



## ЭНЕРГОИСТОЧНИК НА БИОМАССЕ:

когда экономия обходится слишком дорого

## РУКОВОДСТВО ПРОЕКТОМ: ЧТО НУЖНО ЗНАТЬ ЗАКАЗЧИКУ

## МАЛАЯ ГЕНЕРАЦИЯ В САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

## В ЦИФРАХ:

экономайзеры для утилизации  
тепла уходящих газов

К22СРМ0012-1 44228 2.5.19029



## Коллеги,

Сегодня в информационном пространстве есть множество историй о том, как взрослые люди находят свое новое призвание в занятиях куда более простого порядка, чем их прежняя работа: меняют должность финансового аналитика на домашнюю кондитерскую или бросают статусную работу коммерческого директора и начинают делать мебель на заказ.

Думаю, помимо естественного стремления к свободному плаванию и финансовой независимости, одна из причин повального увлечения поиском себя — желание видеть результат своей работы и тех, кому она приносит реальную пользу. Несмотря на мою искреннюю симпатию к героям таких историй и к малому бизнесу, я убежден, что бегство в ручной труд на самом деле ограничивает для каждого из них возможность приносить пользу и влиять на мир вокруг нас.

Ведь влияние крупных компаний на общее благосостояние, технический прогресс и экологическую обстановку несоизмеримо больше. И каким оно будет — положительным или отрицательным, зависит от их менеджмента и сотрудников. Разумеется, продвигать свои идеи в рамках промышленного холдинга гораздо сложнее — вы знаете об этом лучше меня. Но и возможностей сделать среду, в которой предстоит жить нам и нашим детям, лучше, несопоставимо больше, чем в уютном мире крафтового производства.

В этом выпуске журнала мои коллеги как всегда делятся идеями, которые, надеюсь, помогут в вашем непростом, но важном деле. А если вам потребуется помощь в их воплощении, «Первый инженер» всегда рядом.

Михаил Баклыгин

 [Перейти в группу>>](#)

 [Перейти в группу>>](#)

## СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА:

Андрей Шурыгин, Наталья Баклыгина  
ЭНЕРГОИСТОЧНИК НА БИОМАССЕ:  
КОГДА ЭКОНОМИЯ ОБХОДИТСЯ СЛИШКОМ  
ДОРОГО

3

Наталья Баклыгина  
НА СТОРОНЕ ЗАКАЗЧИКА. СЕКРЕТЫ  
УСПЕШНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТОМ

5

СЧИТАЕМ ЭКОНОМИЮ. ЭКОНОМАЙЗЕРЫ  
ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА УХОДЯЩИХ ГАЗОВ

7

Спецпроект. Полезный опыт  
ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ В ДЕЛЕ.  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ ДЛЯ САХАРНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

8

Денис Маршинский  
ОБЩЕЕ ДЕЛО. ЭКОЛОГИЯ И  
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ  
В МАСШТАБАХ ПРЕДПРИЯТИЯ

10

## Редакция:

Мы будем рады острым вопросам, критическим замечаниям и новым идеям, которые помогут нам сделать «Клуб ПИ» более актуальным и полезным для читателей.

Если у вас появится вопрос по опубликованным в журнале материалам, присылайте его в редакцию, и автор статьи обязательно ответит вам.

Если вы считаете, что наш журнал будет интересен вашим коллегам, дайте нам знать, и мы включим их в список рассылки. Ждем ваших писем на club@1-engineer.ru

**В ФОКУСЕ**

Андрей Шурыгин

Директор блока Биоэнергетика компании «Первый инженер»

Наталья Баклыгина

Директор по маркетингу компании «Первый инженер»

Строительство собственного энергоисточника — проект, требующий от предприятия весьма существенных инвестиций, поэтому стремление собственника предприятия к оптимизации бюджета проекта рационально и логично. Поскольку львиная доля затрат в таких проектах приходится на основное оборудование — топку, котел, турбину и систему подачи топлива — очевидно, что на их выбор всегда существенно влияют бюджетные ограничения инвестора проекта. Но если на рынке потребительских товаров почти всегда можно найти замену желаемому продукту с аналогичными свойствами по более низкой цене (поступившись тем, что не настолько значимо для конкретного покупателя — брендом, новизной, страной производства), то на рынке крупного промышленного оборудования производителей гораздо меньше, и полный технический аналог выбранному решению не всегда удастся найти. И в погоне за экономией на старте есть риск принять решение, которое в лучшем случае сократит срок эксплуатации объекта или существенно повысит эксплуатационные затраты, а в худшем — поставит под угрозу его запуск и выход на рабочий режим.

