

УДК 338.054.23

Анализ решений по снижению затрат на электроэнергию в условиях современного промышленного предприятия

Евдокимов А.А., студент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Экономика и организация производства»*

*Научный руководитель: Орлов А.И., д.э.н., д.т.н., к.ф.-м.н., профессор
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Экономика и организация производства»*

orlov@ibm.bmstu.ru

Целью данной статьи является анализ рынка электроэнергии для промышленных предприятий. Для этого приводятся различные, существующие на данный момент системы поставки электроэнергии для российской промышленности.

Также, целью работы является сопоставление различных решений по повышению энергоэффективности работы оборудования, предлагаемые различными поставщиками на рынке промышленных товаров.

Обзор рынка поставки электричества для промышленности

Как любой продукт, электроэнергия имеет ценность и поставляется потребителям за определенную плату. Данная плата формируется из пяти основных факторов:

1. Себестоимость добычи электроэнергии;
2. Стоимость пикового потребления электроэнергии, замеряемая в наиболее нагруженные для электросети часы. Данный фактор чем-то напоминает амортизацию, входящую в конечную цену любого продукта. Фактор обеспечивает мощность электросети, позволяющую доставить электричество до потребителя даже в пиковые часы;
3. Цена доставки электроэнергии до потребителя;
4. Надбавка за гарантированный сбыт электроэнергии. Данный фактор увеличивается с уменьшением потребления электричества конечным пользователем.
5. Инфраструктурные платежи, направленные на поддержание функционирования системы энергоснабжения.

Данная схема наглядно представлена на рисунке 1 [1]

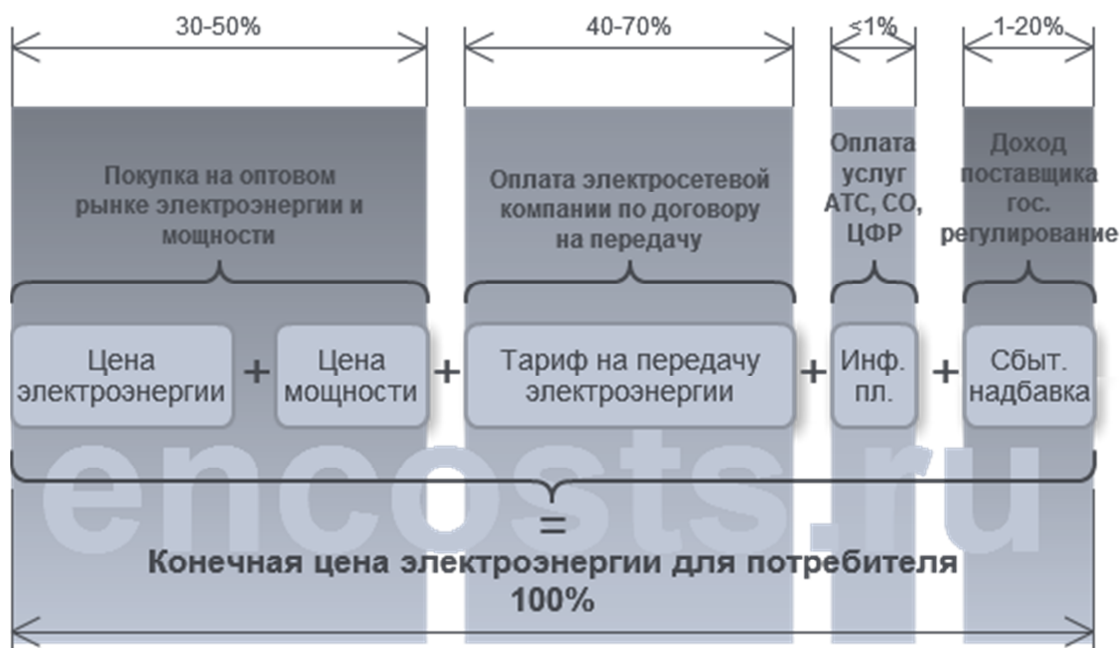


Рис. 1. Формирование цены на электроэнергию для потребителя

Схема описывает взаимоотношения сбытовой компании, предлагающей электроэнергию конечному потребителю, и только отчасти затрагивают взаимодействие производителя электроэнергии и сбытовой компании. Второй тип отношений формирует совершенно особенный рынок, описание которого представлено ниже.

