

Приведен обзор и критический анализ подходов к решению вопроса компенсации реактивной мощности. Предложен принципиально новый подход к решению вопроса о компенсации реактивной мощности.

УДК 621.316

Ю.В.Владимиров, канд.техн.наук,
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»

О КОНЦЕПЦИИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Энергетический кризис 70-х годов прошлого столетия заставил промышленно развитые страны мира в государственном масштабе заняться экономией топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). При этом, один из главных формирователей энергетической политики этих стран с указанного периода направлен на обеспечение безопасности энергоснабжения. События последних лет в мире только обострили эти проблемы. Для Украины проблемы безопасности энергоснабжения и энергосбережения стали приобретать очертания только после развала Советского Союза. В полной же мере эти проблемы встали перед Украиной в начале нынешнего тысячелетия, когда промышленность Украины начала подыматься «с колен». Обострение этих проблем в связи с «газовым кризисом» 2005-2006 годов на Украине требует незамедлительного реагирования. Данные проблемы энергетики, естественно, проецируются и на электроэнергетику. Нельзя забывать, что потребление электроэнергии растет более быстрыми темпами с самого начала использования электроэнергии в промышленных масштабах, чем суммарное потребление всех других ТЭР.

Достаточно большой резерв в экономии ТЭР и, следовательно, снижение энергозависимости Украины от закупаемого топлива имеется за счет снижения активных потерь в электрических сетях всех назначений (высоковольтных сетях энергосистем, распределительных сетях Облэнерго, сетях потребителей). При этом следует помнить, что указанные потери после отделения электроэнергетической системы Украины от Единой энергетической системы Советского Союза имели устойчивую тенденцию к увеличению [1].

Известно, что одним из основных и самых эффективных мероприятий по снижению потерь в электрических сетях есть ввод в них компенсирующих устройств реактивной мощности [2].

В силу вышеуказанных факторов не новая проблема компенсации реактивной мощности (КРМ) встала в число основных задач развития и функционирования систем электроснабжения Украины.

Это подтверждается и разработкой государственной «Методики обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії між електропередавальною організацією та її споживачами» (Методика [3,4]) и многочисленными публикациями, основные идеи которых были озвучены при проведении круглого стола по данному вопросу [5].

К сожалению, большинство специалистов ограничились критикой Методики, предлагая лишь ее «косметический ремонт» (усовершенствование). При этом, справедливости ради, следует отметить, что рядом специалистов были отмечены принципиальные ошибки Методики, в частности отсутствие принципа распределения ответственности за потери между потребителями за перетекание реактивной энергии [6÷8], что не позволяет основать справедливую плату за реактивные перетоки. Также отмечалось, что «обленерго не зацікавлені в будь якій компенсації реактивних навантажень: в своїх

мережах через те, що вони не платять за перетікання реактивної енергії; в мережах споживачів – через те, що вони отримують прибуток від споживачів у вигляді плати за перетікання реактивної енергії» [9].

Последовательную принципиальную позицию по непринятию Методики занимает посессор Зорин В.В., который в своих работах показал ошибочность и недостаточную научную обоснованность ряда положений Методики, также ее одностороннюю направленность в интересах монополиста – энергосберегающей организации [10÷13]. Автор данной статьи согласен с большей частью его выводов и заключений и кроме того в своих работах [14÷16] указывал на отрицательный эффект от применения Методики.

Следует также отметить, что хотя с точки зрения государства КРМ в электрических сетях всех назначений всегда выгодна, поскольку уменьшает потребности в первичных ТЭР, однако среди институтов современной энергетики Украины (Минэнерго, Энергорынок НЕК Украины, Облэнерго) нет такого, который бы отстаивал общегосударственный интерес в этом вопросе, а не решая свои узковедомственные или корпоративные интересы (см. например, ранее приведенную цитату из [9]). Более того, с точки зрения потребителя в условиях новых рыночных отношений установка устройств КРМ в своих сетях далеко не всегда выгодна [14, 15, 17,18] Такой же точки зрения придерживаются ряд российских специалистов [19,20] .

