

Работа по энергосбережению должна быть направлена на то, чтобы прирост потребности предприятия в ТЭР удовлетворялся в основном за счет экономии. Основными показателями эффективности использования ТЭР в результате внедрения мероприятий по энергосбережению является абсолютная и относительная их экономия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный комитет по энергосбережению и энергетическому надзору Республики Беларусь. Положение по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве Республики Беларусь – Мн.: 1997

УДК 621.3.072.2

### ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОЙ СТЕПЕНИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ПРИ ОПЛАТЕ ПОТРЕБИТЕЛЕМ ЗА ГЕНЕРИРУЕМУЮ И ПОТРЕБЛЯЕМУЮ РЕАКТИВНУЮ МОЩНОСТЬ И ЭНЕРГИЮ

Зеленькевич А.И., ст. преподаватель

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь

В [1] была рассмотрена экономическая эффективность компенсации реактивной мощности (КРМ) при учете потребляемой и генерируемой реактивной мощности и энергии при

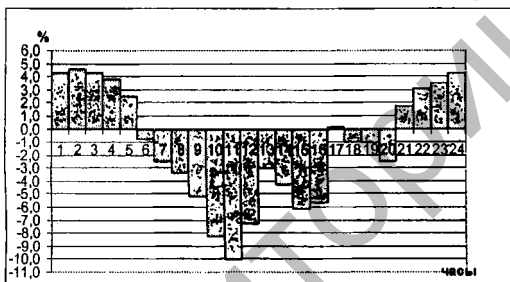


Рисунок 1 — Величина отклонения напряжения у потребителя (без КРМ при стабилизации напряжения на питающей ПС на уровне +5% и надбавке ПБВ трансформатора 10/0,4 кВ +2,5%)

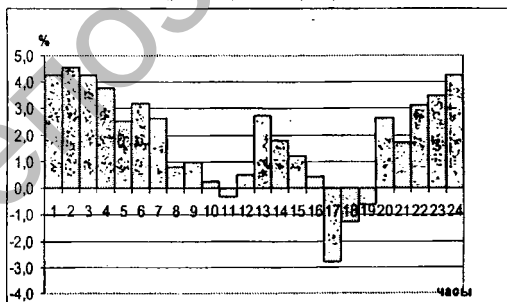


Рисунок 2 — Величина отклонения напряжения у потребителя (при КРМ со ступенями РКУ определенными по модифицированной методике)

различных способах расчета мощности ступеней автоматических конденсаторных установок (АКУ). Исследования показали, что применение методики расчета величины ступеней АКУ не учитывающие введение данных скидок и надбавок не позволяет эффективно использовать АКУ. Срок окупаемости капиталовложений в АКУ при выборе мощности ступеней по критерию минимума пере- и недокомпенсации реактивной мощности значительно превышает срок окупаемости при выборе мощности ступеней по критерию минимума оплаты за генерируемую и потребляемую реактивную мощность и энергию.

Расчеты проводились для схемы питания потребителя содержащей линию ВЛ 10кВ длиной 10 км и трансформатора мощностью 100 кВА со средней нагрузкой 80%. Величина скидок и надбавок к плате за потребление и генерацию реактивной мощности и энергии потребителем без применения установки КРМ составила 128,1 тыс. руб. в сутки

Изменения потерь напряжения в сети 10 и 0,38 кВ без компенсации реактивной мощности при стабилизации напряжения на питающей подстанции на уровне +5% и оптимальной надбавке ПБВ трансформатора 10/0,4 кВ равной +2,5% представлены на рисунке 1.

Как видно из рисунка, в часы максимума нагрузок отклонение напряжения у потребителя выходит за допустимые пределы. Следовательно, необходимо принять меры по повышению уровня напряжения. Одним из способов уменьшения потерь напряжения в элементах электроустановок является компенсация реактивной мощности.

Величину ступеней РКУ определим по модифицированной методике, приведенной в [2]. За критерий оптимальности примем минимум оплаты за генерируемую и потребляемую реактивную мощность и энергию. Для этого в часы минимума нагрузок АКУ отключим полностью, не взирая на снижение  $\cos \varphi$ , а в часы максимума нагрузок — включим все ступени АКУ для того, чтобы генерировать в сеть максимум реактивной мощности. Влияние применения РКУ с параметрами, рассчитанными по модифицированной методике, на уровни напряжения в сети представлены на рисунке 2.

Как видно из рисунка, отклонение напряжения у потребителя не выходит за допустимые пределы.

