

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7534650>



ELSEVIER



Жуматов Руслан Махмуд углы

магистрант

Ташкентский университет информационных технологий,
Ташкент, Узбекистан



Received: 12-01-2023

Accepted: 13-01-2023

Published: 22-01-2023

Abstract: В работе рассмотрены результаты анализа энергетических коэффициентов эффективности систем энергоснабжения предприятий. Приведены основные технические показатели, характеризующие эффективность функционирования этих систем.

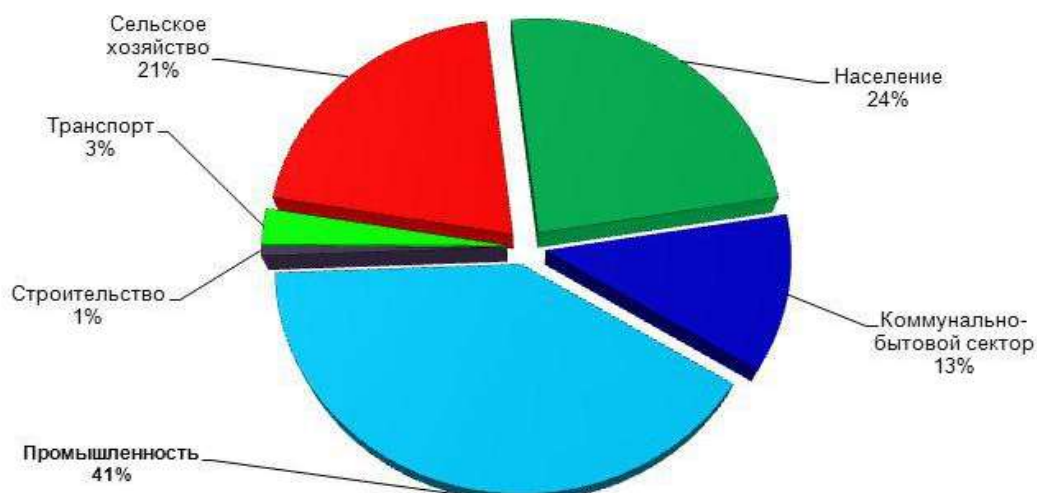
Keywords: энергоэффективность, электропотребление, энергетический коэффициент, энергетические показатели.

About: FARS Publishers has been established with the aim of spreading quality scientific information to the research community throughout the universe. Open Access process eliminates the barriers associated with the older publication models, thus matching up with the rapidity of the twenty-first century.

Развитие экономики страны зависит от бережного и экономного использования имеющихся энергетических и сырьевых ресурсов. Производство конкурентоспособной продукции для мирового рынка требует повышения эффективности производства, уменьшения производственных затрат. Решение этой задачи предполагает комплексное исследование всех составляющих затрат и выявление источников неоправданных больших затрат производства.

Известно, что важнейший потенциал экономии электроэнергии сосредоточен в промышленности, как основном потребителе энергии. Энергетическое хозяйство является важнейшей составной частью промышленного предприятия, надежная и эффективная работа которой обеспечивает качественные показатели работы и конкурентоспособность выпускаемой продукции. Современные промышленные предприятия характеризуются большой энергоёмкостью и разнообразием видов потребляемой энергии.

Повышение эффективности производства требует уменьшения производственных затрат, комплексного исследования всех их составляющих и выявления источников неоправданно больших затрат. Основным направлением в решении этой задачи является энергосбережение в производстве, совершенствование управления энергопотреблением предприятия.



. Структура потребления электроэнергии в Узбекистане.

Поэтому необходимо разработать обобщенный показатель СЭС промышленного объекта, характеризующий возможности СЭС по обеспечению этих требований. Это, в свою очередь, требует усовершенствования методики проведения энергетического обследования промышленных предприятий, оценки эффективности функционирования СЭС и системы контроля показателей электропотребления.

Основными техническими показателями, характеризующую эффективность работы силовой части СЭС и наиболее влияющими на электроэффективность производства являются энергетические показатели, надежность электроснабжения и качество электроэнергии на выходе СЭС предприятия. Важным показателем работы силовой части СЭС является передача электроэнергии с максимальным качеством и минимальными потерями. Эта возможность СЭС оценивается энергетическими коэффициентами:

1. Коэффициентом полезного действия СЭС – K_{η}
2. Коэффициентом мощности СЭС предприятия – $\cos\varphi_{\text{СЭС}}$.

КПД СЭС определяется суммарными потерями в элементах СЭС предприятия по следующей формуле:

$$\eta_{\text{СЭС}} = \frac{P_{\text{вых}}}{P_{\text{вх}}} = \frac{P_{\text{вх}} - \Delta P_{\Sigma \text{СЭС}}}{P_{\text{вх}}};$$

где: $P_{\text{вх}}$ и $P_{\text{вых}}$ - мощность на входе и выходе СЭС предприятия, кВт;
 $\Delta P_{\Sigma \text{СЭС}}$ - суммарные потери мощности в элементах СЭС, кВт.

