

УДК 620.91

https://doi.org/10.33619/2414-2948/113/21

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

- ©*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

WAYS TO INCREASE THE POWER FACTOR OF ELECTRICAL INSTALLATIONS

- ©*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 современные способы повышения коэффициента мощности, которые позволяют повысить энергетическую эффективность электрических сетей и снизить потери электроэнергии. Описаны основные методы компенсации реактивной мощности, включая использование конденсаторных батарей, синхронных компенсаторов и статических устройств компенсации реактивной мощности. Приведены принципы работы и сравнительный анализ различных методов с учетом их эффективности, экономической целесообразности и сферы применения.

Abstract. The article considers modern methods of increasing the power factor, which allow increasing the energy efficiency of power grids and reducing power losses. The basic methods of reactive power compensation are described, including the use of capacitor banks, synchronous compensators and static reactive power compensation devices. The principles of operation and comparative analysis of various methods are given, taking into account their efficiency, economic feasibility and scope of application.

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

Keywords: power efficiency, power factor, compensating devices.

Коэффициент мощности является одним из ключевых параметров, определяющих эффективность работы электрических сетей и оборудования. Низкое значение коэффициента мощности приводит к увеличению потерь энергии, снижению пропускной способности сетей и росту эксплуатационных расходов. В современных энергосистемах особое внимание уделяется методам повышения коэффициента мощности, поскольку это позволяет не только повысить эффективность передачи и потребления электроэнергии, но и снизить негативное воздействие на окружающую среду [5].

Коэффициент мощности (КМ) — это отношение активной мощности (P) к полной мощности (S) в электрической цепи. Активная мощность является той частью мощности, которая непосредственно используется для выполнения работы, тогда как полная мощность включает как активную, так и реактивную компоненты. Коэффициент мощности является важным показателем эффективности работы электрических сетей, так как низкий коэффициент мощности приводит к дополнительным потерям энергии и снижению пропускной способности оборудования (Рисунок).

Коэффициент мощности вычисляется по следующей формуле:

$$КМ=P/S$$

где: P — активная мощность, измеряемая в ваттах (Вт), S — полная мощность, измеряемая в вольт-амперах (ВА).

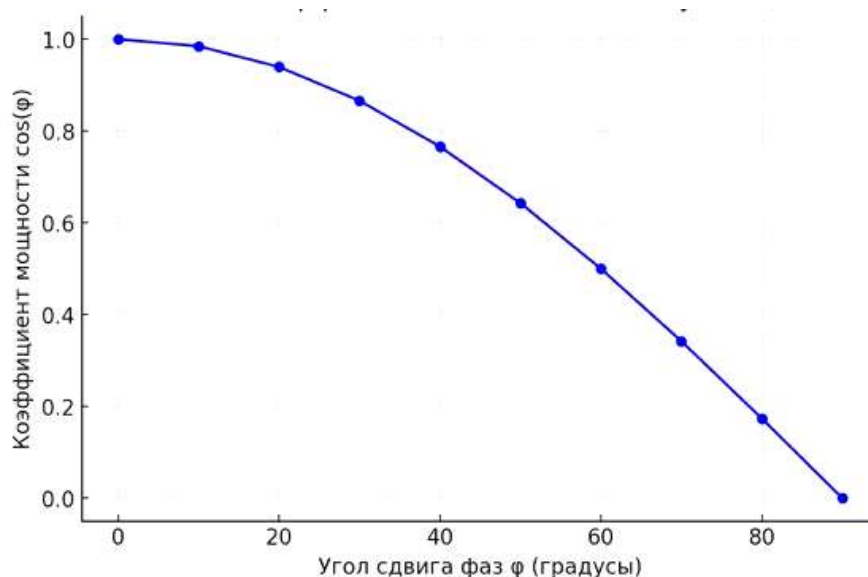


Рисунок. Зависимость коэффициента мощности от угла сдвига фаз

В диаграмме зависимости коэффициента мощности $\cos\varphi$ сдвига фаз (φ). Видно, что при увеличении угла сдвига фаз коэффициент мощности уменьшается, что о росте реактивной составляющей мощности.

