

УДК 621.3

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ.

Павлович Е.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Константинова С.В.

Энергосбережение на предприятии является одной из самых актуальных проблем, с которой сталкивается промышленность. Это связано с постоянным ростом стоимости на электроэнергию и прочие энергоносители.

**Мероприятия по экономии электроэнергии** должны носить комплексный характер. Эффективность принятых мер зависит от качества, проведенного энергоаудита предприятия и скрупулезного выполнения предписаний энергоаудиторов по вопросам экономии электрической энергии на производстве.

Меры по экономии электроэнергии:

покраска стен помещений в светлые тона. Это послужит увеличению уровня освещенности помещения. Экономия — 1-5% электроэнергии затрачиваемой на освещение;

использование окон с увеличенной площадью стеклопакета, с рациональным расположением относительно хода Солнца. Экономия — до 20%;

не допускать отсечения и рассеивания поступающего света из окон шторами или иными предметами. Экономия — 1-5%;

поддержание чистоты источников света: окна, осветительные приборы должны обязательно быть чистыми и хорошо пропускать свет. Экономия от 3%;

замена устаревших и энергозатратных ламп накаливания в светильниках на энергосберегающие лампы, наиболее экономичны лампы со светодиодами. Экономия в сегменте потребления электричества на освещение — от 50 %;

контроль режима работы освещения. Включать источник света только по надобности, в вечернее время и избегать их работы в нерабочее время. Экономия — от 5%.

плановая замена всего старого электрооборудования, аудио-видеоаппаратуры, силовых частей оборудования на современную и экономичную электротехнику. Разовые высокие расходы на приобретение вскоре будут компенсированы значительным снижением энергопотребления и своей повышенной эффективностью работы по сравнению с более старыми моделями.

оптимизация системы отопления и отключение непредусмотренных электронагревательных приборов отопления, которые были дополнительно использованы для обогрева помещения.

установка приборов учета электроэнергии с классом точности 1,0;

установка устройств компенсации активной и реактивной энергии;

установка всевозможных датчиков: присутствия, движение, реле времени. Позволяет экономить от 30% затрат на электроэнергию за счет сокращения "холостой" работы ламп освещения.

**Система отопления.** Экономия ресурсов начинается с анализа энергоносителя. Для большинства отечественных предприятий характерно использование тех природных ресурсов, которые легче приобрести или добыть.

Специалисты настоятельно рекомендуют максимально автоматизировать производственный процесс.

Третий пункт — обеспечение качества используемого топлива. Чем оно выше, тем устойчивее и экономнее функционирует отопление.

К основным способам экономии относят:

обеспечение надёжной теплоизоляции, достигающееся в первую очередь защитой от холода наружных коммуникаций (теплотрасс) и помещений в целом — экономия от 15 до 20%;

использование отходов производства в качестве источника тепла (например, сжигание опилок или древесных отходов) — приносит до 20 и больше процентов экономии.

установка учётных приборов

монтаж полов с подогревом обеспечивает экономию топлива в 40-50%, особенно осенью или в весенний период, когда отопление не включается на полную мощность, а температура окружающей среды не достигает максимально низких температурных показателей;

применение для отопления солнечных коллекторов. В ясные дни эти современные системы способны обеспечить 50% экономию основного топлива, используемого в системе отопления;

тепловые насосы. Высокую эффективность вам обеспечат как воздушные, так и на основе грунтового коллектора.

солнечные коллекторы.

**Система водоснабжения.** Экономия воды, прежде всего, включает не только снижение объёмов потребления, но и обеспечение безопасности предприятия для окружающей среды.

своевременный ремонт и реконструкция трубопроводов — 20-30% экономии водных ресурсов;

установка современного сантехнического оборудования (кранов, смесителей, замен устаревших труб) в подсобных помещениях;

установка приборов учёта — счётчики сокращают потребление

специальные смесители с инфракрасными датчиками.

внедрение систем оборотного водоснабжения, в которых вода используется для охлаждения оборудования повторно — до 30-40%.