Всего этот рынок можно разделить на три сектора:

1. Рынок на сутки вперед. На данном рынке все договорные мероприятия завершаются еще до непосредственной поставки электроэнергии и зависят от коммерческого оператора оптового рынка. Оператор принимает заявки об необходимом объеме электроэнергии от потребителей, и о предлагаемых в то же самое время объемах от поставщиков электричества. Конечная цена является неким «Балансом» между перечисленными выше факторами.
2. В случае же, когда реальная ситуация потребления отклоняется от намеченной, в игру вступает так называемый «балансирующий рынок».
3. Если же рыночное формирование цены по каким-либо причинам невозможно, то поставка электроэнергии осуществляется на основании «Регулируемых договоров». Цены, в таком случае, формируются на основании формул, определяемых исполнительным органом власти. [2]

Как ни странно, в настоящий момент на предприятиях не существует общепринятого понятия «тариф на электроэнергию». Отчасти этому понятию соответствует ситуация на последнем рынке «Регулируемых договоров».

Принцип формирования цены на розничном рынке

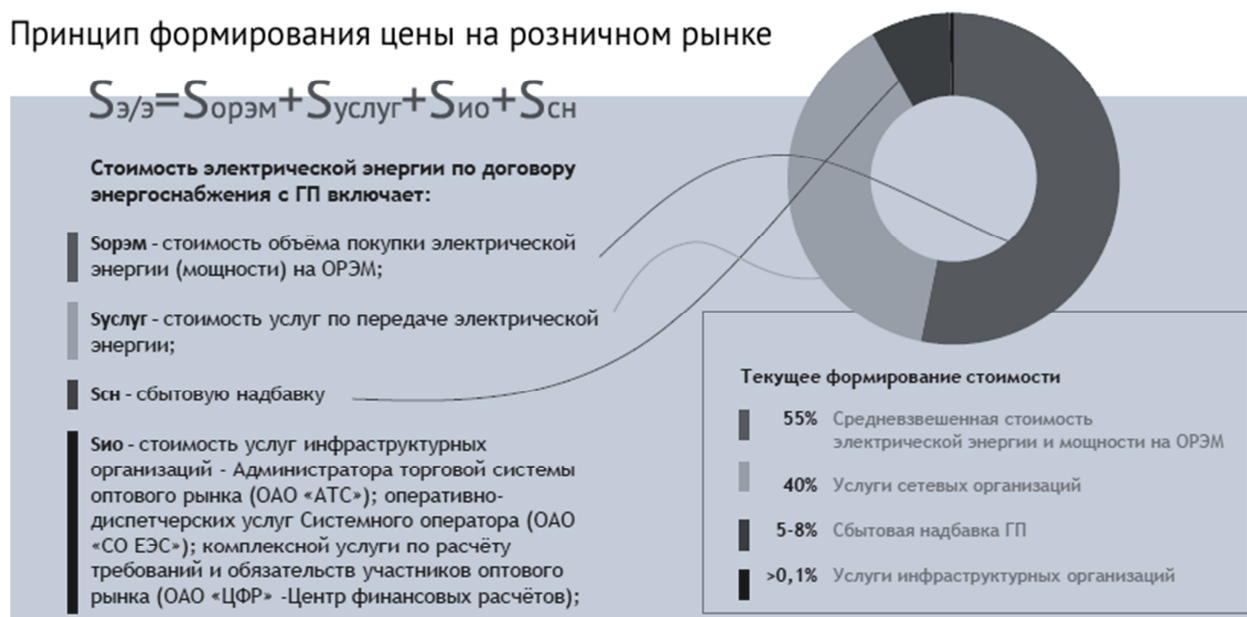


Рис. 2. Формирование цены на электроэнергию для потребителя

Всего у предприятия возможны шесть вариантов ценовых категорий, по которым будет начисляться счет за электроэнергию. Суммарно, тарифы на электроэнергию для промышленных предприятий подразделяются на два вида: Двухставочный (ставка за содержание сетей и ставка за технологический расход электроэнергии) и Одноставочный тариф (ставка за 1 кВа, уже включающая в себя плату за содержание и расход)

Современный методы экономии энергии

В условиях современной конкурентной борьбы предприятиям необходимо искать пути для получения преимущества. Сокращение статьи затрат на электроэнергию является одним из самых эффективных и наиболее понятных инструментов снижения издержек. Тем более, в условии повсеместного повышения цен на материалы и энергоресурсы сократить потребление последних – одно из первых приходящих на ум решений.

