

УДК 620.91

https://doi.org/10.33619/2414-2948/113/22

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПУТЕМ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

©Элчиева М. С., ORCID: 0009-0005-3492-5778, SPIN – код: 3129-3572,
канд. экон. наук, Ошский технологический университет им. М. М. Адышева,
г. Ош, Кыргызстан, malikaelchieva75@gmail.com

©Андаева З. Т., ORCID: 0000-0003-1497-8141, SPIN-код: 2326-4686,
канд. техн. наук, Ошский технологический университет им. М. М. Адышева,
г. Ош, Кыргызстан, zandaeva77@mail.ru

©Осмонов Б. У., Ошский технологический университет им. М. М. Адышева,
г. Ош, Кыргызстан

INCREASING ENERGY EFFICIENCY BY COMPENSATION OF REACTIVE POWER

©Elchieva M., ORCID: 0009-0005-3492-5778, SPIN-code:3129-3572

Ph.D, Osh Technological University named after M. M. Adysheva,
Osh, Kyrgyzstan. malikaelchieva75@gmail.com

©Andaeva Z., ORCID:0000-0003-1497-814, SPIN-code:2326-4686, Ph.D, Osh Technological
University named after M. M. Adysheva, Osh, Kyrgyzstan, zandaeva77@mail.ru

©Osmonov B., Osh Technological University named after M. M. Adysheva, Osh, Kyrgyzstan

Аннотация. Рассматриваются методы повышения энергетической эффективности путем компенсации реактивной мощности. Анализируется влияние реактивной мощности на потери электроэнергии и снижение коэффициента мощности. Описаны современные способы компенсации, включая использование конденсаторных батарей, синхронных компенсаторов и активных фильтров. Отмечена экономическая и техническая эффективность внедрения систем компенсации реактивной мощности для оптимизации работы электрических сетей и снижения затрат на электроэнергию.

Abstract. The article deals with methods of increasing energy efficiency by means of reactive power compensation. The influence of reactive power on power losses and power factor reduction is analyzed. Modern methods of compensation including the use of capacitor banks, synchronous compensators and active filters are described. The economic and technical efficiency of implementing reactive power compensation systems to optimize the operation of power grids and reduce costs is highlighted for electricity.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, коэффициент мощности, компенсирующие устройства.

Keywords: energy efficiency, power factor, compensating devices.

В условиях постоянно растущих требований к рациональному использованию ресурсов и снижению энергетических затрат, повышение энергетической эффективности становится одной из ключевых задач современной электроэнергетики. Одной из причин неэффективного использования электроэнергии является наличие реактивной мощности, возникающей вследствие работы индуктивных и емкостных нагрузок. Избыточная реактивная мощность приводит к увеличению потерь в линиях электропередачи, снижению коэффициента

мощности, а также к дополнительным эксплуатационным расходам, связанным с необходимостью компенсации её последствий. Компенсация реактивной мощности представляет собой эффективный инструмент оптимизации работы энергетических систем. Применение специальных компенсирующих устройств, таких как конденсаторные батареи, синхронные компенсаторы, а также современные динамические системы, например, SVC и STATCOM, позволяет значительно снизить потери энергии, улучшить качество электроэнергии и сократить эксплуатационные расходы. Кроме того, оптимизация коэффициента мощности способствует более рациональному распределению нагрузки по сети, что в свою очередь повышает стабильность и надежность электроснабжения.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью модернизации существующих электросетей в условиях увеличения объема потребляемой электроэнергии и ужесточения нормативных требований по качеству электроснабжения. Внедрение современных методов компенсации реактивной мощности позволяет не только снизить энергетические потери, но и обеспечить экономическую эффективность работы энергосистем, что особенно важно для промышленных и коммерческих потребителей [2].

Эти методы в совокупности обеспечивают всесторонний подход к исследованию проблемы компенсации реактивной мощности, позволяя не только глубоко понять физические процессы, происходящие в электросети, но и оценить практическую и экономическую эффективность внедрения современных компенсирующих систем для повышения энергетической эффективности. Для достижения цели исследования были определены следующие задачи:

Анализ влияния реактивной мощности на энергетическую эффективность электрических сетей и промышленных предприятий.

