

И.А. БАТЮК, магистр, НТУ «ХПИ»;

Ю.В. ВЛАДИМИРОВ, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЭРМ НА ЭФФЕКТИВНОЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПЕРЕТОКОВ РЕАКТИВНЫХ МОЩНОСТЕЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Исследованы факторы, влияющие на расчет величины экономического эквивалента реактивной мощности, и показана необъективность его определения, что не способствует эффективному экономическому регулированию перетоков реактивных мощностей в электрических сетях.

Досліджені чинники, що впливають на розрахунок величини економічного еквівалента реактивної потужності, і показана необ'єктивність його визначення, що не сприяє ефективному економічному регулюванню перетікань реактивних потужностей в електричних мережах.

Factors are investigational sizes of economic equivalent of reactive-power influencing on a calculation and the biased of his determination is rotined, that is not instrumental in the effective, economic adjusting of crossflows of reactive-powers in electric networks.

Основы теории оптимизации режимов электрических сетей, в том числе теория оптимизации перетоков реактивной мощности, были основаны в СССР в классической работе И. М. Марковича в 1952 году [1]. Скорость изменения потерь активной мощности и другие производные были положены в основу этих теорий и, начиная с 1960 года, принят термин «экономический эквивалент реактивной мощности» (ЭЭРМ) [2].

ЭЭРМ для определения платы за перетоки реактивной энергии был применен в Украине с введением нормативного документа «Методика расчетов оплаты за перетоки реактивной электроэнергии между энергоснабжающей организацией и потребителями» [3] (далее Методика). Для его определения используется известный метод численного дифференцирования с учетом параметров и режимных характеристик электрических систем. [4]

Согласно Методике D - суммарный ЭЭРМ, который характеризует часть влияния реактивного перетока через границу раздела энергоснабжающей организации и потребителя в расчетном режиме на технико-экономические показатели в магистральной и распределительной сетях, и определяется по формуле:

$$D = D_1 + D_2, \quad (1)$$

где D_1 и D_2 - первая и вторая составляющие ЭЭРМ, которые характеризуют часть влияния реактивных перетоков через границу раздела элек-

трических сетей энергоснабжающей организации и потребителя в расчетном режиме на технико-экономические показатели в магистральной и распределительной сетях, (кВт/квар), соответственно.

При отсутствии в сетях потребителей компенсирующих устройств (КУ) ЭЭРМ отображает удельные потери активной мощности в кВт на 1 квар реактивной мощности, которая передается по сети. В случае применения в сетях потребителей компенсирующих устройств, величина D отображает удельное уменьшение потерь активной мощности в сети на 1 квар установленной мощности КУ.

Коэффициент ЭЭРМ является определяющим в основной плате за потребление и генерацию реактивной энергии [3]. Основная плата, а, следовательно, и общая плата за потребление и генерацию реактивной электроэнергии, напрямую зависят от ЭЭРМ. В свою очередь его величина зависит от ряда факторов, в частности:

1. Расстояния от энергоисточника до потребителя (R);
2. Величины перетоков реактивной мощности (Q);
3. Величины напряжения питающей сети (U);
4. Взаимовлияния смежных потребителей на величину перетоков реактивной мощности.

Величина ЭЭРМ по формулам, приведенным в Методике, определяется как сумма ЭЭРМ в сетях без выделения доли потерь для каждого потребителя, обусловленной передачей конкретному потребителю реактивной мощности. Суммарные потери в общих ветвях питающего радиуса относятся ко всем потребителям, которые получают питание по эти ветвям [4].

Рядом специалистов предлагается с целью повышения точности и объективности расчета платы за перетоки реактивной электроэнергии между энергоснабжающей организацией и ее потребителями значение ЭЭРМ определять не для радиусов питания, а для нагрузочных узлов [5].

В случае тривиального радиуса питания потребителя (рис. 1) потери и ЭЭРМ определяются по упрощенным формулам (2) и (3) [3]:

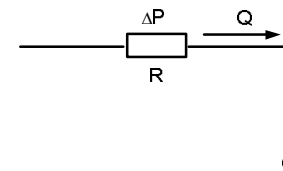


Рис. 1 – Тривиальный радиус питания

$$\Delta P = \frac{10^{-3}}{U^2} Q^2 \cdot R, \quad (2)$$

$$D = \frac{d\Delta P}{dQ} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{U^2} Q^2 \cdot R, \quad (3)$$

где ΔP - потери активной мощности (кВт) от передачи по сети реактивной мощности Q (кВАр);

U - уровень напряжения на вводе потребителя (кВ);

R - активное сопротивление радиуса питания потребителя (Ом);

D - ЭЭРМ, кВт/кВАр.

По формуле (3) определяется скорость изменения потерь ΔP при изменении Q или коэффициент удельного изменения потерь активной мощности при изменении реактивной мощности.