Если рассматривать срез предприятий по отраслям промышленности, то наиболее заинтересованными в снижении потребления электроэнергии можно назвать предприятия черной и цветной металлургии, т.к. именно на них данной статье расходов уделяется пристальное внимание. Именно от отрасли промышленности зависит величина затрат на энергетические ресурсы. Так, например, в химической данный показатель может достигать 40%, а в машиностроении колеблется от 6 до 15 %.

На сегодняшний момент существует множество способов уменьшения потребления электроэнергии, а также уменьшения ее стоимости. Давайте подробнее остановимся на этих моментах.

На промышленном предприятии основная доля затрат приходится непосредственно на производство, поэтому и наиболее эффективно сокращать именно потребляемую оборудованием электроэнергию. Для этого можно использовать преобразователи частоты, что позволяет за счет частотного регулирования контролировать производительность оборудования, держа его в требуемых в данный момент пределах. По мнению проектного инженера предприятия ООО «Бош Рексрот» [3], использование частотно-регулируемого привода в машинах для разработки рассыпных месторождений золотодобывающей отрасли позволяет добиться следующих полезных изменений:

1. Снижение издержек, благодаря рациональному использованию электроэнергии в зависимости от потребности;
2. Повышение надежности, благодаря снижению ударных нагрузок при плавном разгоне и торможении, а также работе в эффективном режиме;
3. Защитно-предохранительная функция исключает перегрузку электродвигателей, а также разрушение элементов рабочего органа;
4. Регулирование привода, для поддержания необходимого уровня производительности;
5. Комплексная автоматизация оборудования, при помощи коммутации системы управления приводом с автоматизированной системой управления верхнего уровня.

Следующим примером повышения эффективности является использование в тех же установках гидравлических приводов «Hagglunds» фирмы «Бош Рексрот», которые включают в себя гидромотор, насосную станцию, а также систему управления. Отличительной особенностью этих приводов является высокие показатели мощности на удельную единицу веса. А благодаря компактной конструкции, возможно еще больше увеличить мощность за счет установки пары гидромоторов на различных сторонах вала.

Объединением приведенных выше решений является система регулирования Rexroth Sytronix. Она состоит из электроники, управляющей насосом и самого гидропривода с мотором.

В пищевой промышленности основное электропотребление приходится на процессы хранения продуктов. Одним из поставщиков энергоэффективных решений в данной отрасли является компания «Холод Экспресс», на примере которой можно рассмотреть различные комплексные решения для сокращения затрат на электричество. Основные предложения данной компании перечислены ниже:

1. Использование энергоэффективного компрессорного оборудования;

2. Установка испарительных конденсатов;
3. Установка водяных конденсаторов и градирен;
4. Использование системы «фрикулинг»;
5. Оттаивание воздухоохладителей горячим газом;
6. Защита основания склада от промерзания;
7. Установка теплоиспользующих холодильных машин;
8. Программирование системы холодоснабжения.

Еще одним инноватором в области энергоэффективности является компания Schneider Electric. Его решение несколько отличается от перечисленных ранее, т.к. компания предлагает скорее концепцию энергоэффективной системы, а не готовое к использованию, хоть и дорогостоящее оборудование. Решение EcoStruxure, помимо программного обеспечения, включает в себя интегрированные технологии, оборудование и системы. Это целый комплекс интеллектуальных и энергоэффективных решений по управлению энергией начиная от поставщика и заканчивая конечным ее потребителем.

Как известно, для построения подобных систем необходимы следующие элементы:

1. Контроллеры;
2. Программное обеспечение
3. Удобный интерфейс.

Новизна представленного решения заключается в открытости системы, т.е. отпала необходимость обращаться за созданием системы только к одному поставщику. Теперь можно самостоятельно подобрать все необходимые компоненты (также возможна самостоятельное написание и отладка программного обеспечения). Данное решение, представленное на выставке Schneider Electric Экспо 2012, является первым, которое соединяет такие разные стороны проблемы построения энергоэффективных систем, как софт и железо. Подобное объединение различных аспектов системы (решения по повышению эффективности использования энергии, создание отчетов о работе системы, мониторинг процессов и т.д.) позволяет получать экономию до 30 %, а это, в свою очередь, является хорошим инструментом для Топ-менеджмента компании в вопросах как конкурентной борьбы, так и снижения издержек предприятия.