**Газоснабжение.** Если газ не используется в технологических процессах, проблема его сбережения отпадает сама по себе, заменой газового оборудования на электрическое. Но в случае регулярной закупки газа всё время повышающаяся цена этого вида топлива и неэкономное использование способно привести к финансовой нерентабельности предприятия.

Цена газа всегда отображается в себестоимости выпускаемой продукции и, соответственно, снижает конкурентоспособность на рынке. Исключить подобные проблемы помогут различные методы экономии.

установка счётчиков — давно известный и хорошо зарекомендовавший себя способ, приносящий экономию от 20 до 30%;

утепление помещений — метод актуален при использовании голубого топлива в качестве источника тепла на предприятии (экономию до 30-35%).

установка датчиков и регуляторов, позволяющих исключить ручное управление оборудованием.

терморегуляторы в печах для плавки стекла приносят экономию потребления в 12%. Показатель этот невелик, но за счёт стабильного сокращения потребления ресурса заметно снижается себестоимость выпускаемой продукции.

снижение потребления за счёт использования органического топлива. Актуально для ТЭЦ и котельных (приносит стабильную экономию от 10%). Метод ценится за невысокие капиталовложения и быструю окупаемость. При применении этого решения — необходима замена оборудования[2].

**Светодиодное освещение: преимущества и недостатки.**

Одним из главных преимуществ светодиодных лампы является ее срок службы, который составляет 10 тыс. часов без потери основных характеристик (качества и силы светового потока). Такая лампа может работать:

при 6 часах в сутки – 20 лет;

при 10 часах в сутки – 11 лет;

в круглосуточном режиме – более 5 лет.

В сравнительной таблице представлен срок эксплуатации различных типов ламп [5].

Таблица 1 – Сравнительная таблица сроков эксплуатации ламп

Тип лампы	Срок эксплуатации (час.)
Светодиодная	100 000
ДРЛ	12 000-20 000
Люминесцентная (Т8)	9000-15000
Галогенная	2000-4000
Металлогалогенная	3000-10 000
Лампа накаливания	1000

Экономичность. На сегодня светодиоды являются наиболее экономичными из всех видов освещения и позволяют сэкономить до 70% электроэнергии. Особенно актуально это для больших предприятий, работающих в круглосуточном режиме. Так, при одинаковых показателях светового потока, потребление электричества у светодиодной лампы в 10 раз меньше, чем у лампы накаливания, и в 2 раза меньше за ДРЛ. К тому же, для дополнительной экономии в ночное время можно регулировать освещенность улиц от 30 до 50% в соответствии со СНиП.

Экологическая безопасность. Светодиоды не содержат опасных для здоровья и жизни человека материалов и веществ, как например, ртутные лампы. Поэтому они не требуют специального обслуживания, замены ламп во время эксплуатации и дополнительных затрат на утилизацию.

Высокая устойчивость к разным температурам и перепадам напряжения. Благодаря своей конструкции, светодиоды практически не ощущают перепады питания, чего не скажешь о лампах накаливания или люминесцентных. Также использования светодиодного освещения исключает риск перегрузки электросетей (потребляемый ток составляет всего 0,6-0,9 А). Данные светильники имеют устойчивость и к разным температурам, поэтому их можно использовать в помещениях с температурным режимом от -60°С до 40°С, а также на улице.

Высокая контрастность и цветопередача. Это позволяет лучше и четче видеть окружающие предметы. Организация светодиодного освещения на предприятии обеспечивает необходимую безопасность в работе с оборудованием и деталями, сохраняет здоровье сотрудников. При том, что цветопередача несколько ниже, чем у газоразрядных ламп, за счет высокой контрастности качество освещения будет лучше.