Если в сети тривиального радиуса питания потребителей брать в расчеты средние потери активной мощности ΔP за расчетный период от передачи реактивной мощности Q . То величина ЭЭРМ в этом случае рассчитывается по формуле:

$$D = \frac{\Delta P}{Q} = \frac{10^{-3}}{U^2} Q^2 \cdot R. \quad (4)$$

Величина D по формуле (3) оказывается в два раза больше в сравнении с ее значениями, которое находится по формуле (4). Соответственно и основная плата за потребление и генерацию реактивной электроэнергии тоже будет в два раза больше [4].

Вышеприведенное показывает неоднозначность определения величины D , используемой для расчета платы за перетекание реактивной электроэнергии между электропередающей организацией и ее потребителями.

Если рассмотреть однолинейную схему питания трех потребителей (рис. 2), у которых потребление реактивной мощности $Q_1 = Q_2 = Q_3$, сопротивления линий $R_1 = R_2 = R_3$, расстояния между потребителями и энергоисточником. $L_{0-1} = L_{1-2} = L_{2-3}$, и если у одного потребителя изменяется потребляемая реактивная мощность, например, $Q_1 \neq Q_2 = Q_3$ (генерации реактивной мощности нет) или изменяется сопротивление линии $R_1 \neq R_2 = R_3$ на участке L_{0-1} , то кроме изменения величины ЭЭРМ этого потребителя меняется значение ЭЭРМ у всех других потребителей.

Так, в частности, при увеличении потребления реактивной мощности (Q_1) в 2 раза величина ЭЭРМ всех потребителей данной сети увеличится примерно в 1,3 раза. При отключении одного из потребителей величина ЭЭРМ остальных потребителей уменьшится примерно в 1,6 раза.

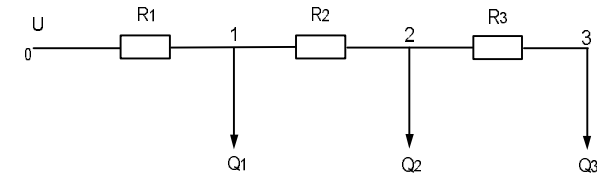


Рис. 2 – Схема питания трех потребителей

Указанные изменения параметров электроснабжения имеют реальные воплощения в виде: изменения электропотребления в результате расширения производства или полного закрытия предприятия; строительства новых линий электропередач или модернизации сетей и т.п. И при этом для смежных предприятий пересчет ЭЭРМ, по крайней мере, в течение 2-х лет может не осуществляться.

Исследования же для сетей с двухсторонним питанием показали, в частности, что при отключении одного из источников питания величина ЭЭРМ всех потребителей данной сети увеличивается в 2÷9 раз.

Также величина ЭЭРМ не учитывает характер нагрузки (индуктивная или емкостная), различие графиков потребления реактивной мощности, несимметрию по фазам.

Выводы: 1. Потребитель не в состоянии влиять на исходные данные для расчета ЭЭРМ - структуру сети, параметры и режимы работы сети, которые могут быть произвольно выбраны энегокомпанией. 2. При изменении параметров энергоснабжения смежных потребителей сети изменяется величина ЭЭРМ и потребителя, параметры энергопотребления которого не изменились. 3. Исследования показали возможность произвольной трактовки расчета ЭЭРМ энергоснабжающей (энергопередающей) организацией, что обязательно приведет к коррупции. 4. Необъективность определения (расчета) величины ЭЭРМ для потребителей не может способствовать эффективному экономическому регулированию перетоков реактивных мощностей в электрических сетях, как это задекларировано в Методике.

Список литературы: 1. Маркович И. М. Энергетические системы и их режимы / И. М. Маркович. – М.: Госэнергоиздат, 1952. – 312с. 2. Банин Д. Б. Економічні еквіваленти реактивної потужності. Математичний та чисельний аналіз / Д. Б. Банин, О. С. Яндульський // Промислова електроенергетика та електротехніка (Промелектро). – 2004.- №1. – С. 22-33. 3. Наказ Міністерства енергетики України №37 від 14-11.97 р. // Офіційний вісник України. —1998. – №1. 4. Рогальський Б. С. Про використання економічних еквівалентів реактивної потужності для визначення плати за перетоки між енергопостачальними компаніями і їх споживачами / Б.С. Рогальський, О.М. Нанака // Промислова електроенергетика та електротехніка (Промелектро). – 2004.- №4. – С. 44-51. 5. Рогальський Б. С. Концепція компенсації реактивної потужності в електричних мережах споживачів та енергопостачальних компаній / Б.С. Рогальський, О.М. Нанака // Промислова електроенергетика та електротехніка (Промелектро). – 2006.- №6. – С. 4-15.

Поступило в редколлегию 03.11.2010