

В.И. Скоробогатова, д-р техн. наук

(Украина, Запорожье, Запорожская государственная инженерная академия)

ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ДЕЙСТВУЮЩИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Эффективность функционирования любой системы электроснабжения в немалой степени характеризуется уровнем технологических потерь электроэнергии (ПЭ) в сети и уровнем структурно – функциональной устойчивости системы. В избыточной системе электроснабжения (под избыточностью понимается наличие резерва электрических связей) величина технологических ПЭ функционально зависит от продолжительности работоспособности структурных состояний системы. Поэтому технологические ПЭ вполне могут рассматриваться в качестве обобщенного показателя эффективности функционирования системы электроснабжения [1].

В связи с энергетическим кризисом в Украине требования к точности оценивания технологических ПЭ в системах электроснабжения значительно возросли, а в действующих системах электроснабжения (ДСЭ) особенно. Это объясняется тем, что только на основе корректных результатов оценивания возможно обоснованное планирование в ДСЭ, ориентированных на энергосбережение, организационных и технических мероприятий, т. е. эффективность регулирующих воздействий на энергетическое состояние ДСЭ с целью энергосбережения во многом предопределяется уровнем достоверности оценивания ПЭ в ДСЭ до воздействия и после.

Погрешность оценивания технологических ПЭ в синтезируемых системах электроснабжения выше, чем в действующих, что объясняется в основном большей погрешностью расчетных параметров энергетических состояний первых по сравнению со вторыми. С таким положением обычно мирятся, т. к. технологические ПЭ не входили в число определяющих факторов, влияющих на выбор структуры и параметров систем электроснабжения. В действующих системах электроснабжения параметры энергетических состояний измеряемы, параметры сетей известны в полном объеме, что повышает достоверность оценивания технологических ПЭ в ДСЭ по сравнению с синтезируемыми системами электроснабжения. И все-таки качество оценивания технологических потерь электроэнергии в ДСЭ остается невысоким, что подтверждает и наличие разброса (в 200% и более) в оценивании технологических ПЭ, приводимых в технической литературе.

В синтезируемых системах электроснабжения вычисление технологических ПЭ на интервале времени $(0, T)$ осуществляют с использованием оценок параметров энергетических состояний систем электроснабжения, которые удовлетворяют критерию максимальных потерь активной мощности. А ими, как известно, являются получасовые оценки электрических нагрузок, вычисленные на интервале времени наиболее загруженной (по активной энергии)

смене [2], т. е. при расчете технологических ПЭ пользуются оценками электрических нагрузок по допустимому нагреву токоведущих частей электроустановок электрической сети.

В работе [1] показано, что оценивать энергетическое состояние ДСЭ целесообразно по допустимому нагреву, пользуясь оценками полного тока, вычисленными на всем интервале времени (0,Т) действия нагрузки, а не оценками активной мощности, вычисленными на интервале времени «смена». Там же показано, что в общем случае интегрированные потери мощности на расчетном интервале времени (t_1, t_2) для оценивания энергетического состояния ДСЭ по нагреву токоведущих частей ее электроустановок не эквивалентны интегрированным потерям мощности на интервале времени (0,Т). Это послужило основанием для формулирования нового принципа расчета энергетического состояния ДСЭ. Принцип состоит в следующем: целесообразно разделять оценивание энергетического состояния ДСЭ на расчет по допустимому нагреву токоведущих частей электроустановок и на расчет по технологическим ПЭ, вводя в последнем расчете целевую оценку электрической нагрузки для вычисления ПЭ.

В качестве оценки электрической нагрузки ДСЭ в расчете технологических ПЭ предлагается использовать такую статистическую величину токовой нагрузки узла ДСЭ по полному току, которая сможет удовлетворить критерий эквивалентности фактических и расчетных потерь электроэнергии на интервале времени (0,Т). Назовем эту оценку «электрической нагрузкой по потерям мощности». Предложенному критерию соответствует значение среднеквадратического тока узла ДСЭ, вычисленное на интервале времени (0,Т) с использованием всей совокупности осредненных (на малых интервалах времени Δt) полных токов.

Так, при наличии m статистических реализаций исходных параметров энергетического состояния ДСЭ в виде дискретных графиков нагрузки узла по активной ($P(t)$) и реактивной ($Q(t)$) мощностям и напряжению ($\dot{U}(t)$) в качестве модели вычисления оценки электрической нагрузки для расчета технологических ПЭ (I_p^n) может служить следующее математическое выражение:

$$I_p^n = \left[\frac{1}{3km} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m \frac{(P_j(\Delta t_i))^2 + (Q_j(\Delta t_i))^2}{|\dot{U}_j(\Delta t_i)|^2} \right]^{.05} \quad (1)$$

где $P_j(\Delta t_i)$, $Q_j(\Delta t_i)$, $|\dot{U}_j(\Delta t_i)|$ - i -тые ординаты j -тых реализаций графиков нагрузки (по активной и реактивной мощностям) и напряжения в узле, соответственно; k - количество интервалов времени продолжительностью Δt в интервале времени (0,Т).

Каждому узлу ДСЭ соответствует своя оценка электрической нагрузки по потерям мощности. Причем количество оценок одного узла равно числу струк-

турных состояний электрической сети системы. Поэтому логика оценивания ДСЭ по технологическим ПЭ требует деления системы на структурные состояния, расчета продолжительностей их работоспособности на интервале времени $(0, T)$ и вычисления оценок электрических нагрузок по потерям мощности (согласно приведенной выше модели (1)) для каждого состояния. С учетом сказанного функциональную зависимость оценки электрической нагрузки по потерям мощности в расчете технологических ПЭ ДСЭ можно обобщенно отобразить функцией вида:

$$I_p^n = F\left(\Delta t, T, f\left(P, Q, \dot{U}\right), STR\right) \quad (2)$$

где $f\left(P, Q, \dot{U}\right)$ - аргумент, характеризующий функциональную статистическую

зависимость узловых параметров $P(t)$, $Q_j(t)$, $\dot{U}(t)$ энергетического состояния ДСЭ; STR - аргумент, характеризующий структурное состояние ДСЭ.

Из выражений (1) и (2) видно, что погрешность оценки I_p^n тем ниже, если меньше величина Δt , продолжительнее T и учтена функциональная зависи-

мость $f\left(P, Q, \dot{U}\right)$.

Хотя параметр STR явно и не входит в (1), он обуславливает численные значения исходных параметров энергетического состояния ДСЭ, т. е. обуславливает ординаты графиков $(P(t), Q(t), \dot{U}(t))$. Поскольку этому параметру соответствует определенная продолжительность структурного состояния системы, то вычисление продолжительности будет способствовать повышению достоверности расчета технологических ПЭ.

Исследования, проведенные для ДСЭ промышленных предприятий Запорожья, показали, что возрастание продолжительности интервала времени Δt всегда приводит к занижению расчетной величины технологических ПЭ (до 45%), а уменьшение продолжительности T может приводить как к занижению величины ПЭ (до 30% и более), так и к завышению (до 20%). Пренебрежение функциональной связью f может сопровождаться как занижением расчетной величины ПЭ (до 25%), так и ее завышением (до 20%). Пренебрежение аргументом STR всегда приводит к занижению величины ПЭ (до 40%).

Список литературы

1. Скоробогатова В.И. Оценивание энергетического состояния действующих промышленных электрических сетей.- К.: Общ-во «Знание», 1996.-52с.
2. Указания по определению электрических нагрузок в промышленных установках // Инструктивные указания по проектированию электротехнических промышленных установок Тяжпромэлектропроекта.-1968.-№6.-С.3-17.