Таблица 2 – Сравнительная таблица индекса цветопередачи

Тип лампы	Индекс цветопередачи
естественный солнечный свет	100
газоразрядные лампы	80-95
светодиоды	75-85
люминесцентные лампы	60-95
лампы накаливания	68
натриевые лампы	25

Высокое качество света. Поток света, который излучает светодиодный светильник, наиболее приближенный к естественному освещению, что является оптимальным для условий труда в офисных и промышленных помещениях, а также для учебных заведений. К тому же полностью отсутствуют пульсации лампы или так называемый стробоскопический эффект, что не вызывает проблем со зрением. КПД светодиодных ламп составляет 100%.

Надежность и прочность. Благодаря своей прочной конструкции, светодиоды отличаются своей износостойкостью и имеют высокую степень защиты от внешних негативных факторов IP65-IP67, что позволяет их применять в экстремальных условиях эксплуатации и пожароопасных зонах.

Гарантия от производителя. За счет того, что светодиоды имеют долгий срок службы, многие производители предоставляют от 5 до 10 лет гарантии на свою продукцию.

Широкий модельный ряд. В зависимости от типа помещения, условий эксплуатации, индивидуальных пожеланий клиента можно подобрать светильники для любых целей и с любой мощностью (офисные, промышленные, складские, уличные и другие

Дополнительные возможности. Светильники нового поколения имеют дополнительные возможности, которые задаются в процессе проектирования: система управления световым потоком, мгновенное включение и другие.

Недостатки LED ламп:

Существенный недостаток – это сравнительно высокая цена. Но, учитывая соотношение цена-качество-экономичность, лучше один раз заплатить и установить данные светильники, особенно это актуально для больших предприятий. Тем более, сроки окупаемости составляют всего несколько лет, что в любом случае будет выгодным вложением.

Светодиоды в отличие от обычных ламп требуют номинального рабочего тока, что увеличивает себестоимость системы освещения.

Они имеют полосковый спектр излучения, поэтому нужно обращаться к специалистам для обеспечения равномерного освещения в помещении, чтобы цветовая температура помещения была равномерной.

Светодиодное освещение имеет больше преимуществ, является качественным, надежным и выгодным видом освещения[6].

**Газопоршневые установки.** Любое производство электроэнергии, использующее технологию сжигания топлива, сопровождается выделением тепла. В газопоршневых агрегатах максимальный КПД по выработке электроэнергии составляет около 40%. Тепловой КПД таких установок составляет 40-45%. То есть полезно используется только половина высвобождаемой энергии, а другая половина уходит с теплом в окружающую среду.

Ситуация меняется, если использовать технологию когенерации и тригенерации. Когенерационная установка, одновременно с производством электроэнергии полезно утилизирует теплоту двигателя, производя горячую воду или пар. Это резко повышает общий КПД установки. В некоторых случаях он достигает 90%. Отношение электрической мощности к тепловой составляет 1:1,2.

Использование технологии тригенерации позволяет сохранить высокий КПД круглогодично. Например, летом отопление не требуется, но необходимо кондиционирование жилых помещений, офисов, больниц. В промышленности широко используется холодная вода и холод. Тригенерационная установка к производству электроэнергии и тепла добавляет еще и производство холода по абсорбционной технологии.

Другим положительным моментом для использования газопоршневых установок является возможность установки нескольких агрегатов.

Секционирование когенераторных установок из нескольких блоков, позволяет достичь эффективности такой же, как и у большой установки, при этом получая ряд значительных преимуществ. Это точное управление мощностью (максимальный КПД достигается при загрузке на 100% - это значит, что при секционировании, в минимальные часы энергопотребления, есть возможность нагрузить часть блоков, а часть оставить в нерабочем состоянии). Это приводит к увеличению ресурса всей системы в целом[3].

Преимущества газопоршневых установок

газопоршневые электростанции превосходно адаптированы к ситуациям с кратковременной эксплуатацией и частыми запусками, а также прекрасно переносят резкие перепады температурного режима.

низкая стоимость обслуживания, что снижает эксплуатационные издержки.

различное исполнение электростанции, которая может представлять собой и блочно-модульную конструкцию.

продолжительность функционирования за счет конструктивных особенностей не имеет ограничений.