Одной из последних серьезных работ по решению вопроса КРМ в электрических сетях есть опубликованная в «Промелектро» «Концепція» [21]. В данной работе проведен достаточно полный и объективный анализ сложившейся в Украине ситуации с КРМ сделан ряд важных выводов, дан ряд полезных рекомендаций и предложений. Однако и в данной работе основной вывод – не отменить действующую Методику [4] , а «суттєво удосконалити діючу Методику». Таким образом, будет создана модернизированная Методика, которая будет такая же громоздкая и «непрозрачная», предусматривающая целый ряд оговорок в виде «знижок оплати», «додаткової плати» и т.п. Особый интерес вызывает предложение включить в систему взаиморасчетов „відшкодування ЕК збитків споживача”. По мнению автора данной статьи, этот пункт Методики никогда не будет реализовываться. ЭК (энергокомпания) оставаясь монополистом найдет возможность не производить возмещения убытков потребителя или по крайней мере реальных сумм этих убытков, даже под угрозой «расстрела».

Серьезное замечание вызывает предложение о разработке „нормативно-методичних матеріалів визначення ВІР або економічно доцільних рівнів компенсації реактивних навантажень в електричних мережах споживачів та ЕК на основі системного підходу”.

Действительно, применение системного подхода к КРМ, в частности в электрических сетях Советского Союза [22], несмотря на свои недостатки, позволяло защищать в какой-то мере общегосударственные интересы. В современных рыночных отношениях, к сожалению, он не применим. Тут можно привести высказывание одного из основных идеологов системного расчета Ю.С.Железко, сделанное еще на первых стадиях внедрения этого подхода – «в условиях капиталистической системы хозяйствования не может возникнуть задача получения наибольшего общегосударственного эффекта независимо от эффекта, получаемого отдельным капиталистическим предприятием» [2]. Данный вывод подтвержден и в [19]. Кроме того, следует отметить, что в советский период развития экономики нашей страны установка средств КРМ в сетях потребителей фактически осуществлялась за счет государственного бюджета. Потребители (будучи практически исключительно государственной собственностью) получали государственное финансирование от своих министерств и ведомств на развитие новой техники, модернизацию, реконструкцию и т.п., за счет этих средств и осуществлялась, в основном, установка устройств КРМ. Поэтому в настоящее время сбалансировать интересы

энергоснабжающих организаций и потребителей на основе системного подхода в вопросе КРМ не возможно, поскольку они, как правило, диаметрально противоположны.

Принципиально иной подход к снижению потерь активной электроэнергии пропагандирует проф. Кизилев В.У. [23÷25]. Отмечая четыре свойства потребителя электроэнергии, которые создают дополнительные потери в питающей сети: реактивный характер нагрузки, нелинейность, нестационарность и несимметрию, он, естественно, считает что, разрабатывая принципы компенсации дополнительных потерь необходимо использовать алгоритмы, позволяющие компенсировать искажающие свойства потребителя электроэнергии, вызванные не только реактивным характером нагрузки, но и нелинейностью, нестационарностью и несимметрией потребителя электроэнергии. На сегодня существующие реактивные счетчики измеряют только составляющую, определяемую реактивным характером нагрузки и не реагирует на другие свойства потребителя, влияющие на потери и следовательно потребитель не платит за дополнительные потери из-за этих причин. В соответствии с вышеуказанным фактически предлагается вместо «компенсации реактивной мощности» осуществлять «компенсацию искажающих свойств потребителей электроэнергии», на основе компенсации «реактивного тока» по S.Frise [26].

Такой глобальный подход к проблеме снижения потерь в электрических сетях есть справедливым и весьма перспективным. Однако на пути его внедрения в настоящее время на Украине существует огромное количество препятствий и прежде всего неготовность специалистов научного и производственного сообщества воспринять данную идею (яркие примеры этого мнения приведены в [5,27,28]), а также отсутствие нормативной базы. Видится, что именно этот подход в конечном итоге все-таки возобладает.

