приведенных затрат, лежат в диапазоне от 0,29 до 0,8.