

## МЕТОД РАСЧЕТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРУППОВЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

**Дроздов Д.Г., аспирант; Шулешко В.М., магистрант;  
Синолицый А.Ф., профессор, д.т.н.**  
(Криворожский технический университет, Украина)

Системы группового электропотребления (СГЭП) энергоемкими технологиями горной и металлургической промышленности являются неоднородными. Сложность энергообменных процессов в таких СГЭП затрудняет осуществлять их оценку в узловых точках с целью прогнозирования (проект, реконструкция, изменение технологических программ) или текущего контроля (экспресс-анализ) показателей электропотребления и выбора методов по их улучшению. В зависимости от технологии, числа объектов, уровней напряжений, разнообразия форм преобразования энергии и режимных факторов такие СГЭП могут идентифицироваться энергетическими моделями (ЭМ) соответствующих типов [1]. Тогда расчетный процесс для каждой из таких моделей можно построить следующим образом.

При симметрии напряжений и токов в фазах сети и их синусоидальности для активной и реактивной мощностей первой гармоники для группы потребителей можно записать [1]

$$\left. \begin{aligned} P_{(1)a\Sigma} &= \sum_{i=1}^n P_{(1)ai} = S_{(1)\delta} \sum_{i=1}^n K_i \cdot \cos \varphi_{(1)i}; \\ Q_{(1)\Sigma} &= \sum_{i=1}^n Q_{(1)i} = S_{(1)\delta} \sum_{i=1}^n K_i \cdot \sin \varphi_{(1)i}, \end{aligned} \right\} , \quad (1)$$

где  $P_{(1)ai}$ ,  $Q_{(1)i}$  – активная и реактивная мощности  $i$ -х потребителей, входящих в данную ЭМ, определяемые интегральными выражениями [2] с учетом функции напряжения и тока,  $S_{1\delta}$  – базисная мощность основной (первой) гармоники (наибольшей из расчетного числа потребителей модели),  $K_i$  – коэффициент, характеризующий отношение полной мощности  $S_{(1)l}$  первой гармоники  $i$ -

го потребителя модели к базисной мощности,  $\varphi_{(1)i}$  – угол между векторами напряжения и тока первой гармоники.

Если же форма тока несинусоидальна (при наличии, например, тиристорных преобразователей), то выражение (1) будет иметь вид:

$$\left. \begin{aligned} P_{(1)a\Sigma} &= \sum_{i=1}^n P_{(1)a\Sigma} = S_{(1)\delta} \sum_{i=1}^n \frac{K_i^{Ti}}{T_i} \int_0^{T_i} i_i(\omega t) \cdot U_i(\omega t) \cdot d\omega t, \\ Q_{(1)\Sigma} &= \sum_{i=1}^n Q_{(1)i} = -S_{(1)\delta} \sum_{i=1}^n \frac{K_i^{Ti}}{T_i} \int_0^{T_i} i_i(\omega t) \cdot \frac{dU_i(\omega t)}{d\omega t} \cdot d\omega t, \end{aligned} \right\}$$

где  $i_i(\omega t)$ ,  $U_i(\omega t)$  – функции токов и напряжений на интервалах  $T_i$ .

Для всей СГЭП в целом можно записать:

$$\left. \begin{aligned} P_{(1)a\Sigma} &= \sum_{j \in N} \sum_{i \in M} P_{(1)aji}, \\ Q_{(1)s\Sigma} &= \sum_{j \in N} \sum_{i \in M} Q_{(1)ji}, \end{aligned} \right\}$$

где  $j \in N$  – множество энергетических моделей, входящих в СГЭП, а  $i \in M$  – множество объектов питания, входящих в  $j$ -ю ЭМ.