Необходимость снижения потерь в электрических сетях Украины требует срочного решения этой проблемы максимально простыми и понятными методами.

Поскольку автором статьи не обосновываются термины, то их использование осуществляется в общепринятом у электроэнергетиков смысле. Однако, как отмечалось еще в [2], некоторые терминологические трудности возникают при использовании понятий «реактивная мощность» и «реактивная энергия», поэтому следует помнить об их условности. Более того, в [2] отмечалось, что понятие «энергия» в соответствии с физическими основами равнозначно понятию «работа» однако за счет «реактивной энергии» никакой работы не совершается. Это же доказано в [23]. Именно поэтому, в связи с неопределенностью теоретической обоснованности термина «реактивная электроэнергия» автор оставляет за собой право и в дальнейшем использовать в некоторых случаях этот термин в кавычках, а под величиной потребленной или генерируемой «реактивной электроэнергией» понимать показания реактивных счетчиков.

Проведя анализ существующих подходов к решению вопроса о КРМ, автор данной статьи считает, что пора изменить порочную практику создания сложных и запутанных директивных и нормативных документов, к которым в частности относится и Методика [4].

Суть предложений заключается в следующем. То что активная электроэнергия является продуктом, который можно продавать и покупать, и что «реактивная электроэнергия» есть неотъемлемой спутницей активной электроэнергии, у специалистов не вызывает сомнения. Это еще раз подтверждено в [21].

Следовательно, потребитель электроэнергии в праве получать весь комплекс услуг от электроснабжающей организации, в т.ч. и поставку реактивной мощности, данная услуга должна быть закреплена в государственной лицензии, выдаваемой для ведения хозяйственной деятельности ЕК. Естественно ЭК в праве получать за этот вид деятельности оплату от потребителей. Однако потребитель не должен оплачивать за то, на

что он влиять не может, в частности, за состояние электрических сетей ЭК и их схемы, удаленность от генерирующих источников и т.п. А именно это учитывается ЕЕРП в действующей Методике [4]. На данный аспект обращалось внимание в [10,16]. Расчет потребителя с ЭК за «реактивную электроэнергию» должен быть максимально простым и «прозрачным». В [29] была предложена формула расчета платы за «реактивную энергию» P_Q с учетом дополнительного фактора влияния нестационарности нагрузки на потери в электрических сетях:

$$P_Q = W_Q \cdot k_{\phi}^2 \cdot C_Q$$

где W_Q – количество потребленной (генерируемой) «реактивной электроэнергии» по показаниям реактивных счетчиков,

k_{ϕ} – коэффициент формы графика нагрузки потребителя по реактивной мощности,

C_Q – тариф за стационарное потребление «реактивной энергии» по показаниям реактивного счетчика (должен устанавливать НКРЭ).

Формула расчета за «реактивную энергию» может быть расширена за счет ввода в нее поправочных коэффициентов учитывающих факторы нелинейности и несимметрии в нагрузке потребителей. Однако это может быть допустимо только если будет доказана однозначность зависимости (линейная или нелинейная) этих поправочных коэффициентов с увеличением потерь в электрических сетях от вышеуказанных факторов, аналогично как это было доказано для фактора влияния нестационарности нагрузки [29].

Таким образом, предлагается принципиально новый подход к решению вопроса компенсации реактивной мощности в электрических сетях, где ответственными за эту компенсацию являются энергоснабжающие компании (ЭК). ЭК получая оплату за «реактивную энергию» от потребителей, решают вопросы КРМ, устанавливая за свой счет устройства КРМ в своих сетях, а при необходимости по договору с потребителем в его сетях.

Установка устройств КРМ в сетях потребителей за их счет должна производиться по инициативе самих потребителей с учетом их финансовой выгоды.

Для крупных потребителей при их вводе или реконструкции сетей и производств в «Условиях на подключение» могут быть предусмотрены обоснованные требования по установке КРМ, при этом выполнение этих технических требований не должно приводить к необходимости дополнительной оплаты потребителем за реактивную мощность.

