

УТОЧНЕННЫЙ РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Е. Ю. КОЛЕСНИК¹, И. В. БАРБАШОВ^{2*}

¹ магістрант кафедри ПЭЭ, НТУ "ХПИ", Харьков, УКРАИНА

² профессор кафедры ПЭЭ, канд. техн. наук, НТУ "ХПИ", Харьков, УКРАИНА

* email: i.v.barbashov@gmail.com

Расчеты (анализ) режимов электрических сетей выполняются для оценки условий работы их элементов, которые могут иметь как линейные, так и нелинейные характеристики [1]. В рамках линейного приближения высокая точность результатов расчета не может быть обеспечена и для её достижения необходимо учитывать реальные нелинейные характеристики элементов сети. В расчетах нормальных режимов, выполняемых для нахождения потокораспределения в сети, в первую очередь должны быть учтены статические характеристики источников питания и узлов нагрузки. При более высоких требованиях к точности, например, в оптимизационных расчетах, необходимо учитывать также нелинейности, связанные с насыщением магнитопроводов (трансформаторы, реакторы) и коронированием проводов ВЛ СВН. Наиболее существенное значение имеет учет статических характеристик нагрузки, отражающих изменение мощности, потребляемой нагрузкой при изменениях подведенного к ней напряжения по значению и частоте, $P_n = f(U)$, $Q_n = f(U)$, $P_n = \varphi(f)$, $Q_n = \varphi(f)$.

При расчете (анализе) режимов работы электрических сетей с учетом *статических характеристик нагрузки по напряжению* приемлемым можно считать подход, включающий следующие позиции.

1. Определение приведенных нагрузок (мощностей) узлов рассчитываемой сети с учетом статических характеристик нагрузки $\underline{S}_n(U)$, $\underline{S}_c(U)$. В этом случае приведенная нагрузка также будет иметь вид статической характеристики $\underline{S}_n(U)$.

Для узлов сети с двухобмоточными трансформаторами

$$\underline{S}_n = \underline{S}_n + \Delta \underline{S}_{T(Z)} + \Delta \underline{S}_{T(Y)}, \quad (1)$$

а для узлов с трехобмоточными трансформаторами

$$\underline{S}_n = \underline{S}_n + \underline{S}_c + \Delta \underline{S}_{H(Z)} + \Delta \underline{S}_{C(Z)} + \Delta \underline{S}_{B(Z)} + \Delta \underline{S}_{T(Y)}. \quad (2)$$

В данных формулах \underline{S}_n , \underline{S}_c – нагрузка на стороне НН и СН трансформаторов; $\Delta \underline{S}_{T(Z)}$, $\Delta \underline{S}_{H(Z)}$, $\Delta \underline{S}_{C(Z)}$, $\Delta \underline{S}_{B(Z)}$ – потери мощности в продольных сопротивлениях схемы замещения трансформаторов (обмотках НН, СН и ВН); $\Delta \underline{S}_{T(Y)}$ – потери мощности в поперечных проводимостях схемы замещения трансформаторов.

При определении приведенных нагрузок узлов возникает необходимость учета всего диапазона изменений коэффициентов трансформации трансформаторов, снабженных устройствами РПН. Удовлетворительное

решение может быть достигнуто предварительным расчетом приведенных нагрузок узлов во всех рассматриваемых установившихся режимах (с учетом требований встречного регулирования напряжения) для всего диапазона изменений коэффициентов трансформации трансформаторов с устройствами РПН.

2. Расчет разомкнутых электрических сетей с учетом нелинейности характеристик нагрузки состоит в определении от конца сети к началу (расчет в направлении "к источнику") неизвестных параметров режима по первому закону Кирхгофа и закону Ома [2]. За исходные принимаются приведенная мощность и напряжение (соответствующие, например, "нулевому" ответвлению устройства РПН) наиболее удаленного от источника питания узла. При переходе от одной узловой точки к другой в направлении от конца к началу в каждом из узлов используется приведенная мощность, соответствующая напряжению, найденному для данного узла. Сравнение расчетного и заданного значений напряжения источника питания позволяет сделать вывод о необходимости изменения приведенной мощности и напряжения, принятых в наиболее удаленном узле, и расчет повторяется вновь. На завершающем этапе выполняется уточненный расчет разомкнутой сети в направлении "от источника" по заданному напряжению источника питания [2].

3. Расчет простых замкнутых электрических сетей с учетом нелинейности характеристик нагрузки предпочтительно вести с использованием алгоритма подбора с коррекцией по уравнивательной мощности [2]. Исходными данными для расчета являются предварительно принятое значение мощности на головном участке сети и заданное значение напряжения источника питания. При расчете для каждой узловой точки используется приведенная мощность, соответствующая напряжению, найденному для данного узла. Расчет ведется вплоть до получения напряжения на противоположном конце замкнутой электрической сети. Обычно это напряжение не равно заданному, что свидетельствует о несоответствии полученного расчетного режима действительному. Тогда определяется компенсационная мощность, протекание которой по сети приводит к сближению напряжений по концам замкнутой электрической сети заданным значениям. Дальнейший расчет основан на повторении аналогичных вычислений, пока не будет достигнута желаемая точность расчета.

Учет характеристик нелинейных элементов при анализе режимов электрических сетей требует большого объема вычислений и реализуется в виде компьютерных программ.

Список литературы:

1. Электрические системы. Электрические сети / В. А. Веников, А. А. Глазунов, Л. А. Жуков и др.; под ред. В. А. Веникова, В. А. Строева. – М. : Высш. шк., 1998. – 511 с.
2. Основы анализа установившихся режимов электрических систем и сетей : учеб.пособ./ Барбашов И. В., Веприк Ю Н., Черкашина В. В., Шутенко О. В. – Х. : НТУ "ХПИ", 2010. – 184 с.