Компания Бош Рексрот также представляет свой подход по сокращению энергопотребления на предприятиях. Данный подход основан на системе 4ЕЕ, которая объединяет 4 способа экономии энергии:

1. Energy System Design;
2. Efficient Components;

3. Energy recovery;
4. Energy on Demand.

Эти же элементы представлены в инфографике ниже[4].

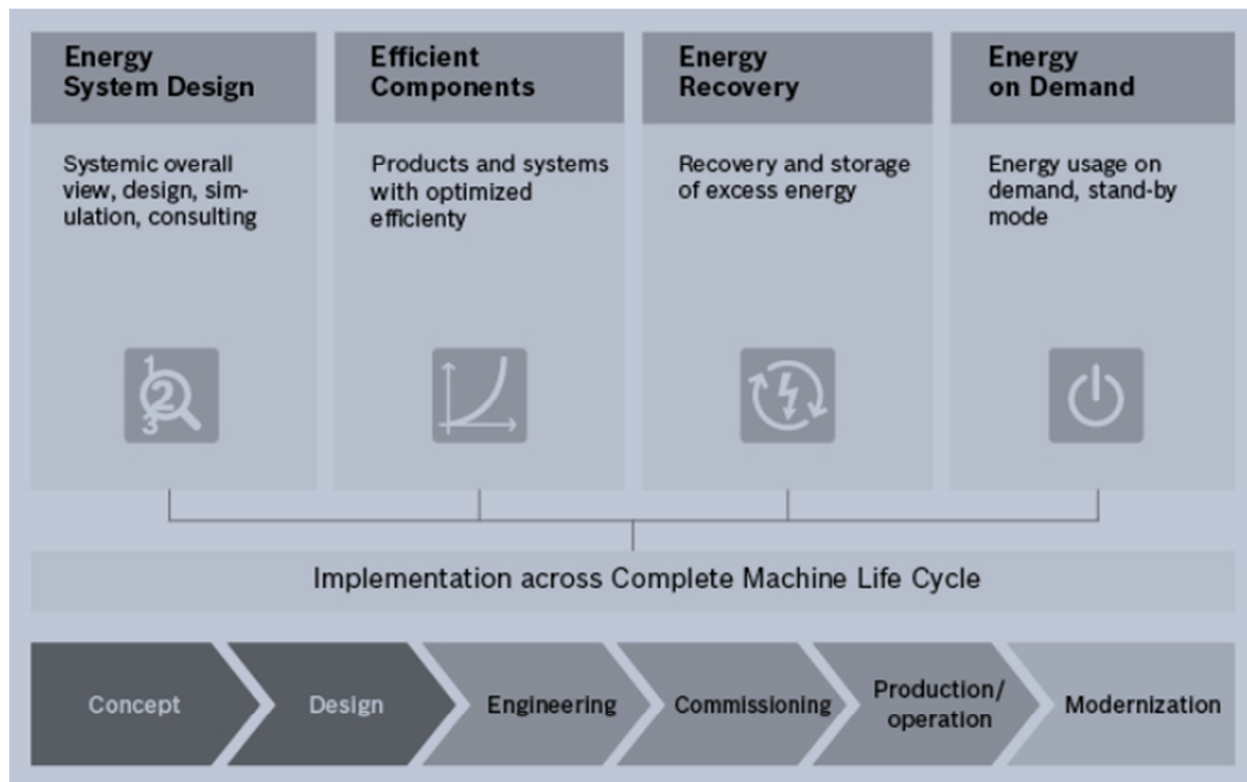


Рис. 3. Подход 4ЕЕ снижения энергоэффективности

Все эти области представляются конкретными продуктами компании и частично описаны выше. Отдельно хотелось бы рассказать о применении технологий энергоэффективности в пищевой и упаковочной промышленности.

