

## **ОСОБЕННОСТИ УТОЧНЕННЫХ РАСЧЕТОВ ПРОСТЫХ ЗАМКНУТЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**

**С.А. ГОРЕЛКОВ<sup>1\*</sup>, И.В. БАРБАШОВ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *магістрант кафедри ПЕЭ, НТУ "ХПИ", Харків, УКРАЇНА*

<sup>2</sup> *професор кафедри ПЕЭ, канд. техн. наук, НТУ "ХПИ", Харків, УКРАЇНА*

*\*email: serggorelkov1@gmail.com*

В общем случае уточненный расчет электрических сетей требует учета нелинейности характеристик элементов сети и статических характеристик мощностей по напряжению источников питания и потребителей.

К нелинейным элементам электрических систем и сетей относятся источники питания, нагрузки потребителей, а также ветви намагничивания трансформаторов и автотрансформаторов, шунтирующих реакторов, поперечные элементы схем замещения линий [1]. Для определения параметров установившихся режимов простых замкнутых электрических сетей используются «классические» методы контурных уравнений, наложения, размыкания по точкам потокораздела и т. п. [1, 2]. Так потокораспределение в кольцевой электрической сети и сети с двусторонним питанием находятся при принятых допущениях об отсутствии потерь и равенстве напряжений во всех узлах. Это потокораспределение является приближенным; оно может рассматриваться лишь как первое приближение и должно быть уточнено. В случае сети с двухсторонним питанием полученное на начальном этапе потокораспределение уточняется наложением на потоки мощности, рассчитанные в кольцевой электрической сети (при  $U_A = U_B$ ), уравнительной мощности, направленной от источника питания с большим напряжением в сторону источника питания с меньшим напряжением. На втором этапе расчета кольцевой электрической сети и сети с двухсторонним питанием уточняются потоки на участках сети путем учета потерь мощности. При этом кольцевая сеть рассматриваются как совокупность двух разомкнутых сетей, связанных в точке потокораздела. Третий завершающий этап расчета заключается в определении напряжений в нагрузочных точках сети. Исходными данными для него служат напряжения на шинах ИП ( $U_A$  и  $U_B$ ) и найденные на предыдущем этапе расчета уточненные значения мощности на участках сети.

Для определения параметров установившихся режимов кольцевой электрической сети и сети с двухсторонним питанием могут использоваться методы систематизированного подбора и подбора с коррекцией по уравнительной мощности без разрезания сети по точкам потокораздела [1–3].

Анализ первого («классического») подхода к определению параметров установившихся режимов простых замкнутых электрических сетей позволяет признать, что учет нелинейности характеристик элементов сети и статических характеристик мощностей по напряжению источников питания и потребителей при расчете кольцевой электрической сети и сети с двусторонним питанием на

основе контурных уравнений в три этапа практически не выполним. Такой же вывод следует сделать относительно применения метода систематизированного подбора для расчета простых замкнутых электрических сетей. Согласно результатам расчетов, приведенным в [3], метод систематизированного подбора громоздок и дает весьма приближенный результат. Предпочтительным для расчета простых замкнутых электрических сетей с учетом нелинейных характеристик элементов схем замещения электрических сетей и статических характеристик мощностей по напряжению источников питания и потребителей является использование метода подбора с коррекцией по уравнительной мощности без разрезания сети по точкам потокораздела. Расчет электрических сетей любой конфигурации с учетом нелинейности характеристик элементов схем замещения электрических сетей и статических характеристик мощностей по напряжению источников питания и потребителей начинается с определения приведенных к стороне высокого напряжения нагрузок узлов для условий всех рассматриваемых установившихся режимов с учетом требований встречного регулирования напряжений на вторичной стороне ПС и всего диапазона изменений коэффициентов трансформации трансформаторов, снабженных устройствами РПН [4]. 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 значений напряжений по концам замкнутой электрической сети с заданными. 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. *Веников, В.А.* 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. *Барбашов, И.В.* Общая характеристика и основы анализа установившихся режимов современных электрических систем и сетей: текст лекций / *И.В. Барбашов* – Х.: НТУ "ХПИ", 2013. – 240 с.
3. *Барбашов, И.В.* Расчет установившихся режимов замкнутых электрических сетей в примерах и задачах : учеб. пособ. / *И.В. Барбашов, Г.В. Омеляненко* – Харьков : НТУ «ХПИ», 2018. – 144 с.
4. *Барбашов И.В.* Расчет установившихся режимов разомкнутых электрических сетей в примерах и задачах : учеб. пособ. / *И.В. Барбашов, Г.В. Омеляненко* – Харьков : НТУ «ХПИ», 2018. – 164 с.