наличие модулей электронного управления позволяет производить старт ГПЭ посредством компьютера из диспетчерского пункта. Туда же выводятся и параметры работы установки.

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Мощность, кВА / кВт	1250 / 1000
Выходное напряжение, В	380 - 415
Частота выходного напряжения, Гц	50
Частота вращения, об/мин	1500
Количество цилиндров	16 V-образно
Расход природного газа при 100% нагрузке, м <sup>3</sup> /ч	276
Выход тепла в выхлопную систему, кВт	673
Выход тепла в систему охлаждения, кВт	548

#### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

Период эксплуатации	2010 г.	2011 г. (I п)
Произведено электроэнергии, кВт*ч	6207	3200
Продано электроэнергии, тыс.кВт*ч	-	-
Потреблено электроэнергии, от энергосистемы, тыс.кВт*ч	10 690	5 697
Общее потребление электроэнергии, на производство, тыс.кВт*ч	16897	8897
Удельный вес собственной электроэнергии в общем объеме потребления, %	37	36
Себестоимость электроэнергии от сети, руб./кВт*ч	415	608
Себестоимость электроэнергии от собственного, производства, руб./кВт*ч	266	231
Экономия по электроэнергии, млн.руб	1876	1257
Экономия по теплотенергии, млн.руб	56	116

Рисунок 1. Технические характеристики и экономическая эффективность работы ГПУ PG1250B

На рынке газопоршневых электростанций присутствуют модели и отечественных производителей, что увеличивает не только адаптацию агрегатов к местным условиям эксплуатации, но и их ремонтпригодность.

Недостатки газопоршневых установок

необходимость использования более сложной системы отвода отработанных газов в сочетании с фильтрами и катализаторами.

высокая скорость двигателя становится причиной возникновения вибрации, что следует учитывать при монтаже газопоршневой установки: [4].

По данным ОАО «Берёзовский сыродельный комбинат на котором было установлено ГПУ PG1250B срок окупаемости составляет 1,7 года (рисунок1).

**Частотное регулирование.** Частотное регулирование электроприводов широко применяется в настоящее время. Современные преобразователи частоты обладают разнообразным набором функциональных особенностей, способны выполнять автоматическое управление асинхронным двигателем по сигналам с периферийных датчиков и приводить в действие электропривод по заданному временному алгоритму. Поддерживать функции автоматического восстановления режима работы при кратковременном прерывании



питания. Выполнять управление переходными процессами с удаленного пульта и осуществлять защиту электродвигателей от перегрузок. [7].

Результаты внедрения частотных регуляторов на ОАО «Берёзовский сыродельный комбинат» приведены на рис.2.

**ЧАСТОТНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ**

**ПРЕИМУЩЕСТВА УСТАНОВКИ**

1. Частотный привод обеспечивает плавный пуск электродвигателя, снижает пусковые токи и механические удары, уменьшает нагрузку и увеличит срок эксплуатации оборудования.
2. Частотные регуляторы в комплекте с программируемым микропроцессорным контроллером создают многофункциональную систему управления электроприводами.
3. Частотное регулирование позволяет автоматизировать производственный процесс, экономично расходовать электроэнергию и другие задействованные в производстве ресурсы.
5. Применение регулируемого частотного электропривода позволяет экономить до 65% затрат энергии.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

U пит.	3 x 380 В	I нагр.	от 20 до 500 А
Р нагр.	от 11 до 250 кВт	F изм.	от 30 до 50 Гц



**● ЧАСТОТНЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ ФИРМЫ GRUNDFOS НА СТАНЦИИ ОЧИСТКИ И ПОДГОТОВКИ ВОДЫ**

- Введены в эксплуатацию в 2011 г.
- Затраты - 13 млн. руб
- Получена экономия за период эксплуатации - 6 т.у.т.
- Срок окупаемости - 1,4 года



**● ЧАСТОТНЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ HITACHI L300P НА КОТЕЛЬНОМ УЧАСТКЕ**

- Введены в эксплуатацию в 2010 г.
- Затраты - 12 млн. руб
- Получена экономия за год - 28 т.у.т. (дымосос мощностью 45 кВт)
- Срок окупаемости - 7 месяцев

Рисунок 2. Внедрение частотных регуляторов на ОАО «Берёзовский сыродельный комбинат»

**Водоснабжение.** Выбор источника является одной из наиболее ответственных задач при устройстве системы водоснабжения, так как он определяет в значительной степени характер самой системы, наличие в её составе тех или иных сооружений, а, следовательно, стоимость и строительства, и эксплуатации.