# ЭНЕРГОИСТОЧНИК НА БИОМАССЕ: КОГДА ЭКОНОМИЯ ОБХОДИТСЯ СЛИШКОМ ДОРОГО

Один из самых ярких примеров такой «оптимизации» — возможность комбинации оригинальной топки для сжигания биотоплива от иностранного производителя с бюджетным паровым котлом, изначально предназначенным для работы на мазуте или природном газе. Аргумент предлагающих такое решение прост: задача котла — просто подать пар нужных параметров, а значит, справиться с ней сможет любой агрегат, паропроизводительность которого соответствует заданным параметрам. Давайте разберемся, почему это не так.

Вначале вкратце перечислим основные конструктивные особенности котлов обоих типов:

## Котлы на биомассе

Для примера рассмотрим котел производства компании **Kablitz** номинальной паропроизводительностью 50 т/ч (рисунок 1).

Топочное пространство располагается в нижней части котла, в верхней части котла устанавливается барабан с сепарационными устройствами.

Испарительная часть состоит из газоплотных панелей. В подъемной части газохода расположены три последовательно соединённых пароперегревателя. Теплообменная поверхность пароперегревателей выполнена из гладких труб, образующих коридорный пучок труб. В опускной части газохода — пять экономайзерных поверхностей, теплообменная поверхность которых также состоит из гладких труб, образующих коридорный пучок. За экономайзерными поверхностями по ходу дымовых газов расположен воздухоподогреватель.

Поверхности нагрева пароперегревателей выполнены из жаропрочной легированной стали.

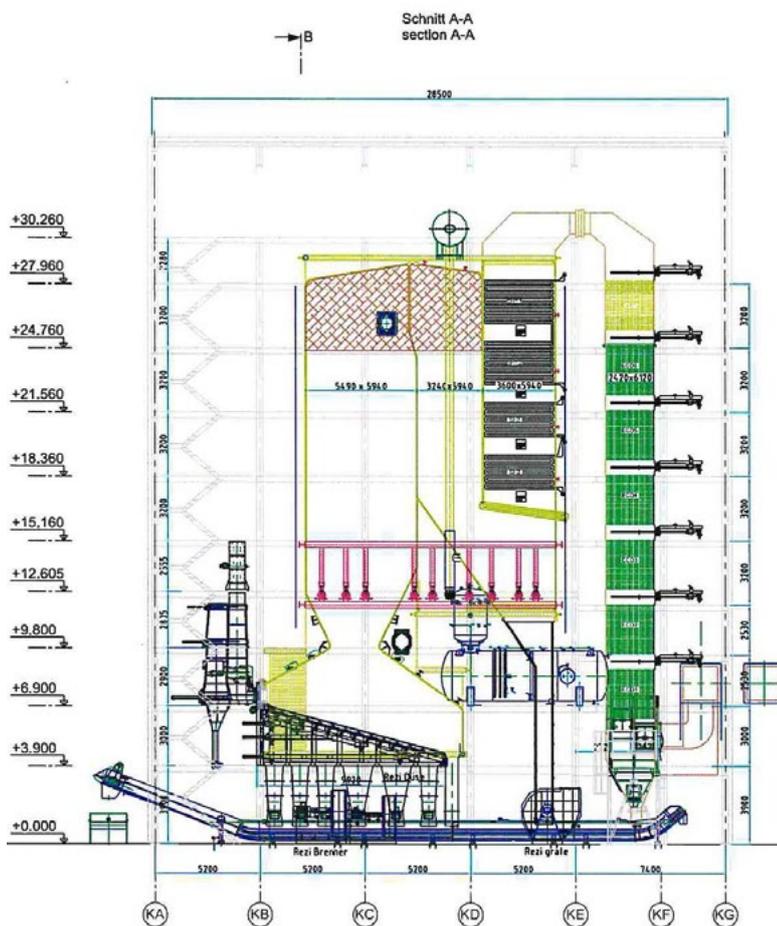


Рисунок 1. Котел производства компании **Kablitz** номинальной паропроизводительностью 50 т/ч.

Регулирование температуры пара осуществляется путём впрыска питательной воды в рассечки между пароперегревателями.

## Котлы на природном газе или мазуте

**Рассмотрим типовое решение: котел паропроизводительностью 25 т/ч российского производства.**

Топка, экранированная газоплотными испарительными панелями, трубы изготовлены из углеродистой стали. В опускном газоходе расположены конвективный пароперегреватель, ступень экономайзера и трубчатый воздухоподогреватель.

В испарительный контур включены испарительные ширмы, установленные в горизонтальном газоходе на выходе из топочной камеры.

