

УДК 621.311

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.
МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
EFFICIENCY OF ENERGY-SAVING SYSTEMS OF INDUSTRIAL
ENTERPRISES. METHODS FOR IMPROVING EFFICIENCY**

Д.Д. Тарасевич, М.Н. Булин, А.П. Алексеев
Научный руководитель—Н.А. Попкова, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
popkova@bntu.by

D. Tarasevich, M. Bulin, A. Alekseyev
Supervisor—N. A. Popkova, Senior Lecturer
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

***Аннотация:** в статье рассматривается проблематика эффективности энергосбережения промышленного предприятия. Предлагается ряд мероприятий и методик по увеличению эффективности.*

***Abstract:** the article deals with the problems of an industrial enterprises energy saving efficiency. A number of measures and methods of efficiency increasing are proposed.*

***Ключевые слова:** энергосбережение, эффективность, потери электроэнергии, трансформаторы, компенсирующие устройства, несимметрия напряжения.*

***Keywords:** energy saving, efficiency, power losses, transformers, compensating devices, voltage asymmetry.*

Введение

В настоящее время в энергетике актуальной становится проблема, связанная с повышением эффективности систем энергоснабжения (СЭС) промышленного предприятия. Это связано с необходимостью сбережения электрической энергии, уменьшения ее потерь, а также снижения количества аварий на предприятии и в сети. Поиск решения данных проблемы крайне важен в современных условиях развития экономики стран.

Основная часть

Способность предприятия конкурировать на рынке во многом зависит от правильного и быстрого решения этих проблем. Добиваясь повышения эффективности СЭС руководство предприятия достигает: снижение объемов потребления энергоносителей, повышения рентабельности и конкурентоспособности предприятия на рынке. К сожалению, рассмотрев различные системы электроснабжения, можно утверждать, что на предприятиях зачастую имеют место нерациональные затраты на энергоресурсы и ощутимые потери электрической энергии (ЭЭ).

Потери ЭЭ - неотъемлемая часть ее передачи в различных элементах сети (линии электропередачи, трансформаторные подстанции (ТП) и распределительные устройства). Для устранения и уменьшения значения потерь электрической энергии следует провести поиск причин и основных источников, которые создают эту проблему. В большинстве случаев большую часть потерь

ЭЭ на промышленном предприятии составляет эксплуатация оборудования, которое характеризуется высокой степенью физического и морального износа, или работает не корректно. Так же следует отметить такие причины технологических потерь как:

- плохое состояние электрических сетей, связанное с уменьшением объема ремонта линий и замены устаревшего оборудования и элементов;
- работа части оборудования предприятия и сети в неоптимальном режиме в часы максимальной нагрузки системы;
- малый коэффициент загрузки трансформаторов;
- наличие больших перетоков реактивной мощности, и, как следствие, увеличение потерь ЭЭ и напряжения в сети;
- наличие на предприятии нагрузки, которая способствует появлению не синусоидальности и несимметрии фаз. Несимметрия напряжения и токов воздействует на работу электроприемников, из-за чего увеличивается износ, отказ, количество повреждений и объем энергопотребления оборудования [1].

На данный момент разработан и активно используется целый ряд методик и мероприятий, которые позволяют повысить эффективность СЭС промышленного предприятия. Рассмотрим некоторые методики.

1. Проведение мероприятия для модернизации и реконструкции СЭС предприятия. Данные мероприятия включают замену устаревшего оборудования на новое с повышенным КПД и высокой степенью надежности. Также следует производить внедрение энергосберегающих технологии на предприятии. Данный метод широко распространен на практике [2].

2. Сглаживание пиков суточного графика нагрузки. Существенное снижение пикового максимума нагрузки приведет к уменьшению потерь электроэнергии, а, следовательно, к экономии. В случае, когда предприятие работает в две смены, целесообразно ввести третью. Это позволит заполнить провал в суточном графике электрической нагрузки. Так же решить проблему энергосбережения позволяет введение интервалов между сменами, когда наблюдается резко выраженный максимум нагрузки в энергосистеме. Стабильность работы промышленного предприятия можно достигнуть путем проектирования графиков ограничения использования мощности электрической энергии при перерывах в работе предприятия.

3. Повышение эффективности эксплуатации трансформаторов на цеховых подстанциях. Надежная работа трансформаторов в случае аварии достигается избытком установленной мощности ТП, поэтому среднее значение загрузки небольшое. В реальных условиях работы коэффициент загрузки трансформатора всегда меньше 100%. При этом, работа трансформатора с максимальным КПД наблюдается при загрузке в 55-75% от номинальной мощности. Для повышения эффективности работы ТП, следует определить оптимальный вариант его работы. Например, если нагрузка предприятия не превышает 50% от номинальной мощности ТП, то для повышения энергосбережения целесообразно отключить один или несколько трансформаторов для повышения энергоэффективности подстанции. Когда

нагрузка предприятия составляет 75% от мощности ТП, следует задействовать дополнительные мощности.

