



КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Правовые аспекты применения повышающих коэффициентов к тарифам за потребление реактивной энергии

Кузнецов А. В., доктор техн. наук

ФГБОУ ВПО “Ульяновский государственный технический университет”

Аргентова И. В., инж.

ОАО “Ульяновскэнерго”

Показано, что повышающие коэффициенты к тарифам на услуги по передаче электроэнергии оказывают стимулирующее воздействие на потребителей, подключенных к единой национальной сети, в части участия в регулировании режима реактивной мощности. Отмечено, что их применение ограничивается правовыми барьерами из-за несовершенства действующей методики расчета нормативных технологических потерь электроэнергии сетевой организации. Рассмотрены и предложены варианты ее изменения с целью исключения противоречий с действующим законодательством.

Ключевые слова: потребитель электроэнергии, система электроснабжения, реактивная мощность, передача электроэнергии, нагрузочные потери, тариф.

Экономические стимулы для потребителей электроэнергии за соблюдение ими установленных значений коэффициентов реактивной мощности применялись в нашей стране с 30-х годов прошлого столетия. Действовавшая гибкая система скидок и надбавок к тарифу на электроэнергию при установке потребителями компенсирующих устройств с целью снижения потоков реактивной мощности в электроэнергетической системе со временем изменялась.

После отмены приказом Минэнерго от 28 декабря 2000 г. № 167 “Правил применения скидок и надбавок к тарифам на электрическую энергию за потребление и генерацию реактивной энергии” и практически до настоящего времени никакой правовой основы для взаимодействия с потребителем в части оптимизации коэффициента реактивной мощности энергосистема не имела. Очевидно, что в такой ситуации многие потребители электроэнергии отключили имевшиеся у них компенсирующие устройства, а некоторые — вообще их демонтировали. Это привело к возникновению дополнительных потерь в электроэнергетической системе, снижению пропускной способности сетей, повышению для потребителя риска прекращения электроснабжения. Так, 25 мая 2005 г. на подстанции “Чагино” в Московской области произошла крупная авария, повлекшая за собой каскадное отключение потребителей. Анализ

[1] показал, что ее причина — неспособность сетей пропускать повышенные нагрузки, несмотря на вполне допустимые расчетные режимы. Своевременная оптимизация режимов реактивной мощности в сети могла бы предотвратить тяжелые последствия аварии. Поэтому несомненной является необходимость экономического воздействия на потребителей в части соблюдения установленных значений коэффициентов реактивной мощности.

Постановление Правительства РФ от 4 мая 2012 г. № 442 “О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии” предусматривает обязанность потребителя соблюдать установленные значения соотношения потребления активной и реактивной мощностей, которые определены приказом Минпромэнерго от 22 февраля 2007 г. № 49 [2]. В нем установлены предельные значения коэффициента реактивной мощности $\text{tg } \varphi$ для потребителей с присоединенной мощностью 150 кВт и выше (кроме населения и приравненных к нему). В настоящее время приказом ФСТ № 219-э/6 от 31.08.2010 г. утверждены методические указания по расчету повышающих (понижающих) коэффициентов к тарифам на услуги по передаче электроэнергии в зависимости от соотношения потребления активной и реактивной мощностей

для энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей, применяемых для определения обязательств сторон по договорам об оказании услуг по передаче электрической энергии по единой национальной (общероссийской) электрической сети (договорам энергоснабжения). Согласно данным указаниям для потребителя, имеющего границу раздела балансовой принадлежности по единой национальной (общероссийской) электрической сети (110, 220 кВ и выше) и нарушившего установленные нормы применяется повышающий коэффициент (ПК) к тарифу на услуги по передаче электроэнергии.