Коэффициент мощности на выходе СЭС по счетчикам коммерческого учета электроэнергии:

$$\cos \varphi_{\text{СЭС}} = \frac{P_{\text{общ}}}{\sqrt{P_{\text{общ}}^2 + Q_{\text{общ}}^2}};$$

где: $P_{общ}$ и $Q_{общ}$ - общая потребленная активная и реактивная мощность предприятия в точке коммерческого учета электроэнергии.

Коэффициент мощности электропотребления регулируется устройствами СЭС предприятия. Поэтому, этот показатель принимается в качестве показателя, характеризующего эффективность работы СЭС.

Полезная мощность на выходе СЭС определяется по следующей формуле:

$$P_2 = S_1 \cdot \cos \varphi_{сэс} \cdot \eta_{сэс} = S_1 \cdot K_{эн};$$

Обобщенный энергетический коэффициент - $K_{эн}$ дает количественную оценку передачи активной мощности на выходе СЭС.

Коэффициент мощности СЭС предприятия определяется после компенсации реактивной мощности по следующей формуле:

$$\cos \varphi_{сэс} = \frac{P_{общ}}{S_{общ}} = \frac{P_{общ}}{\sqrt{P_{общ}^2 + (Q_{общ} - Q_{ку})^2}},$$

где: $P_{общ}$ и $Q_{общ}$ - общая потребляемая активная и реактивная мощность предприятия, кВт, кВАр.

$Q_{ку}$ - суммарная мощность ККУ, установленная на предприятии, кВАр.

Коэффициент полезного действия СЭС определяется по формуле:

$$K_{\eta} = \frac{P_{наг}}{P_{наг} + \Delta P_{\Sigma}},$$

где: ΔP_{Σ} - суммарные потери в элементах СЭС, кВт;

$P_{наг}$ - потребляемая мощность ТЭО, кВт.

Эти показатели можно определить для отдельного потребителя, участка цеха, цеха и в целом по предприятию. Для этого необходимо создать систему сбора исходных данных для выбранного участка СЭС. Для определения расчетных данных используется компьютерная модель СЭС предприятия интегрированная к системам измерений и учета. Каждый коэффициент эффективности приводится к их идеальному (или нормативному) значению.

Согласно методу относительной нормализации этот показатель определяется делением текущих значений на его оптимальное (идеальное) значение.

Энергетический коэффициент определяется умножением приведенных энергетических показателей электропотребления:

$$K_{эн} = K'_{\eta} \cdot K'_{\varphi},$$

где: K'_{η} - приведенный КПД СЭС при передаче электроэнергии, определяется по следующей формуле:

$$K'_{\eta} = 1 - \frac{K_{\eta,n} - K_{\eta}}{K_{\eta,n}},$$

где: $K_{\eta,n}$ - нормативный КПД СЭС предприятия, устанавливается энергетическим обследованием предприятия по рекомендованному проекту СЭС предприятия, K_{η} - текущее значение КПД СЭС, определяется по аналитическим данным компьютерной модели СЭС предприятия или показаниям счетчиков систем учета электроэнергии.

Приведенный коэффициент мощности СЭС предприятия определяется по следующей формуле:

$$K'_{\varphi} = 1 - \left[\frac{\cos \varphi_n - \cos \varphi_d}{\cos \varphi_n} \right],$$

где, $\cos \varphi_n$ - нормативное значение коэффициента мощности электропотребления, установленное органами госэнергонадзора; $\cos \varphi_d$ - действующее значение коэффициента мощности электропотребления предприятия, по счетчику коммерческого учета электроэнергии.

Для определения потерь мощности в элементах СЭС используется матричная модель СЭС, которая обеспечивает поэлементный расчет потерь и определяет энергетических показателей СЭС предприятия. Принцип построения модели СЭС предприятия с матричными уравнениями основан на составлении матрицы данных, характеризующих параметры схемы и элементы СЭС предприятия.

Надежность электроснабжения обеспечивается выбором более надежной схемы соединения элементов силовой части СЭС (радиальной, кольцевой и параллельно - магистральной или их комбинации). Резервирование, защита элементов силовой части обеспечивается устройствами вторичных цепей. Надежность неразрывно связана с автоматизацией элементов, регулированием параметров электроэнергии, а также информационной обеспеченностью СЭС. Таким образом, надежность электроснабжения обеспечивается совместной работой элементов силовой части и вторичных цепей СЭС. Поэтому, надежность работы СЭС будет оценена в совокупности двух обобщенных коэффициентов: коэффициентом резервирования и коэффициентом автоматизации.