Одним из главных вопросов, на который необходимо ответить при внедрении системы оплаты за «реактивную энергию», является «кто (какой потребитель) должен быть плательщиком за «реактивную мощность». Необходимо четкое обоснование потребителя-плательщика. В ныне же действующей Методике – это были в первой редакции [3] потребители активной электроэнергии свыше 30000 квт·ч, а во второй редакции [4] без всяких обоснований и объяснений – свыше 5000 квт·ч.

Выводы. Немедленно отменить применение «Методики обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії між електропередавальною організацією та її споживачами»

2. Потребитель имеет право получать от энергоснабжающей организации весь комплекс услуг по поставке электрической энергии, в т.ч. и поставку «реактивной электроэнергии».

3. Потребитель обязан оплачивать поставленную «реактивную электроэнергию» в соответствии с ее количеством и тем негативным влиянием, которое оказывает сам потребитель на сеть энергоснабжающей организации в результате этого потребления.

4. Полная ответственность за КРМ в электрических сетях должна лежать на энергоснабжающих организациях

Література

1. Ю.Ютіліч Сучасний стан електроенергетики України. Шляхи підвищення ефективності роботи енергетичної галузі.// Виклад доповідей 2-й Міжнародної науково-практичної конференції „Управління енерговикористанням” м. Львів, 03-06 червня 977 р, С.7.
2. Железко Ю.С. Компенсация реактивной мощности в сложных электрических системах. – М:Энергоиздат, 1981.200с.
3. Методика розрахунків плати за перетоки реактивної електроенергії між енергопостачальною організацією та її споживачами. Наказ Міністерства енергетики України №37 від 14.1.97р.//Офіційний вісник України 1998 -№1.
4. Методика обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії між електропередавальною організацією та її споживачами Наказ міністерства палива та енергетики України №19 від 17.01.2002р.//Офіційний вісник України.-2002.-№6
5. Проблемні питання компенсації реактивної потужності. Інформація про підготовку та хід засідання круглого столу // Промелектро.- 2004.-№5.-С.4-11.
6. Демов О.Д., Войнаровський А.Ж., Захаров В.В. Розподіл між споживачами втрат від передачі реактивної потужності в мережах енергопостачальних компаній.//Промелектро.-2006.-№1.-с.35-38.
7. Рогальський Б.С., Нанака О.М. Про надбавку до плати за реактивну енергію за недостатнє оснащення мереж споживача засобами компенсації реактивної потужності.// Промелектро.-2004.-№5.-С.41-44.
8. Омельчук А.О., Козарський В.В., Квицинський А.О., Іванов В.В. Щодо економічної оцінки реактивної енергії в мережах споживачів. // Промелектро.-2005.-№1.-С.51-54.
9. Рогальський Б.С., Кузміньська С.О., Праховник А.В. та др.. Ще раз про визначення економічно-доцільних обсягів споживання реактивної енергії // Промелектро.-2005.-№3.-С.6-12
10. Зорин В.В. Об оплате за перетоки реактивной энергии в условиях рыночных отношений// Промэлектро – 2004 -- №4 – С.22-23.
11. Зорин В.В. Концепция компенсации реактивной мощности в распределительных электрических сетях// Промэлектро – 2005 - №3 – С. 24-26
12. Зорин В.В. Экономические обоснованные значения перетоков и степени компенсации реактивной мощности в сети потребителя// Электрика. – Москва 2005.-№12.-С.13-16.
13. Зорин В.В., Облакевич С.В. Новые подходы при определении обоснованной степени компенсации и оплаты за перетоки реактивной мощности// Промэлектро – 2006 - №1 – С. 23-29.
14. Владимиров Ю.В О методике расчетов оплаты за перетоки реактивной электроэнергии между энергоснабжающей организацией и ее потребителями. Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Сборник научных трудов. Выпуск 127. – Харьков: ХДПУ, 2000 г., с. 105-109
15. Владимиров Ю.В., Смилянский И.И. О Методике расчетов оплаты за перетоки реактивной электроэнергии между энергоснабжающей организацией и потребителями // Энергетика и электрификация. 2002. № 11. С. 31-34.
16. Владимиров Ю.В., Крамская Т.А. О проблемах компенсации реактивной мощности в сетях потребителей//Ефективність та якість електропостачання промислових підприємств: V міжнародна науково-технічна конф.зб.праць.-Маріуполь:Вид-воПДТУ,2005.-С.275-277.
17. Владимиров Ю.В, Крамская Т.А.Возможные рекомендации по выбору мощности компенсирующих устройств на промышленных предприятиях // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Електроенергетика і перетворююча техніка.- 2003.-№9, С.9-12
18. Владимиров Ю.В, Крамская Т.А,Смилянский И.И К вопросу о целесообразности компенсации реактивной мощности в электрических сетях потребителей в свете действующей методики об оплате за перетоки реактивной электроэнергии// Вісник Харківського державного технічного університету сільськогосподарства. Проблеми енергозапечення та енергозбереження в АПК України. Вип.19 Том П.-Харків:ХДТУСГ , 2003.-С.169-174.