Если КМ близок к единице, это означает, что энергия используется эффективно, без значительных потерь. Однако в реальных системах, где присутствуют индуктивные и ёмкостные элементы (например, трансформаторы, двигатели, конденсаторы), возникает реактивная мощность, которая не выполняет полезную работу, но влияет на размеры и загрузку энергетической инфраструктуры.

Низкий коэффициент мощности означает, что значительная часть потребляемой энергии используется неэффективно, так как реактивная мощность не может быть преобразована в активную. Это ведет к нескольким негативным последствиям:

Увеличение потерь энергии. В системах с низким коэффициентом мощности возрастает ток, что приводит к дополнительным тепловым потерям в проводах и трансформаторах.

Снижение пропускной способности сетей. Поскольку большая часть мощности уходит на поддержание магнитных полей и других реактивных компонентов, это ограничивает количество энергии, которое может быть передано через сети.

Рост эксплуатационных затрат. Для компенсации реактивной мощности необходимо устанавливать дополнительное оборудование, что увеличивает капитальные и эксплуатационные расходы.

Недостаточная стабильность работы системы. Низкий коэффициент мощности может привести к перегрузке оборудования и снижению надежности работы всей энергосистемы.

Способы повышения коэффициента мощности

Для компенсации реактивной мощности и повышения коэффициента мощности применяются различные методы. Каждый из них имеет свои особенности, преимущества и ограничения. Использование конденсаторных батарей. Конденсаторные батареи являются одним из самых распространенных методов компенсации реактивной мощности. Эти устройства способны вырабатывать реактивную мощность, компенсируя её избыточное потребление в системе. Конденсаторные установки могут быть как стационарными, так и автоматически регулируемые для поддержания оптимального коэффициента мощности в различных режимах работы энергосистемы [2].

Синхронные компенсаторы (или синхронные двигатели) — это машины, которые работают как генераторы и способны генерировать или поглощать реактивную мощность в зависимости от режима их работы. Они эффективно используются в крупных энергосистемах для компенсации значительных объемов реактивной мощности и стабилизации напряжения [4].

Статические устройства компенсации реактивной мощности (STATCOM). Статические устройства компенсации реактивной мощности (STATCOM) представляют собой устройства на основе силовой электроники, которые обеспечивают быстрое и точное управление реактивной мощностью. Эти устройства являются более гибкими, чем конденсаторные батареи или синхронные компенсаторы, и могут быстро адаптироваться к изменениям в нагрузке, что позволяет эффективно компенсировать реактивную мощность в условиях динамично изменяющихся условий работы энергосистемы [3].

Фильтры гармоник. В случае присутствия гармоник в системе, что может происходить из-за нелинейных нагрузок (например, в промышленных предприятиях), применяются фильтры гармоник. Эти устройства не только компенсируют реактивную мощность, но и минимизируют влияние гармонических искажений на работу системы.

Современные тенденции и технологии управления коэффициентом мощности. С развитием энергетических технологий и увеличением нагрузки на электросети, современные методы управления коэффициентом мощности становятся более гибкими и интеллектуальными. В частности, использование систем автоматического регулирования коэффициента мощности, основанных на алгоритмах машинного обучения и искусственного интеллекта, позволяет точно предсказывать потребности в компенсации и оперативно реагировать на изменения нагрузки. Такие системы могут интегрировать различные устройства компенсации в единую сеть и оптимизировать их работу в режиме реального времени [1].

Применение таких технологий может значительно повысить эффективность энергосистем, уменьшить эксплуатационные расходы и способствовать более устойчивой работе электрических сетей.

Для достижения цели исследования были определены следующие задачи:

Целью данного исследования является анализ и обоснование эффективных способов повышения коэффициента мощности в электрических сетях с целью оптимизации

энергопотребления и снижения потерь электроэнергии. Для достижения этой цели поставлены следующие задачи:

- изучить влияние коэффициента мощности на работу энергосистем и экономические показатели предприятий;
- рассмотреть основные методы компенсации реактивной мощности и их принцип работы;
- провести сравнительный анализ различных способов повышения коэффициента мощности с учетом их эффективности, стоимости и технических особенностей;
- определить перспективные технологии и интеллектуальные системы управления коэффициентом мощности;
- сформулировать рекомендации по выбору оптимального способа повышения коэффициента мощности в зависимости от условий эксплуатации.