Обоснование необходимости компенсации реактивной мощности для снижения потерь электроэнергии и повышения коэффициента мощности.

Рассмотрение современных методов компенсации, таких как конденсаторные установки, синхронные компенсаторы и активные фильтры.

Оценка экономической и технической эффективности внедрения систем компенсации реактивной мощности.

Выявление оптимальных решений для различных категорий потребителей с учетом особенностей энергосистем.

Разработка рекомендаций по внедрению эффективных методов компенсации для снижения эксплуатационных затрат и повышения устойчивости энергосистем.

Компенсационные устройства: конденсаторные установки (КУ) – статические устройства для компенсации реактивной мощности; синхронные компенсаторы – управляемые источники реактивной мощности.

В промышленных электрических сетях широко применяются различные методы компенсации реактивной мощности с помощью косинусных конденсаторов, включая централизованную, групповую и индивидуальную компенсацию [4].

Эти методы позволяют оценить влияние компенсации реактивной мощности на снижение потерь энергии, повышение коэффициента мощности и снижение затрат на электроэнергию

Конденсаторы – специальные емкости, предназначенные для выработки реактивной мощности. По своему действию они эквивалентны перевозбужденному синхронному компенсатору и могут работать лишь как генераторы реактивной мощности [1].

Для покрытия реактивной мощности косинусными конденсаторами в электрических сетях предприятий получили распространение централизованная, групповая и индивидуальная компенсации (Рисунок) [3].

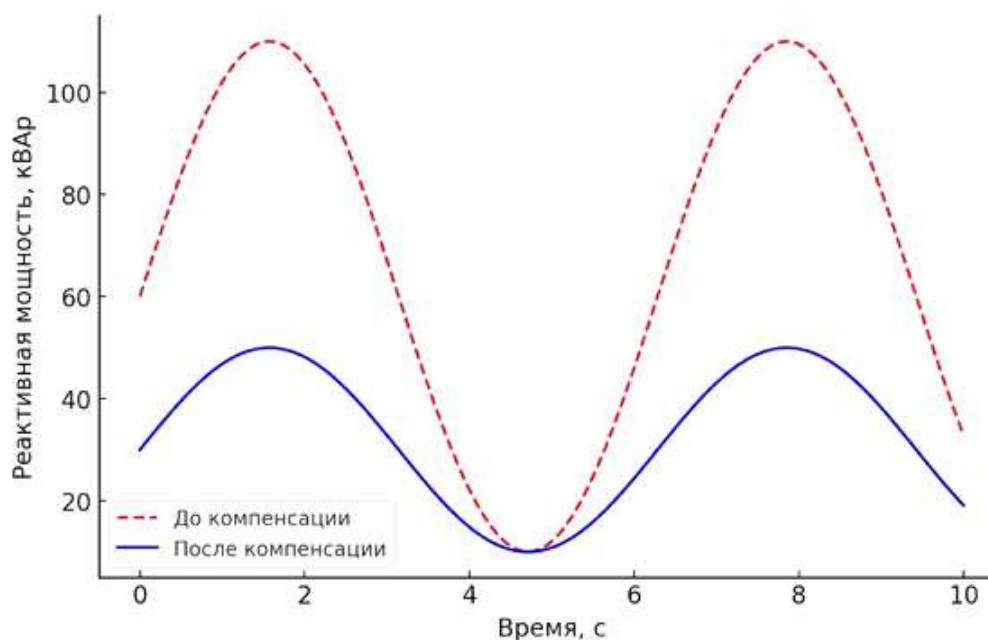


Рисунок. График компенсации реактивной мощности

Красная линия показывает уровень реактивной мощности до компенсации, а синяя сплошная – после компенсации. Видно, что после компенсации амплитуда колебаний снижается, уменьшая нагрузку на сеть. В ходе исследования был проведен анализ и результаты подтвердили эффективность данных методов для повышения энергетической эффективности.

1. Влияние компенсации реактивной мощности на энергосистему.