19. Кудрин Б.И. История компенсации реактивной мощности: комментарий главного редактора// Электрика. –Москва.-2001.-№6.-С.26-29
20. Кузнецов А.В. Новая методика расчета скидок и надбавок к тарифам на электроэнергию за потребление и генерацию реактивной мощности на потребительском рынке.// Материалы Четвертой российской научно-технической конференции «Энергосбережение в городском хозяйстве, энергетике, промышленности», Ульяновск, 24-25 апреля 2003 г.
21. Рогальський Б.С., Нанака О.М., Праховник А.В. и др. Концепція компенсації реактивної потужності в електричних мережах споживачів та енергопостачальних компаній// Промелектро.- 2006.-№3.-С. 4-5.
22. Инструкция по системному расчету компенсации реактивной мощности в электрических сетях // Промышленная энергетика .- 1990.-№1.-С.50-55.
23. Кизилев В.У., Светелик А.Д. О понятии «реактивная мощность»//Энергетика и электрификация.- 2005.-№2.-С.35-38
24. Кизилев В.У Оптимальная компенсация искажающих свойств трехфазного потребителя электроэнергии// Вісник Приазовського державного технічного університету: Зб.наук. пр.-Вип 15. 4.2. – Маріуполь, 2005.-С.41-43”,
25. Кизилев В.У К концепции компенсации некачественности потребителя электроэнергии // Энергетика и электрификация, №1, 2007, - С. 50-52
26. Кизилев В.У Оптимальное разложение тока на активную и реактивную составляющие Вісник НТУ “ХПІ”.Збірник наукових праць «Електроенергетика і перетворююча техніка».Харків, НТУ “ХПІ” 2003 р №9, т.4. с . 3-8.
27. Думка більшості учасників засідання круглого столу з проблемних питань компенсації реактивної потужності // Промелектро.- 2004.-№5.-С. 11-13.
28. Арбузов Є. Позиція держенергонагляду України // Промелектро.- 2004.-№5.-С. 13-14.
29. Владимиров Ю.В., Крамская Т.А. Учет фактора влияния нестационарности нагрузки на потери в электрических сетях от перетоков реактивных мощностей.// Восточно-европейский журнал передовых технологий.-Харьков.2006.- №4/3(22).-С.46-49

ПРО КОНЦЕПЦІЮ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Ю.В.Владимиров

Приведений огляд і критичний аналіз підходів до рішення питання компенсації реактивної потужності. Запропонований принципово новий підхід до рішення питання про компенсацію реактивної потужності

BOUT CONCEPTION OF INDEMNIFICATION REACTIVE POWER

U.V Vladimirov

A review and critical analysis of approaches is resulted to the decision of question of indemnification reaktivnoy power. On principle new approach is offered to the decision of question about kompensatsii of reactive power