Объектами исследования являются системы электроснабжения, в которых наблюдается низкий коэффициент мощности, а также методы и устройства, предназначенные для его повышения. Особое внимание уделяется различным видам компенсирующего оборудования, таким как конденсаторные батареи, синхронные компенсаторы и статические устройства компенсации реактивной мощности (STATCOM).

Методы исследования включают:

Аналитический метод – изучение теоретических основ коэффициента мощности, его влияния на электрические сети и потребителей.

Сравнительный анализ – рассмотрение различных способов компенсации реактивной мощности с точки зрения их эффективности, экономической целесообразности и технических характеристик.

Применение данных методов позволяет провести комплексное исследование и обосновать выбор наиболее эффективных способов повышения коэффициента мощности в различных сферах использования.

Проанализированы основные способы повышения коэффициента мощности и их влияние на эффективность работы энергосистем. Получены следующие результаты:

Определено влияние коэффициента мощности на энергосистему – установлено, что низкий коэффициент мощности приводит к увеличению потерь энергии, снижению пропускной способности электрических сетей и росту эксплуатационных затрат.

Рассмотрены основные методы компенсации реактивной мощности – проведен анализ конденсаторных установок, синхронных компенсаторов и статических устройств компенсации реактивной мощности (STATCOM). Выявлены их особенности, преимущества и ограничения.

Полученные результаты подтверждают необходимость и целесообразность применения современных технологий повышения коэффициента мощности для повышения энергоэффективности и снижения потерь в электрических сетях.

Вывод

Проведенное исследование показало, что повышение коэффициента мощности является важной задачей для повышения энергоэффективности и снижения потерь электроэнергии в энергосистемах. Анализ различных методов компенсации реактивной мощности позволил выявить их преимущества, недостатки и области применения.

Наиболее эффективными способами повышения коэффициента мощности являются конденсаторные батареи, синхронные компенсаторы и статические устройства компенсации реактивной мощности (STATCOM). Выбор оптимального метода зависит от особенностей

конкретной энергосистемы, уровня потребления реактивной мощности и экономической целесообразности внедрения.

Применение современных автоматизированных систем компенсации реактивной мощности способствует повышению надежности электроснабжения, снижению эксплуатационных затрат и увеличению пропускной способности электрических сетей.

Список литературы:

1. 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>
2. Быстрицкий Г. Ф. Основы энергетики. М., 2012. 278 с.
3. Герасименко А. А., Федин В. Т. Передача и распределение электрической энергии. Ростов-н/Д.: Феникс, 2006. 720 с.
4. Лыкин А. В. Электрические системы и сети. М.: Логос, 2008. 254 с.
5. Рыжов Ю. П. Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения. М., МЭИ, 2007.

References:

1. 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>
2. Bystritskii, G. F. (2012). *Osnovy energetiki*. Moscow. (in Russian).
3. Gerasimenko, A. A., & Fedin, V. T. (2006). *Peredacha i raspredelenie elektricheskoi energii*. Rostov-n/D. (in Russian).
4. Lykin, A. V. (2008). *Elektricheskie sistemy i seti*. Moscow. (in Russian).
5. Ryzhov, Yu. P. (2007). *Dal'nie elektropredachi sverkhvysokogo napryazheniya*. Moscow. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 06.02.2025 г.*

*Принята к публикации
14.02.2025 г.*

Ссылка для цитирования:

Элчиева М. С., Андаева З. Т., Осмонов Б. У. Способы повышения коэффициента мощности электроустановок // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №4. С. 147-151. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/113/21>

Cite as (APA):

Elchieva, M., Andaeva, Z., & Osmonov, B. (2025). Ways to Increase the Power Factor of Electrical Installations. *Bulletin of Science and Practice*, 11(4), 147-151. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/113/21>