Плата за потребление и генерацию реактивной мощности и энергии потребителем с применением установки по КРМ с параметрами определенными по минимуму оплаты составит -190 тыс. руб. в сутки, т.е. снижение платы за электроэнергию составит 318,1 тыс. руб/сут по сравнению с вариантом без компенсации.

Рассмотрим случай, когда у потребителя установлена РКУ с мощностью превышающей минимально-необходимую для компенсации реактивной мощности.

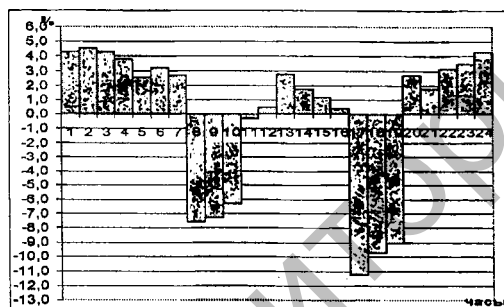


Рисунок 3 — Величина отклонения напряжения у потребителя (при компенсации реактивной мощности со ступенями РКУ превышающими минимально-необходимые для компенсации реактивной мощности)

В тоже время, как видно из рисунка 3, при перекомпенсации уровень напряжения в сети значительно увеличивается и отклонение напряжения у потребителя выходит за допустимые пределы. Избежать подобного можно введя в устройство управления РКУ функции предварительного определения уровня напряжения при включении следующей (большей) ступени конденсаторов. Пример реализации подобного запрета на включение рассмотрен в [3].

Влияние применения РКУ с параметрами, превышающими минимально-необходимые для компенсации реактивной мощности, на уровни напряжения в сети представлены на рисунке 3. Плата за потребление и генерацию реактивной мощности и энергии потребителем с применением установки по КРМ с параметрами, превышающими минимально-необходимые для компенсации реактивной мощности составит -533,4 тыс. руб/сут. Как показывает анализ при увеличении максимальной мощности РКУ до 200 квар, снижение платы за электроэнергию составит 343428 руб/сут, что составляет 30%.

Другим решением данной проблемы является использование в сетях трансформаторов 10/0,4 кВ с устройством РПН. Как показывают расчеты, при использовании РПН 10/0,4кВ отклонение напряжения у потребителя не выходит за допустимые пределы при увеличении мощности РКУ в 1,9-2,2 раза по сравнению с мощностью рассчитанной для полной компенсации реактивной мощности потребителя. При использовании для питания потребителей подстанций «глубокого ввода» (110/10кВ, 35/10кВ) появляется возможность еще большего увеличения мощности РКУ. Это обусловлено тем, что уровень напряжения у потребителя можно регулировать еще и РПН трансформатора 35/10 кВ.

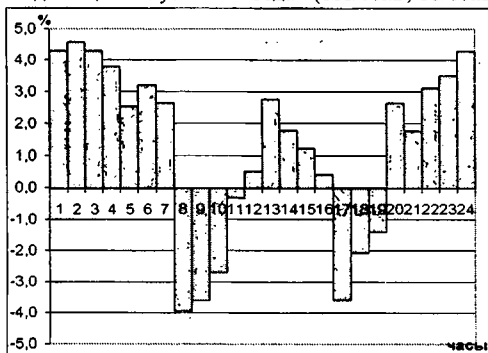


Рисунок 4 — Величина отклонения напряжения у потребителя (при КРМ со ступенями РКУ превышающими минимально-необходимые для КРМ) при использовании трансформаторов 35/10 кВ и 10/0,4 кВ с РПН потребителя не выходит за допустимые пределы.

Влияние применения РКУ с параметрами, превышающими минимально-необходимые для компенсации реактивной мощности, на уровни напряжения в сети при использовании трансформаторов 35/10 кВ и 10/0,4 кВ с РПН представлены на рисунке 4.

Из рисунка видно, что отклонение напряжения у потребителя не выходит за допустимые пределы. Как показывают расчеты, даже при 4-х кратном увеличении мощности РКУ при использовании РПН 35/10кВ и РПН 10/0,4кВ отклонение напряжения у потребителя не выходит за допустимые пределы.

Плата за потребление и генерацию реактивной мощности и энергии потребителем с применением установки по КРМ с параметрами превышающими минимально-необходимые для компенсации реактивной мощности при использовании РПН 35/10кВ и РПН 10/0,4кВ составит -1220,3 тыс. руб./сут.