Источник водоснабжения должен удовлетворять следующим основным требованиям:

обеспечивать получение из него необходимых количеств воды с учётом роста водопотребления на перспективу развития объекта:

обеспечивать бесперебойность снабжения водой потребителей;  
 давать воду такого качества, которое в наибольшей степени отвечает нуждам потребителей или позволяет достичь требуемого качества путём простой и дешевой её очистки;

обеспечивать возможность подачи воды объекту с наименьшей затратой средств;

обладать такой мощностью, чтобы отбор воды из него не нарушал сложившуюся экологическую систему.

Правильное решение вопроса о выборе источника водоснабжения для каждого данного объекта требует тщательного изучения и анализа водных ресурсов района, в котором расположен объект[8].

Большинству из этих характеристик соответствует артезианская скважина (рис.3.).



Рисунок 3. Схема артезианской скважины

#### ДАННЫЕ О СКВАЖИНЕ

Дебит скважины	90 м <sup>3</sup> / час
Удельный дебит	3,74 м <sup>3</sup> / час
Статический уровень воды	3,45 м
Динамический уровень	27,5 м
Понижение уровня	24,05 м
Глубина скважины	195 м
Тип фильтра	проволочный с гравийной обсыпкой

- Введена в эксплуатацию в 2011 году.
- Затраты - 1 млрд. 700 млн. руб.
- Экономический эффект - 1 млрд. 380 млн. руб. в год
- Срок окупаемости - 1,4 года

Рисунок 4. Данные о скважине, установленной на «ОАО Березовский сыродельный комбинат»

Артезианская скважина имеет следующие преимущества:

- срок службы более 50 лет;
- низкая себестоимость воды;
- постоянный приток;
- стабильный химический состав;
- высокая производительность;
- независимость от работы городской сети.

Результаты по внедрению артезианской скважины на ОАО «Берёзовский сыродельный комбинат» приведены на рис.4.

#### Литература

1. Энергоэффективность / wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Энергоэффективность/>. – Дата доступа: 16.5.2018.
2. Энергосбережение на предприятии — время эффективного подхода к ресурсам / energylogia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://energylogia.com/business/municipality/jenergoberezhenie-na-predpriyatii.html/>. – Дата доступа: 16.5.2018.
3. Газопоршневые установки / РосЭнергоИнжиниринг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ros-energy.ru/scripts/1./>. – Дата доступа: 16.5.2018.
4. Газопоршневые электростанции и установки / ГазТеплоСтрой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gasteplo.ru/articles/gazoporshnevye-elektrostantsii-i-ustanovki/>. – Дата доступа: 16.5.2018.
5. Козловская, В.Б. Электрическое освещение / В.Н. Радкевич, В.Н. Сацкевич – Минск: Техноперспектива, 2011. – 40 с.
6. Преимущества светодиодного освещения / itw systems [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://itw-systems.com/blog/preimushhestva-svetodiodnogo-osveshheniya/>. – Дата доступа: 16.5.2018.
7. Частотное регулирование асинхронного двигателя / Школа для электрика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://electricalschool.info/elprivod/1740-chastotnoe-regulirovanie-asinkhronnogo.html/>. – Дата доступа: 16.5.2018
8. Источники водоснабжения / wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Источники\\_водоснабжения/](https://ru.wikipedia.org/wiki/Источники_водоснабжения/). – Дата доступа: 16.5.2018.