Горелки и сопла крепятся на коробках, приваренных к экранным трубам, и при тепловых расширениях экранов перемещаются совместно.

В верхней части котла устанавливается барабан с сепарационными устройствами.

Часто применяется изоляция облегченного типа, выполняемая из матов базальтовых прошивных энергетических.

Для обеспечения требуемого качества пара применяются схемы двухступенчатого испарения с соответствующими сепарационными устройствами.

Пароперегреватель котла по характеру восприятия тепла радиационно-конвективного типа. Радиационную часть составляют газоплотные панели, экраняющие потолок топки и опускного газохода, боковые и заднюю стены опускного газохода. Конвективная часть пароперегревателя состоит из поверхностей нагрева конвективного пароперегревателя, расположенного в опускном газоходе.

Регулирование температуры пара в процессе эксплуатации осуществляется в двух впрыскивающих пароохладителях путем впрыска «собственного» конденсата, полученного в двух конденсаторах.

В опускном газоходе котла после пароперегревателя последовательно по ходу газов расположены поверхности экономайзера и трубчатого воздухоподогревателя. В части опускного газохода, экранированного цельносварными пароперегревательными панелями, за ступень конвективного пароперегревателя расположена ступень экономайзера. Далее, в незранированном опускном газоходе последовательно по ходу газов располагаются кубы второго (по ходу воздуха) и первого хода воздухоподогревателя.

А теперь сравним, как эти конструктивные особенности влияют на работу и эксплуатационные характеристики будущего энергоисточника:

1. Более развитая поверхность нагрева котлов, предназначенных для работы на древесном топливе, гарантированно обеспечивает набор номинальных параметров. Использование же котлов, рассчитанных изначально на сжигание мазута и природного газа, в качестве котлов-утилизаторов за топкой (с температурой продуктов сгорания на входе в котёл (~1000°C), что существенно ниже адиабатической температуры сгорания расчётного топлива (газа или мазута)) приводит к тому, что теплосъём в топке может быть меньше расчётного примерно в 1,5 раза.
2. Эрозионный износ поверхностей нагрева при работе с биомассой значительно выше, чем на традиционных топливах, а его скорость пропорциональна третьей степени скорости дымовых газов.

В конфигурации «оригинальная топка+бюджетный котел» вследствие более низкого теплосъёма относительно штатных

расчётных режимов (газ, мазут) в топке котла, средние скорости в пароперегревателе превышают расчётные, что может привести к интенсивному эрозионному износу. В котле же, предназначенном специально для работы на биомассе, низкие скорости продуктов сгорания (7,5 м/с на входе в пароперегреватель) позволяют избежать интенсивной эрозии. Дополнительную защиту от эрозионного износа поверхностей нагрева котла обеспечивает специальная конфигурация трубных пакетов поверхностей нагрева (коридорные пучки).

3. Принимая во внимание особенности твердого биотоплива, производители котлов, изначально предназначенных для работы на отходах, проектируют пароперегреватели котлов с учётом возможного загрязнения поверхностей нагрева со стороны продуктов сгорания. Как результат – такие котлы имеют большой запас поверхности нагрева для обеспечения стабильных параметров пара, несмотря на возможные загрязнения.
4. Жаростойкие материалы, используемые европейскими производителями котлов, обеспечивают большой ресурс элементов котла. Так, например, барабан котла Kablitz изготавливается из стали P355 GH, толщина стенки 65 мм. Котлы российских производителей, как правило, выполняются из стали меньшей прочности и имеют значительно меньшую толщину стенок цилиндрической части. Очевидно, что и ресурс у таких котлов значительно меньше.
5. Рассмотренный европейский котел, предназначенный для работы на биотопливе, позволяет обеспечивать точное поддержание температуры перегретого пара за счет наличия нескольких ступеней пароперегревателя и 2 впрысков для регулирования его температуры. Увеличенная поверхность теплообмена для перегрева пара даже у профильных европейских производителей котлов на биотопливе встречается редко, а для котлов на традиционном топливе, где вероятность загрязнения поверхностей ниже, не применяется в принципе. Поэтому при использовании таких котлов для сжигания твердых топлив, обеспечить точное соблюдение и стабильное поддержание требуемых параметров пара в течение длительного времени практически невозможно: или этого возможно достичь путем частых остановов удаления отложений, или установкой специальных устройств для очистки, но это влечет дополнительные капитальные и эксплуатационные затраты, усложняет конструкцию установки и может привести к усилению износа при высоком содержании золы в топливе (в случае пневмоочистки).