В приказе ФСТ указано, что составляющая повышения тарифа на электроэнергию (или другими словами — надбавка к тарифу) за потребление реактивной мощности сверх установленных предельных значений коэффициента реактивной мощности определяется по формуле

$$P_6 = 0,2(\operatorname{tg} \varphi_{ф.б} - \operatorname{tg} \varphi_{пред})d_6, \quad (1)$$

где $\operatorname{tg} \varphi_{ф.б}$ — фактическое значение соотношения потребления активной и реактивной мощностей в часы больших суточных нагрузок, установленных в соответствии с [2], в расчетный период (месяц); $\operatorname{tg} \varphi_{пред}$ — предельное значение соотношения потребления активной и реактивной мощностей (0,5 при напряжении 110 кВ); d_6 — отношение электрической энергии, потребленной в часы больших суточных нагрузок и за весь расчетный период (месяц).

При $\operatorname{tg} \varphi_{ф.б} < \operatorname{tg} \varphi_{пред}$ для часов, когда происходит потребление реактивной мощности, разность $\operatorname{tg} \varphi_{ф.б} - \operatorname{tg} \varphi_{пред}$ принимается равной нулю.

Указанный приказ ФСТ дает возможность применять на практике стимулирующие надбавки к тарифу, вынуждая тем самым потребителей, имеющих границу раздела балансовой принадлежности по единой национальной (общероссийской) электрической сети, участвовать в режиме регулирования реактивной мощности путем установки и эксплуатации компенсирующих устройств. Однако следует отметить, что применение каких-либо надбавок к тарифу на услуги по передаче электроэнергии требует особой осторожности с правовой точки зрения. Этот тариф — регулируемый. Его значение определяется на основе ФЗ № 41 “О государственном регулировании тарифов на тепловую и электрическую энергию в Российской Федерации” и следующих нормативных документов: “Основы ценообразования в области регулируемых цен (тарифов) в электроэнергетике”, “Методиче-

ские указания по расчету регулируемых тарифов и цен на электрическую энергию на розничном рынке”, “Методика расчета норматива технологических потерь электроэнергии (НТПЭ)”. Тариф включает в себя затраты на содержание электрических сетей сетевой организации, а также стоимость электроэнергии, потерянной в электрической сети при ее передаче, в соответствии с нормативом, рассчитанным по [3].

Если рассматривать надбавку по формуле (1) как оплату потребителем услуги по передаче ему реактивной мощности, то для сетевой организации ее размер будет определяться стоимостью потерь электроэнергии, обусловленных передачей так называемых сверхпредельных значений реактивной мощности, т. е. значений реактивной мощности, превышающих некоторое значение $Q_{пред}$, что соответствует значению установленного для потребителя $\operatorname{tg} \varphi_{пред}$. Эта надбавка не должна включаться в утверждаемый тариф. В противном случае возникает противоречие с принципом государственного регулирования, декларирующим экономическую обоснованность тарифа на услуги по передаче электроэнергии в соответствии с ФЗ № 41 “О государственном регулировании тарифов на тепловую и электрическую энергию в Российской Федерации”, а также с п. 5 раздела III “Основ ценообразования в области регулируемых цен (тарифов) в электроэнергетике”, в котором отмечается, что “регулирование цен (тарифов) основывается на принципе обязательности ведения раздельного учета организациями, осуществляющими регулируемые виды деятельности, объема продукции (услуг), доходов и расходов на производство, передачу и сбыт электрической энергии. При установлении регулируемых цен (тарифов) не допускается повторный учет одних и тех же расходов по указанным видам деятельности”.