Любая машина или предприятие представляет собой сложную систему, которая включает огромное количество управляющих и приводных систем. И именно всесторонний взгляд со стороны позволяет увидеть узкие места конкретной системы. И именно в этом случае компания Rexroth является компетентной стороной, т.к. предлагает комплексные системы автоматизации и владеет информацией о всех ее элементах, а, следовательно, может как сопоставить конкретную систему с идеальной, так и предложить конкретные продукты для ее дополнения и улучшения. Четыре способа, приведенные выше, применимы ко всем отраслям промышленности и эффективны в течение всего жизненного цикла продукции.

Немного подробнее по каждому направлению повышения энергоэффективности:

Energy System Design – данное направление позволяет оценить всю систему предприятия, причем в ряде случаев это происходит еще до непосредственного запуска

производства, на самом первом этапе. Для визуализации электронной модели проекта применяется мехатроника и компьютерная симуляция будущих решений, а использование программного обеспечения компании позволяет получить так же показатели потребления энергии, цикла работы и т.д.

Efficient components – направление компании, цель которого – предоставление потребителю конкретных высокоэффективных продуктов (сервомоторы, приводы, регулируемые насосы, направляющие и т.д.). Применение новейшей продукции позволяет существенно снижает издержки от его эксплуатации, а, следовательно, положительно сказывается на финансовом положении предприятия.

Направление energy recovery позволяет почти полностью использовать энергию, которая раньше просто «испарялась». Системы позволяют, например, накапливать энергию торможения (при помощи серводвигателей) и направить ее обратно в контур либо предоставить ее для использования прочими элементами оборудования.

Наиболее интересное направление – Energy on Demand – позволяет снизить энергию, потребляемую гидравлическими и электрическими приводами (оборудование, установленное на каждом промышленном предприятии)

Пример замены старого гидравлического оборудования на новое, с системой Sytronix

Ранее, на предприятии был установлен компактный гидропривод модели РГ48-322, предназначенный для питания гидросистемы и дистанционного управления движением гидрофицированных органов плоскошлифовальных станков с прямоугольным столом. Схема данного агрегата представлена ниже.