При определении действующих значений токов (гармоник) и связанных с ними величин (полной мощности, мощности искажения, потерь и др.) арифметическое суммирование соответствующих компонентов группы потребителей недопустимо. Здесь возможно использование фактора элементарных спектров [1,3], который дает возможность исключить из расчетного цикла графоаналитические операции и реализовать предложенный принцип формирования режимов электропотребления. Для действующих значений тока в любом сечении можно записать выражение

$$I_{\delta\Sigma} = \frac{1}{\sqrt{2}} \left\{ \sum_{k \in P} \left[ \left( \sum_{j \in N} \sum_{i \in M} A_{(k)ji} \right)^2 + \left( \sum_{j \in N} \sum_{i \in M} B_{(k)ji} \right)^2 \right] \right\}^{\frac{1}{2}},$$

где  $A_{(k)ji}$ ,  $B_{(k)ji}$  – косинусный и синусный коэффициенты Фурье токов  $i$ -х объектов питания, входящих в  $j$ -е ЭМ. Указанные коэффициенты выбираются в зависимости от схем питания (преобра

зования) и режима работы объекта и определяются видом подынтегральных функций тока  $i_{ji}(\omega t)$ .

После этого появляется возможность определения полной мощности и мощности искажения.

На основании вышеизложенного предложен обобщенный алгоритм расчета энергетических показателей энергоемких объектов горно-металлургических комплексов (рис. 1), который реализует вычислительные операции.

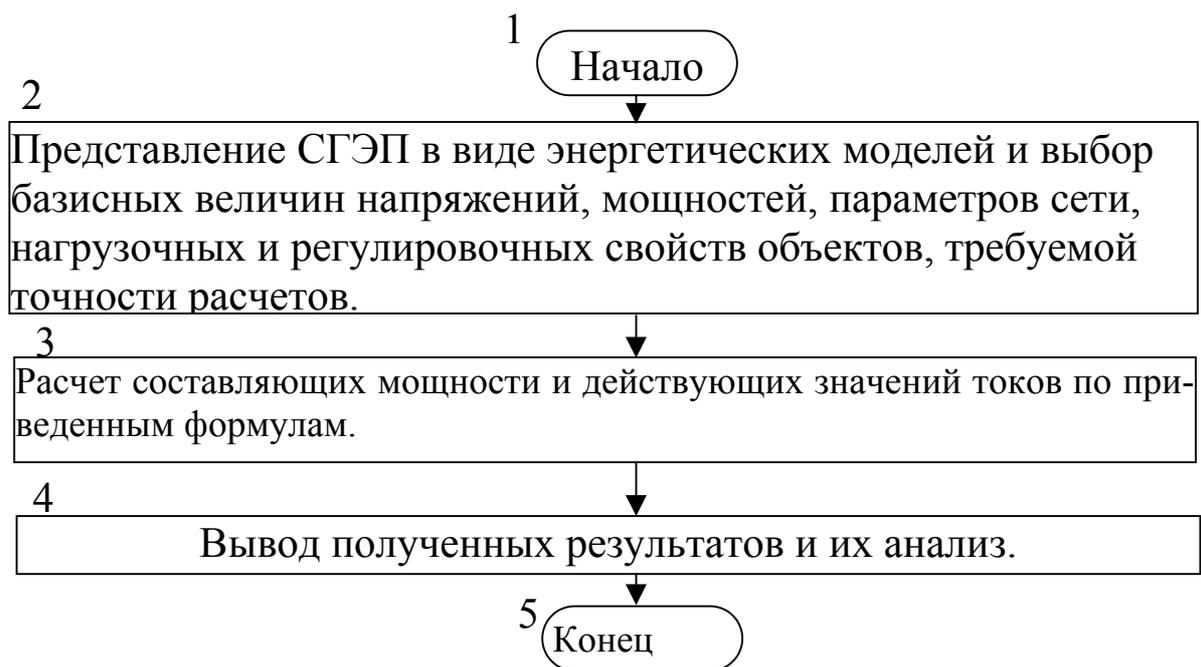


Рис.1 Обобщенный алгоритм расчета

#### Перечень ссылок

1. Синолицы А.Ф. Энергетические зависимости групповых преобразовательных устройств // Техн. электродинамика. – 1998. – № 1. – С.30–34.
2. Маевский О.А. Энергетические показатели вентильных преобразователей. – М.: Энергия, 1978. –320 с.
3. Сінолиций А.П. Нові напрямки в енергозбереженні гірничо-металургійних комплексів // Відомості академії гірничих наук України. – 1997. – № 3. – С.101–102.