Необходимо, чтобы доходы от применения установленного тарифа на услуги по передаче электроэнергии не включали в себя оплату потерь, связанных с передачей сверхпредельных значений реактивной мощности. Эти доходы должны быть получены сетевой организацией от использования надбавки — см. формулу (1). Но, к сожалению, это не выполняется. В действующей методике определения НТПЭ для расчета потерь при формировании регулируемого тарифа на услуги по передаче электроэнергии наряду с другими параметрами используются фактические значения передаваемой реактивной мощности. Это значит, что в случаях, когда фактические значения $Q_{факт}$ реактивной мощности

превышают установленные предельные $Q_{\text{пред}}$, потери, вычисленные по данной методике, содержат потери, связанные с передачей сверхпредельных значений реактивной мощности. Для того, чтобы эти потери не были включены в утверждаемый тариф, необходимо при расчетах использовать $Q_{\text{пред}}$, а не $Q_{\text{факт}}$. Тогда оплата потерь, связанных с передачей допредельных значений реактивной мощности, будет включена в тариф, а связанных с передачей сверхпредельных значений будет осуществляться в виде надбавки по формуле (1). В настоящее время потребитель дважды оплачивает потери, возникающие при передаче сверхпредельных значений реактивной мощности, что неправомерно.

Впервые предложения по изменению методики расчета НТПЭ применительно к расчету регулируемого тарифа были опубликованы в журнале "Промышленная энергетика" [4]. Их суть сводится к корректировке формул для расчета нагрузочных потерь $\Delta W_{\text{нагр}}$, кВт·ч. С учетом [4] предлагаем при использовании метода оперативных расчетов вместо формулы

$$\Delta W_{\text{нагр}} = 3 \sum_{i=1}^n R_i \sum_{j=1}^m I_{ij}^2 \Delta t_{ij} \cdot 10^{-3} \quad (2)$$

применять следующие выражения:

$$\left. \begin{aligned} \Delta W_{\text{нагр1}} &= 3 \sum_{i=1}^n R_i \sum_{j=1}^{m1} I_{ij}^2 \frac{1 + \text{tg}^2 \varphi_{\text{пред}}}{1 + \text{tg}^2 \varphi_{\text{фij}}} \Delta t_{ij} \cdot 10^{-3} \\ &\text{при } \text{tg} \varphi_{\text{фij}} > \text{tg} \varphi_{\text{пред}}; \\ \Delta W_{\text{нагр2}} &= 3 \sum_{i=1}^n R_i \sum_{j=1}^{m2} I_{ij}^2 \Delta t_{ij} \cdot 10^{-3} \\ &\text{при } \text{tg} \varphi_{\text{фij}} \leq \text{tg} \varphi_{\text{пред}}; \\ \Delta W_{\text{нагр}} &= \Delta W_{\text{нагр1}} + \Delta W_{\text{нагр2}}, \end{aligned} \right\} (3)$$

где n — количество элементов сети; Δt_{ij} — интервал времени, в течение которого токовую нагрузку I_{ij} i -го элемента сети с сопротивлением R_i принимают неизменной; m — число интервалов времени; $m1$ и $m2$ — число интервалов времени при $\text{tg} \varphi_{\text{фij}} > \text{tg} \varphi_{\text{пред}}$ и $\text{tg} \varphi_{\text{фij}} \leq \text{tg} \varphi_{\text{пред}}$; $\text{tg} \varphi_{\text{фij}}$ — фактический средневзвешенный коэффициент реактивной мощности i -го участка сети в течение j -го интервала времени.

При использовании для расчета НТПЭ, кВт·ч, метода расчетных суток предлагается вместо формулы

$$\Delta W_{\text{нагр}} = k_{\text{л}} \Delta W_{\text{ср}} D_j k_{\text{ф.с}}^2 \quad (4)$$

применять выражения:

$$\left. \begin{aligned} \Delta W_{\text{нагр1}} &= \sum_i^n \sum_j^{m1} \Delta W_{\text{ср}} k_{\text{л}} D_j k_{\text{ф.с}}^2 \frac{1 + \text{tg}^2 \varphi_{\text{пред}}}{1 + \text{tg}^2 \varphi_{\text{фij}}} \\ &\text{при } \text{tg} \varphi_{\text{фij}} > \text{tg} \varphi_{\text{пред}}; \\ \Delta W_{\text{нагр2}} &= \sum_i^n \sum_j^{m2} \Delta W_{\text{ср}} k_{\text{л}} D_j k_{\text{ф.с}}^2 \\ &\text{при } \text{tg} \varphi_{\text{фij}} \leq \text{tg} \varphi_{\text{пред}}; \\ \Delta W_{\text{нагр}} &= \Delta W_{\text{нагр1}} + \Delta W_{\text{нагр2}}, \end{aligned} \right\} (5)$$