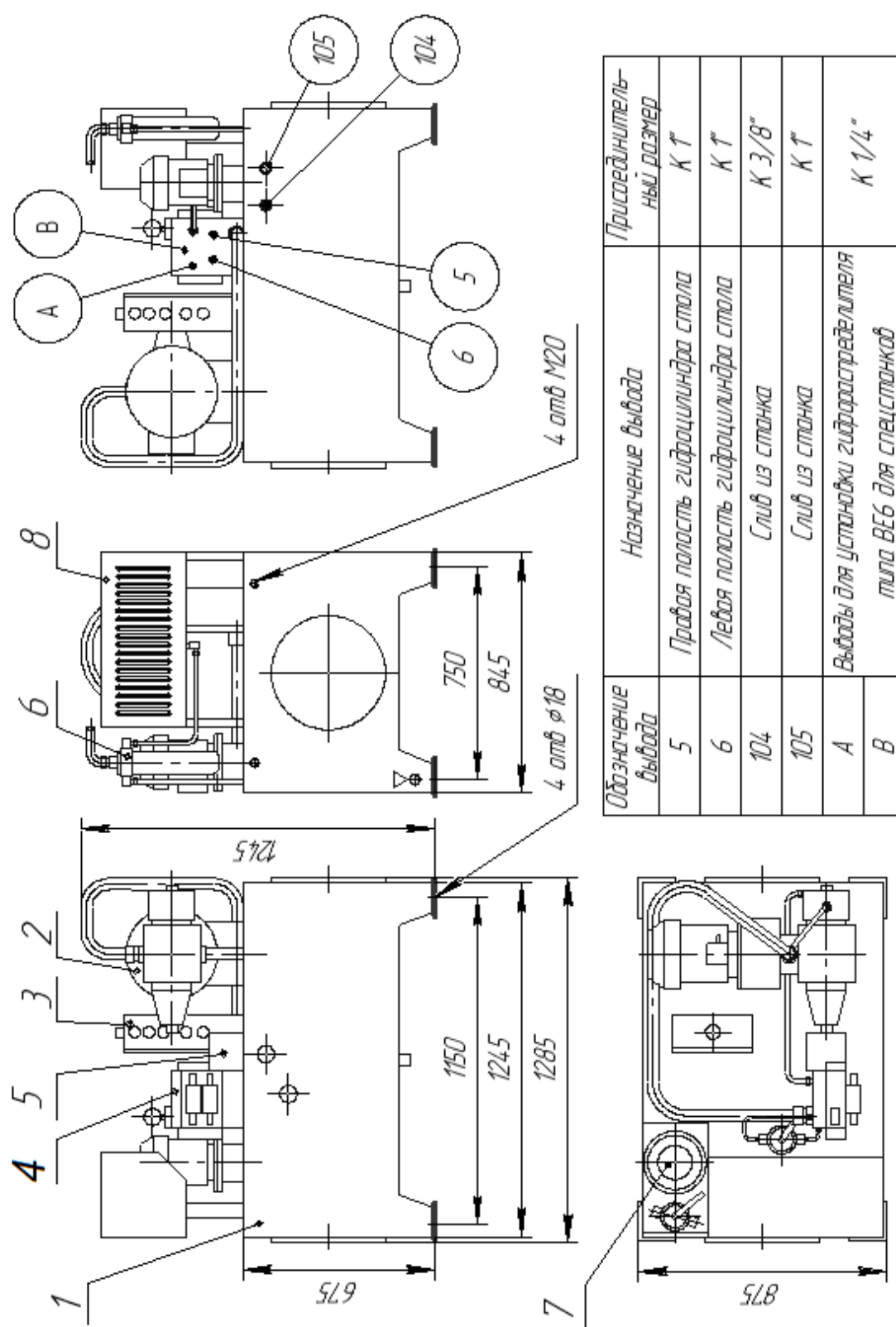


Рис 4. Старое гидравлическое решение

Новое решение на базе Sytronix предлагается для реализации в следующем виде:

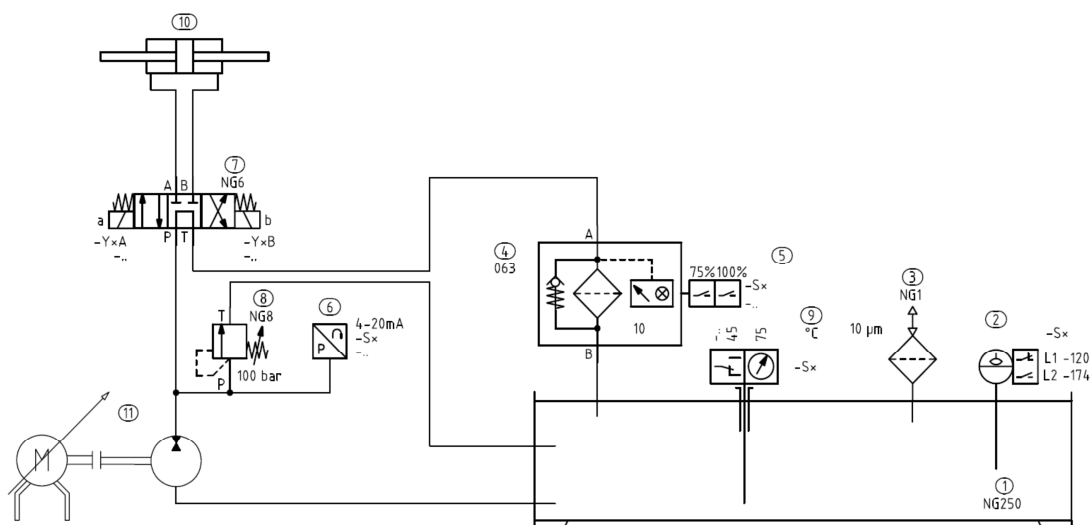


Рис. 5. Решение на базе Sytronix

Решение с частотно-регулируемым приводом значительно упрощает схему, повышает ресурс комплектующих и снижает энергопотребление.

Управление частотным преобразователем будет осуществляться от ПЛК станка. В данной комплектации, затраты на установку системы составляют 16 000 евро, т.е. по нынешнему курсу это составит приблизительно 923 тыс. рублей. Преимущества системы в том, что значительно снижаются шумовые параметры работы, а также уменьшается энергопотребление оборудования. Также, данная система проще механически, относительно аналогичного решения с пилотно управляемым пропорциональным клапаном.

При сравнении с установленной ранее системой, схема которой представлена на рисунке выше, можно заметить следующие различия:

1. Количество моторов в предлагаемом решении существенно меньше (1 против 4-х);
2. Отсутствие необходимости в системе охлаждения для решения Sytronix;
3. Различие в потребляемой мощности.