Коэффициент резервирования характеризует эффективность работы силовых элементов СЭС по обеспечению надежности электроснабжения. Этот показатель частично характеризует надежность электроснабжения, и его числовое значение может быть задано как исходное данное для проектирования или требование для выбора схемы электроснабжения.

Коэффициент автоматизации СЭС характеризует не только надежность электроснабжения, а также является источником данных для

информационной обеспеченности СЭС (автоматизированный учет, система мониторинга и др.). Поэтому, даже в совокупности эти два коэффициента полностью не могут характеризовать надежность электроснабжения по понятиям традиционной теории надежности электрических сетей. Но, эти два коэффициента характеризуют возможности СЭС по обеспечению надежности электроснабжения.

Рассчитать показатели надежности СЭС во время энергетических обследований по традиционной методике сложно, так как исходные данные для расчета охватывают большой срок службы, и требует сложных расчетов. Поэтому, коэффициент надежности СЭС определяется наличием и техническими возможностями устройств СЭС, обеспечивающими бесперебойное и качественное электроснабжение, а также оптимальную загрузку элементов СЭС.

Исследовать или рассчитать показатели надежности СЭС в on-line режиме очень сложно, так как необходимо большое количество исходных данных, включающих большой срок службы СЭС. Поэтому для мониторинга надежности необходимы такие показатели, которые изменяются в динамике электропотребления и которые можно зафиксировать измерительными приборами. Для этого используются коэффициенты, характеризующие работоспособность элементов СЭС, обеспечивающих надежность электроснабжения.

Коэффициент, характеризующий технические возможности СЭС должен характеризовать не вероятность (например, время безотказной работы и т.п.), а возможности схемы ЭС по устранению неполадок, отказов, повреждений и т.п. в работе СЭС. При этом для конкретной схемы ЭС с устройствами коэффициент, характеризующий надежность СЭС, должен определяться однозначно. Поэтому, в энергетических обследованиях или в проектировании СЭС основные меры, повышающие надежность СЭС, - резервирование элементов СЭС, автоматизация (защиты и функционирования СЭС), контроль режимов работы СЭС, определяется наличием и работоспособностью этих устройств.

Сформулируем показатель, частично характеризующий надежность работы силовых элементов СЭС, в которых обеспечивается в основном резервированием этих элементов. При этом эти элементы разделяем на две группы: резервирование элементов СЭС и резервные источники электроэнергии предприятия.

Наиболее простым и практичным способом количественной оценки степени резервирования элементов СЭС является определение соотношения резервированных элементов (трансформаторов, кабельных линий,

коммутационных аппаратов, секций сборных шин и т.д.) на общий число элементов, указанных в схеме электроснабжения предприятия.

Соответственно, коэффициент резервирования элементов СЭС, определяется по следующей формуле:

$$K_{рез} = \frac{N_p}{N_{общ}} = \frac{N_p}{N_p + N_{нр}},$$

где: N_p – число резервированных элементов СЭС, имеющих возможность отключения без перебоя электроснабжения потребителей; $N_{общ}$ – общее число элементов по схеме электроснабжения предприятия; $N_{нр}$ – число нерезервированных элементов СЭС, отключение которого приводит перебою электроснабжения потребителей.

Надежность функционирования СЭС определяется ещё возможностью автономного электроснабжения предприятия: резервных и альтернативных источников на предприятии. Резервная мощность определяется суммарной мощностью всех резервных мощностей: дизельных генераторов, аккумуляторных подстанций и альтернативных (возобновляемых и не возобновляемых) источников, а также возможностью переключения на другую сетевую подстанцию. Этот показатель особенно важен для «интеллектуальных» сетей, в которых уделяется большое внимание диверсификации источников энергии и для потребителей, которые используют альтернативные (возобновляемые) источники энергии. Поэтому, для получения более точных расчетов коэффициента резервирования необходимо ввести весовые коэффициенты для элементов (например, источников энергии, трансформаторов, секции сборных шин), имеющие более важное значение чем другие элементы СЭС для бесперебойного питания потребителей. Эта задача исследуется в дальнейших исследованиях по уточнению обобщенного показателя СЭС предприятия. Результаты анализа показателей и выбранные сами показатели могут быть применены при расширении возможностей компьютерной системы мониторинга.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Аллаев К.Р., Хашимов Ф.А. Энергосбережение на промышленных предприятиях. // Монография Фан ва технология. – Ташкент.- 2011, - С.-208
2. Афонин А.М., Царегородцев Ю.Н., Петрова С.А., Петрова А.М. Энергосберегающие технологии в промышленности // Форум. –Москва. – 2019–С.270

3. Бозоров М.Б. Исследования энергоэффективности системы электроснабжения объектов энергосистем на основе обобщенных показателей эффективности // 17-международная научно-практическая конференция «Российская наука в современном мире». – Пенза.- 2018 С. 69