где $\Delta W_{\text{ср}}$ — потери электроэнергии за сутки расчетного месяца со среднесуточным отпуском электроэнергии в сеть $W_{\text{ср}}$ и конфигурацией графиков нагрузки в узлах, соответствующей контрольным замерам, учитывающие значения активной и реактивной энергии, кВт·ч; $k_{\text{л}}$ — коэффициент, учитывающий влияние потерь в арматуре ВЛ (принимается равным 1,02 для линий напряжением 110 кВ и выше и равным 1,0 для линий более низких напряжений); $k_{\text{ф.с}}^2$ — квадрат коэффициента формы графика суточных отпусков электроэнергии в сеть (график с числом значений, равным числу дней в месяце контрольных замеров активной и реактивной энергии); D_j — эквивалентное число дней в j -м расчетном интервале (при расчете потерь электроэнергии за месяц $D_j = D_{\text{мес}}$).

В формуле (3) нагрузочные потери $\Delta W_{\text{нагр}}$ определяются как сумма нагрузочных потерь $\Delta W_{\text{нагр1}}$ и $\Delta W_{\text{нагр2}}$. Нагрузочные потери $\Delta W_{\text{нагр2}}$ представляют собой потери во всех ветвях схемы сети на интервалах времени, в которых по результатам измерений $\text{tg} \varphi_{\text{фij}} \leq \text{tg} \varphi_{\text{пред}}$. Это могут быть ветви как питающие нагрузку потребителей, так и не имеющие ее. На этих временных интервалах не требуются компенсация реактивной мощности и стимулирующее воздействие на потребителей и сетевую организацию в части поддержания установленного предельного значения соотношения реактивной и активной мощностей. Потери электроэнергии, связанные с передачей сверхпредельного значения реактивной мощности, на этих временных интервалах отсутствуют, поэтому технологические потери определяются по формуле (2) в соответствии с методом оперативных расчетов.

Потери $\Delta W_{\text{нагр1}}$ вычисляются для всех ветвей схемы сети на интервалах времени, в которых $\text{tg} \varphi_{\text{фij}} > \text{tg} \varphi_{\text{пред}}$. В этих временных интервалах в ветвях присутствуют потери электроэнергии, связанные с передачей сверхпредельного значения реактивной мощ-

ности. Если это ветвь, питающая нагрузку потребителя, то значение реактивной мощности должно быть скомпенсировано минимум до значения, равного предельному. При этом потери в ветви снизятся в $\frac{1+\operatorname{tg}^2\varphi_{\text{пред}}}{1+\operatorname{tg}^2\varphi_{\text{ф}}}$ раз.

Данное соотношение является коэффициентом приведения потерь при фактическом значении реактивной мощности к ее значению при $\operatorname{tg}\varphi_{\text{пред}}$. Он получен из соотношения

$$\frac{\Delta W_{\text{пред}}}{\Delta W_{\text{ф}}} = \frac{I_{\text{пред}}^2}{I_{\text{ф}}^2} = \frac{1+\operatorname{tg}^2\varphi_{\text{пред}}}{1+\operatorname{tg}^2\varphi_{\text{ф}}}, \quad (6)$$

где $\Delta W_{\text{пред}}$, $I_{\text{пред}}$ — потери электроэнергии и ток при значении реактивной мощности, равном предельному; $\Delta W_{\text{ф}}$, $I_{\text{ф}}$ — потери электроэнергии и ток при фактическом значении реактивной мощности.