На последнем пункте следует остановиться более подробно. Если проводить расчет потребляемой мощности на максимальных мощностях электродвигателя, то потребление сократится с 3,7 до 2,2-х кВт/час. Но постоянная работа двигателя требуется только в существующем решении, в то время как в предлагаемой системе почти треть времени электродвигатель работает на 50% от максимальной электроэнергии. Более наглядно схема работы электрооборудования представлена на циклограмме работы аналогичного оборудования ниже, на рисунке 6.

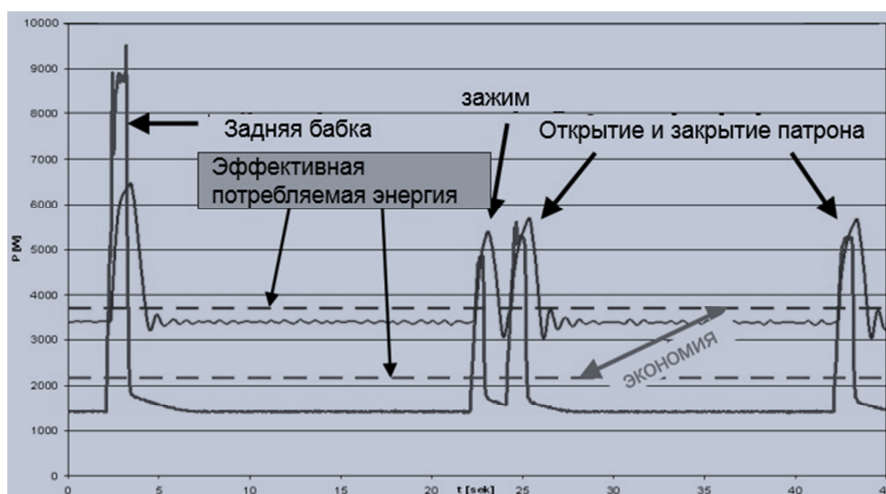


Рис. 6. Циклограмма работы станка

На данной циклограмме зеленым выделена потребляемая мощность при использовании системы Sytronix на рассматриваемом оборудовании, а красным – затрачиваемая мощность прежнего решения.

В процентном соотношении получаем следующие данные:

1. Снижение уровня шума:
 - а. Холостой ход – на 11%;
 - б. Рабочий ход – на 10%;
2. Энергопотребление:
 - а. Цикла – на 40%
 - б. Холостой ход – на 70%;
3. Снижение нагрева масла на 85%.

Основные аналоги системы Sytronix на рынке.

Выше уже была названа система EcoStruxure, которая в некоторой степени заменяет функционал системы Sytronix, но не является готовым к внедрению комплексным решением и требует затрат времени и средств на его наладку или же разработку. Поэтому полноценных аналогов у системы не существует.

Вывод

Материалы данного исследования могут быть использованы на предприятии, в процессе выбора и/или разработки мероприятий по снижению затрат на электроэнергию во всем объеме затрат предприятия. Представлен как полноценный разбор методов

современного ценообразования на рынке электроэнергии, так и обзор оборудования для решения обозначенной проблемы с примером внедрения одного из решений.

Список литературы

1. Консультационный центр ЭНКОСТ. Цена электроэнергии для предприятий. Режим доступа: http://encosts.ru/roznichniy-rynok/cena_elektroenergii_dlya_predpriyatij (дата обращения 03.04.2015).
2. Консультационный центр ЭНКОСТ. Оптовый рынок электроэнергии. Режим доступа: <http://encosts.ru/optoviy-rynok/optoviy-rynok-elektroenergii> (дата обращения 03.04.2015).
3. Шипулин А.В. Повышение энергоэффективности промышленных драг // Золото и технологии 2014. №3(25)/2014. С. 10-13.
4. Сайт компании ООО «Бош Рексрот». Rexroth 4EE systematic approach - cross-technology competency. Режим доступа: <http://www.boschrexroth.com/en/xc/trends-and-topics/energy-efficiency/4ee-systematic-approach/index#> (дата обращения 15.04.2015).
5. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Менеджмент в техносфере: учебное пособие для вузов. Гриф УМО. М.: Академия, 2003. 384 с.