Установлено, что применение конденсаторных батарей и активных компенсаторов позволило снизить уровень реактивной мощности на 15–40% в зависимости от типа нагрузки.

Оптимизация коэффициента мощности ($\cos \varphi$) привела к его увеличению с 0,75–0,85 до 0,95–0,98, что значительно снизило штрафные начисления за низкий $\cos \varphi$.

Снижение потерь активной мощности в линиях электропередачи составило 5–12%, что привело к уменьшению нагрузки на трансформаторы и распределительные устройства.

2. Экономическая эффективность внедрения компенсации.

Расчеты показали, что внедрение систем компенсации реактивной мощности позволило снизить затраты на электроэнергию на 5–20% за счет уменьшения потерь и повышения эффективности работы оборудования.

Срок окупаемости компенсирующих устройств (КУ) варьировался в пределах 1,5–3 лет, в зависимости от масштабов внедрения и тарифов на электроэнергию.

Рекомендации по внедрению

1. Для промышленных предприятий рекомендуется использовать автоматизированные системы компенсации, регулирующие уровень реактивной мощности в режиме реального времени.

2. В сетях с резко изменяющейся нагрузкой целесообразно внедрение SVC и STATCOM, обеспечивающих оперативную компенсацию реактивной мощности.

3. Комбинация конденсаторных батарей и фильтров гармоник наиболее эффективна для электросетей с нелинейными нагрузками (частотные преобразователи, мощные электродвигатели).

Вывод

Результаты исследования показали, что компенсация реактивной мощности является действенным инструментом для повышения энергетической эффективности, снижения потерь электроэнергии и улучшения качества электроснабжения. Внедрение современных методов и устройств компенсации позволяет не только оптимизировать работу энергосистемы, но и снизить затраты на электроэнергию, что делает данный подход экономически оправданным.

Список литературы:

1. Андаева З. Т., Ташиев Н. М., Карабаев Б. Основные направления развития мероприятий по повышению надежности энергетических систем // Известия Ошского технологического университета. 2022. №1. С. 72-74.
2. Андаева З. Т., Караев А. У. Исследование резонанса токов при повышении коэффициента мощности // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №5. С. 282-285. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/66/26>
3. Колосов С. В., Рыжов С. В. Повышение пропускной способности ВЛ: анализ технических решений // Энергетик. 2011. №1. С. 18–22.
4. Кочкин В. И. Новые технологии повышения пропускной способности ЛЭП // Новости Электротехники. 2007. №3. С. 45.

References:

1. Andaeva, Z. T., Tashiev, N. M., & Karabaev, B. (2022). Osnovnye napravleniya razvitiya meropriyatii po povysheniyu nadezhnosti energeticheskikh sistem. *Izvestiya Oshskogo tekhnologicheskogo universiteta*, (1), 72-74. (in Russian).
2. Andaeva, Z., & Karaev, A. (2021). Research of Current Resonance to Increase Power Factor. *Bulletin of Science and Practice*, 7(5), 282-285. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/66/26>
3. Kolosov, S. V., & Ryzhov, S. V. (2011). Povyschenie propusknoi sposobnosti VL: analiz tekhnicheskikh reshenii. *Energetik*, (1), 18–22. (in Russian).
4. Kochkin, V. I. (2007). Noveye tekhnologii povysheniya propusknoi sposobnosti LEP. *Novosti Elektrotekhniki*, (3), 45. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 21.02.2025 г.

Принята к публикации
27.02.2025 г.

Ссылка для цитирования:

Элчиева М. С., Андаева З. Т., Осмонов Б. У. Повышение энергетической эффективности путем компенсации реактивной мощности // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №4. С. 152-155. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/113/22>

Cite as (APA):

Elchieva, M., Andaeva, Z., & Osmonov, B. (2025). Increasing Energy Efficiency by Compensation of Reactive Power. *Bulletin of Science and Practice*, 11(4), 152-155. (in Russian). [tps://doi.org/10.33619/2414-2948/113/22](https://doi.org/10.33619/2414-2948/113/22)