Скидка к тарифу на электроэнергию для данного потребителя составляет 1,22 млн. рублей за сутки, что составляет около 8-11% от всей суммы платежа за электроэнергию. Даже при существующем тарифе, установка дополнительной мощности РКУ целесообразна. Работа РКУ в таком режиме возможна при совместном управлении устройством РПН 35/10кВ, устройством РПН 10/0,4кВ и РКУ. Пример возможной реализации такого управления приведен в [4].

#### ВЫВОДЫ

1. При применении установки КРМ с параметрами превышающими минимально-необходимые для компенсации реактивной мощности, происходит дальнейшее значительное снижение платы за электроэнергию. В тоже время, при перекомпенсации уровень напряжения в сети значительно увеличивается и отклонение напряжения у потребителя может выходить за допустимые пределы.
2. При перекомпенсации ограничение величины отклонения напряжения у потребителя возможно либо при вводе в устройство управления РКУ функции предварительного определения уровня напряжения при включении следующей (большей) ступени конденсаторов, либо при использовании в сетях трансформаторов 10/0,4 кВ с устройством РПН.
3. При компенсации реактивной мощности со ступенями РКУ превышающими минимально-необходимые для компенсации реактивной мощности) и использовании трансформаторов 35/10 кВ и 10/0,4 кВ с РПН, даже при 4-х кратном увеличении мощности РКУ отклонение напряжения у потребителя не выходит за допустимые пределы. Скидка к тарифу на электроэнергию для потребителя составляет около 8-11% от всей суммы платежа за электроэнергию.

4. Установка подобных РКУ с завышенной мощностью и трансформаторов 10/0,4 с РПН (типа ТМН (РФ), ТЕТ (Чехия) и др.) позволит сократить дефицит реактивной мощности в энергосистеме, снизить потери электроэнергии в электрических сетях потребителей, разгрузить питающие сети от передачи реактивной мощности, увеличив тем самым их пропускную способность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Счастный В.П., Зеленькевич А.И. Особенности компенсации реактивной мощности при различных способах учета электроэнергии // Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК: материалы международной научно-технической конференции, Минск, 2009 г. / УО "БГАТУ". – Минск, 2009. – С.55–58.

2. Зеленькевич, А.И. Влияние различных способов компенсации реактивной мощности у потребителя на режим напряжения // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: материалы 7 международной научно-технической конференции, РФ, Москва / ВИЭСХ. – Москва, 2010.

3. Устройство для управления оборудованием двухтрансформаторной подстанции: пат. 5573 Респ. Беларусь, МПК7Н 02J 3/18, Н 02Н 3/20, G 05B 13/02, G 05F 1/70 / В.П. Счастный, А.И. Зеленькевич; заявитель УО "БГАТУ" - № и 20090181; заявл. 2009.03.10; опубл. 2009.10.30 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 2.

4. Устройство для управления оборудованием потребительской трансформаторной подстанции: пат. 4613 Респ. Беларусь, МПК7 Н 02J 3/18, Н 01F 21/00, G 05B 13/02 / В.П. Счастный, А.И. Зеленькевич; заявитель УО "БГАТУ" - № и 20080011; заявл. 2008.01.14; опубл. 2008.08.30 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2008. – № 2.

### ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Кулаковский Д.А., Зеленькевич А.И., ст. преподаватель, Журко В.С., Зеньков А.Б.  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь*

Повышение качества электрической энергии является важным вопросом в улучшении показателей электроснабжения потребителей. Существует много способов повышения качества электрической энергии, но один из более перспективных – это применение устройств компенсации реактивной мощности. Необходимость компенсации реактивной мощности заключается в низких коэффициентах мощности  $\cos \varphi = 0,7 \dots 0,8$ ; потерях электроэнергии и потерях напряжения; уменьшении пропускной способности линий электропередач и трансформаторов.

В настоящее время в сельском хозяйстве значительно возрастает количество однофазных электроприемников и распределение их по фазам питающих сетей производится неравномерно, поэтому возникает перегрузка или недогрузка фаз. Вследствие этого возникает значительная несимметрия напряжений, вызывающая дополнительные потери мощности и электроэнергии.

Пути решения данной проблемы в электрических сетях сельскохозяйственного назначения является проведение организационных (выравнивание нагрузок по фазам) и технических (применение однофазных конденсаторов и батарей статических конденсаторов для компенсации реактивной мощности) мероприятий.

В БГАТУ разработано устройство для симметрирования и компенсации реактивной мощности [1], состоящее из трех трехфазных батарей конденсаторов с соединением конденсаторов каждой батареи в треугольник и системы выключателей для изменения ступеней компенсации реактивной мощности.