4. **Использование компенсирующих устройств.** Реактивная энергия, которая создается различными типами оборудования, отрицательно воздействует на сети предприятия. Это связано с тем, что в электрических установках возникают электромагнитные поля, реактивный ток которых негативно влияет на качество электрической энергии. С целью компенсации индуктивной и емкостной составляющих переменного тока активно используют компенсирующие устройства. За счет этого величина коэффициента мощности сети увеличивается и поддерживается на нормативном уровне. Использование компенсирующих устройств на предприятии позволяет снизить перетоки реактивной составляющей мощности, потери электрической энергии в питающей сети, нагрузку ТП и электроустановок, а также влияние высших гармоник несимметричность фазного напряжения. Это влияет на увеличение пропускной способности сети, что позволяет подключить новую нагрузку без модернизации сети [3].

5. **Уменьшение несимметрии напряжения.** Появление дополнительной мощности, пульсирующей с двойной частотой, в сети связано с несимметрией напряжения, которое приводит к появлению дополнительных потерь ЭЭ в сети, увеличивает скорость износа электрооборудования. Для того чтобы компенсировать дополнительную пульсирующую мощность активно используют внутреннее и внешнее симметрирование. При реализации внутреннего симметрирования стремятся распределить несимметричную нагрузку между фазами так, чтобы наибольшим образом снизить несимметрию в сети. Однако, достичь симметрию таким методом весьма сложно, так как нагрузка изменяет свой состав в каждой фазе в течение суток. При внешнем симметрировании используют различные устройства, которые при включении в сеть создают систему прямой последовательности суммарных токов в сети [4]. Прямая последовательность достигается с помощью использования многофазных схем выпрямления, фазовых уравнивателей, систем добавочных ЭДС и статического симметрирующего устройства. Такой способ симметрирование широко используется на практике.

6. **Уменьшение влияния высших гармоник на СЭС предприятие.** Силовые электронные аппараты, электродуговые аппараты и аппараты, которые работают в режиме насыщения, - основные источники высших гармоник (ВГ) в сети. ВГ негативно влияют на СЭС, так как затрудняют компенсацию реактивной мощности, увеличивают потери ЭЭ в электрооборудовании предприятия и сети, создают проблемы в работе устройств автоматики и защиты, а также увеличивают погрешность в показаниях счетчиков электроэнергии. К основным способам снижения влияния ВГ можно отнести использование различных силовых фильтров, которые могут быть режекторными (настроены на одну частоту) или в виде фильтров низких частот. Снижение ВГ напряжения достигается параллельным включением фильтров, которые шунтируют ВГ токов. В качестве фильтра эффективно используют многофункциональные устройства, которое также служит и компенсатором реактивной мощности

(фильтро-компенсирующее устройство). Также для снижения уровня влияния ВГ в СЭС, когда используется большое количество выпрямителей, используют метод увеличения фаз преобразователей. В большинстве случаев число фаз увеличивают в шесть раз. Это возможно достигнуть с использованием трансформаторов, у которых специально выполнена обмотка [4].

К методам увеличения эффективности СЭС также следует отнести такие направления, как использование альтернативных источников энергии, управления потреблением электроэнергии с помощью «умных» и активно-адаптивных сетей.

Заключение

Каждое промышленное предприятие для достижения эффективности СЭС должно осуществить ряд мероприятий с использованием различных методов, которые экономически эффективны и окупаемы. Эффективное использование энергетических ресурсов не только позволит промышленным предприятиям страны достичь высоких показателей конкурентоспособности, но и позволит снизить зависимость Республики Беларусь от экспортируемых энергетических ресурсов. Для поддержания высокого уровня энергетической эффективности СЭС необходимо проводить регулярный энергетический аудит, что позволит без замедлений внедрять новые технологические решения и оперативно устранять имеющиеся недочеты.

Литература

1. Железко Ю. С., Артербев А. В., Савченко О. В. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях. Руководство для практических расчетов. М.: НЦ ЭНАС, 2003. – С. 20–29.
2. Указания по проектированию электроснабжения промышленных предприятий (СН-174-75). – М.: Стройиздат, 1975. (Госстрой СССР).
3. Кузнецов А. В. Повышение качества электроэнергии и снижение потоков реактивной мощности в электроэнергетической системе за счет стимулирующих тарифов // Сб. докладов междунаrodn. научно-практической конф. «Электрические аппараты и электротехнические комплексы и системы». – Ульяновск, УлГТУ, Т.2. 2012. – С. 332–339.
4. Ермаков В. Ф. Качество электроэнергии: учеб. пособие (конспект лекций; справочные материалы). – М.: Вузовская книга, 2012. – 192 с.