Если же это ветвь, не имеющая непосредственно нагрузку потребителя, то можно предположить следующее. Когда все потребители скомпенсируют фактическое значение $\operatorname{tg}\varphi_{\text{фij}}$ до предельного, тогда во всех ветвях схемы (в том числе в ветвях, не питающих непосредственно нагрузку потребителя) и на всех временных интервалах соотношение реактивной и активной мощностей не будет превышать $\operatorname{tg}\varphi_{\text{пред}}$. Следовательно, формулу для расчета $\Delta W_{\text{нагр1}}$ можно применять для всех ветвей и на всех временных интервалах при $\operatorname{tg}\varphi_{\text{фij}} > \operatorname{tg}\varphi_{\text{пред}}$.

Аналогичными рассуждениями можно воспользоваться при расчете потерь методом расчетных суток по выражению (5).

Потери электроэнергии, вычисленные по выражениям (3) и (5), не включают в себя потери, связанные с передачей сверхпредельных значений реактивной мощности. Стоимость этих потерь не входит в регулируемый тариф. Поэтому с правовой точки зрения не будет противозаконным взимать плату за услугу по передаче сверхпредельных значений реактивной мощности с потребителей в форме повышающего коэффициента.

Выводы

1. Повышающие (понижающие) коэффициенты к тарифам на услуги по передаче электрической энергии стимулируют потребителей, подключенных к единой национальной сети, к участию в регулировании режима реактивной мощности.

2. Необходимо расширить круг потребителей — участников регулирования режима реактивной мощности путем ускорения выпол-

нения постановления Правительства РФ [5] (п. 3 б).

3. Применение повышающих коэффициентов при действующей методике расчета НТПЭ неправомерно с точки зрения ФЗ № 41 “О государственном регулировании тарифов на тепловую и электрическую энергию в Российской Федерации”, а также ценообразования в области регулируемых цен (тарифов) в электроэнергетике [6].

4. Изменение методики расчета НТПЭ для расчета регулируемого тарифа на передачу электроэнергии в соответствии с выражениями (3) и (5) позволит снять правовые ограничения на использование повышающих коэффициентов, что станет экономическим стимулом для привлечения потребителей, присоединенных к единой национальной сети, к регулированию режима реактивной мощности.

Список литературы

1. **Отчет** ОАО РАО “ЕЭС России” по расследованию аварии в ЕЭС России, произошедшей 25.05.2005 г. (http://www.kef.ru/art_010.shtml).
2. **Порядок** расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей электрической энергии, применяемых для определения обязательств сторон в договорах об оказании услуг по передаче электрической энергии (договорах энергоснабжения). Приказ № 49 Минпромэнерго РФ от 22.02.2007 г. (<http://consultant.ru>).
3. **Инструкция** по организации в Министерстве энергетики РФ работы по расчету и обоснованию нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям. Приказ № 326 Минэнерго РФ от 30.12.2008 г. (<http://consultant.ru>).
4. **Кузнецов А. В., Пестов С. М., Егорова Н. Ю.** О применении повышающих коэффициентов к тарифу на услуги по передаче электроэнергии за потребление реактивной энергии. — *Промышленная энергетика*, 2010, № 3.
5. **Постановление** Правительства Российской Федерации от 3 марта 2010 г. № 117 “О порядке отбора субъектов электроэнергетики и потребителей электрической энергии, оказывающих услуги по обеспечению системной надежности, и оказания таких услуг, а также об утверждении изменений, которые вносятся в акты Правительства Российской Федерации по вопросам оказания услуг по обеспечению системной надежности (<http://consultant.ru>).
6. **О ценообразовании** в области регулируемых цен (тарифов) в электроэнергетике (вместе с “Основами ценообразования в области регулируемых цен (тарифов) в электроэнергетике”, “Правилами государственного регулирования (пересмотра, применения цен (тарифов) в электроэнергетике”). Постановление Правительства РФ от 29 декабря 2011 г. № 1178 (<http://consultant.ru>).