

ПРОБЛЕМА РАСЧЕТА И НОРМИРОВАНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Волокитин А.В., Болдырев Д.Н.
Научный руководитель – к.т.н. Ладанов А.С.

Липецкий филиал НОУ ВПО «Международный институт компьютерных технологий»

Несмотря на кажущуюся простоту вопроса определения потерь электроэнергии в ЛЭП проблема их расчета и нормирования до сих пор является актуальной. Математически здесь полная ясность и формулы для определения потерь электроэнергии давно известны. Однако суть проблемы заключается в том, какая исходная информация при этом доступна. При использовании показаний электросчетчиков, во-первых, должна быть гарантирована точность измерений одновременность фиксации измеряемых параметров. Во-вторых, электросчетчики должны стоять по концам каждого участка электропередачи, что далеко не всегда выполняется. В-третьих, даже при соблюдении первых двух условий остается необходимость иметь расчетную модель электропередачи для вычисления потерь электроэнергии, поскольку счетчики фиксируют только фактическую картину, но сами по себе не дают ответа на вопрос, минимизированы ли потери электроэнергии. Проблема достоверности измерений обострилась в настоящее время еще в связи и с тем, что при общем снижении нагрузок трансформаторы тока работают за пределами класса точности, требуемого для коммерческих расчетов.

Наиболее точные расчеты должны основываться на графиках нагрузок. Кудриным Б.И. разработаны методы прогнозирования нагрузок систем электроснабжения моделям технологии производства, когда, зная электропотребление для ряда технологических операций, можно получить высокоточный прогноз электропотребления при их комбинации. Использование этого подхода перспективно, но требует наличия такой большой базы данных по графикам нагрузок отдельных потребителей, что в настоящее время представляется целесообразным для реализации применительно только к отдельным группам потребителей, например, городских бытовых потребителей.

Наиболее распространен расчетный прием определения потерь ΔW электроэнергии по продолжительности τ максимальных потерь, когда используется следующая формула

$$\Delta W = \Delta P_{\max} \tau \quad (1)$$

По определению τ определяется следующей формулой (в относительных единицах)

$$\tau = \sum_{i=1}^N P_i^2 / P_{\max}^2 N \quad (2)$$

где N - число ступеней графика.

Формула (2) удобна, когда графики нагрузок известны, что, как уже отмечалось выше, далеко не всегда достижимо. Поэтому были предприняты попытки связи τ некоторыми характеристиками графиков нагрузок через различные эмпирические формулы. Одно их количество свидетельствует о том, что эти формулы не являются универсальными: в некоторых случаях они дают хорошие результаты, а в некоторых ошибочные.

Для уточнения значений τ при использовании эмпирических формул вводят коэффициенты заполнения графика нагрузки

$$k_{\zeta} = \frac{P_{\text{нб}}}{P_{\max}} = \frac{T_{\max}}{T},$$

где $P_{\text{нб}}$ - среднее значение мощности за период наблюдения T , и дополнительно

используют значение $k_{\min} = P_{\min} / P_{\max}$

Коэффициент формы графика задается формулой, при этом $\tau = k_0^2 \cdot k_\varphi^2$:

$$k_0^2 = \sum_{i=1}^N P_i^2 / P_{\text{н0}}^2 N$$

Следует отметить, что формула (1) уже содержит методическую ошибку, если только определяется по (2) и соответственно по всем приведенным выше формулам. Только в случае постоянства коэффициента мощности ($\cos \varphi_i = \text{const}$) можно по потерям мощности в режиме максимальных нагрузок ΔP_{\max} и значению τ из формулы (2) определить потери электроэнергии по (1). При изменениях коэффициента мощности формула (1) будет давать ошибку. Таким образом, даже зная график активных нагрузок за период наблюдения T нельзя в общем случае найти точное значение потерь электроэнергии.

Методически правильно, если ввести τ следующим образом

$$\tau = \sum_{i=1}^N S_i^2 / S_{\max}^2 N, \quad (3)$$

где $S_i^2 = P_i^2 + Q_i^2$.

Тогда формула (1) будет справедлива при любом изменении коэффициента мощности, если только τ задается формулой (3).

Применительно к приведенным формулам определения τ , что два параметра (k_3 и k_{\min}) не могут однозначно характеризовать внутреннюю структуру графика, и тем более не может полноценно характеризовать структуру графика один параметр. Проведенные исследования показали, что при использовании одного параметра - k_3 - погрешность оценивается примерно в 13 %, но при использовании дополнительно и второго параметра - k_{\min} - она снижается незначительно - до 10,8 %. При чем значения k_{\min} имеют меньшую достоверность, чем k_3 .

Для электрических сетей 6 - 10 кВ графики нагрузок реально могут быть получены для промышленных предприятий, городских потребителей и при этом они имеют самую разнообразную конфигурацию в связи со смешанным характером нагрузок. Поэтому для них малопродуктивно использование эмпирических формул определения τ .

Нормирование потерь электроэнергии для электрических сетей разных номинальных напряжений и разной конфигурации производится разными методами. Одно из перспективных направлений - использование нормативных характеристик потерь электроэнергии (НХПТ), представляющих собой зависимости потерь от факторов, отражаемых в официальной отчетности. Наиболее сложной для представления в наглядном виде является составляющая технических потерь. В результате глубокого эквивалентирования электрической сети до числа узлов, равного числу официальных факторов, характеристика технических потерь может быть представлена в следующем виде:

$$\Delta W_{\text{т}} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m A_{ij} \frac{W_i W_j}{\ddot{A}} + \sum_{i=1}^m B_i W_j + \ddot{N} \ddot{A}, \quad (4)$$

где m - число факторов; A_{ij} - значения факторов (энергия отпущенная или принятая за D дней расчетного периода); A, B, C - коэффициенты, определяемые в процессе эквивалентирования электрической сети.

Метод НХПТ имеет несомненные достоинства, заключающиеся в простоте представления результирующей информации и возможности прогнозных расчетов по формуле (4). Вместе с тем применимость этого метода к электрическим сетям 6 - 10 кВ весьма проблематична: наличие большого количества линий одностороннего питания с числом присоединений отпайками 15 - 20 подстанций 10/0,4 кВ и отсутствие данных о

графиках нагрузки требуют иных подходов.