Проведенное сравнение подтверждает, что только использование специализированных котлов для биомассы обеспечивает требуемые параметры пара (что особенно важно на ТЭЦ для стабильной электрогенерации), длительный межостановочный ресурс и продолжительную эксплуатацию без капитального ремонта.

Самый значимый из рисков при работе с другим оборудованием — отключение турбогенератора в случае работы котлов с температурой и давлением, не соответствующим требованиям производителей турбин.

Экономия на капитальных затратах за счет применения технически спорных решений, уже имеющих отрицательный опыт внедрения, с высокой вероятностью влечет за собой возможность недостижения требуемых для работы турбины параметров перегретого пара. А значит, ставит под угрозу запуск всего объекта и его стабильную эксплуатацию.

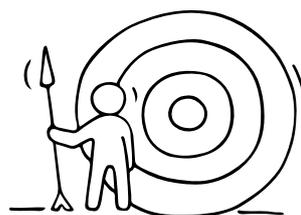
Дисциплина «Управление проектами» сегодня «в тренде», поэтому учебников и статей на эту тему множество. Правда, преимущественно адресованы они компаниям, которые, подобно «Первому инженеру», являются исполнителями. Ввиду структурных отличий между компаниями-исполнителями и предприятиями-заказчиками, применить в полной мере рекомендации авторов этих статей ответственным за проект со стороны заказчика возможно далеко не всегда.

Реализуемые проекты не являются основной деятельностью компании-заказчика, и в штате ее не предусмотрены специалисты, или тем более отделы, выполняющие исключительно функции, связанные с управлением проектами. Поэтому руководить проектами модернизации, реконструкции или расширения производства на действующих предприятиях приходится чаще всего штатным специалистам, основная компетенция и круг задач которых не связаны с проектным управлением, и делают это они почти всегда параллельно с выполнением своих прямых обязанностей. Времени на изучение всего массива информации по управлению проектами в такой ситуации просто нет, поэтому недостаток четких рекомендаций по организации работы на стороне компании-заказчика делает их непростую работу еще сложнее.

Именно для тех читателей, которым предстоит в ближайшее время стоять у руля проектов по строительству и реконструкции производственных мощностей и инженерной инфраструктуры на своих предприятиях, мы выделили список ключевых моментов, на которые им стоит обратить внимание в ходе планирования и реализации проекта.

# НА СТОРОНЕ ЗАКАЗЧИКА. СЕКРЕТЫ УСПЕШНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТОМ

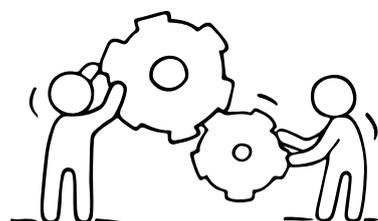
## ОПРЕДЕЛЯЕМ ЦЕЛЬ И ОГРАНИЧЕНИЯ



Прежде всего, речь идет о желаемом результате и временных рамках. Звучит «очевидно», но формально относиться к данному этапу не стоит, поскольку именно сейчас важно убедиться, что все заинтересованные лица на вашем предприятии имеют однозначное понимание поставленной цели и предъявляют одинаковые требования к результату. Если это не так, то на старте разобрататься с «конфликтом интересов» будет проще.

Помимо мнений заинтересованных сотрудников и подразделений стоит обязательно проверить, насколько поставленная цель отвечает средне- и долгосрочным планам развития производства. В противном случае вы рискуете тем, что выбранное решение будет иметь «срок годности» значительно меньший, чем срок окупаемости ваших инвестиций.

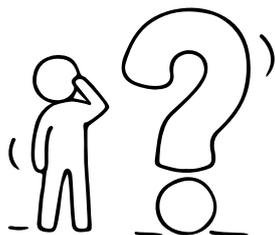
## СОБИРАЕМ КОМАНДУ, РАСПРЕДЕЛЯЕМ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ И НАЛАЖИВАЕМ КОММУНИКАЦИИ



Проектная команда нужна не только исполнителю, но и заказчику. Пусть даже она будет меньше по численности, а сотрудники будут выполнять функции, связанные с управлением проектом параллельно со своими основными обязанностями — при наличии в каждом из вовлеченных в проект подразделений ответственного за работу по проекту сотрудника процессы согласования и принятия решений будут происходить гораздо быстрее. И потребуют от вас контроля, а не полноценного вовлечения в процесс.

Минимальная необходимая численность команды — 2 человека: «владелец проекта», осуществляющий стратегическое руководство и решение принципиальных моментов, и «ответственный» за проект, отвечающий за тактическое управление и выступающий связующим звеном проектной команды и исполнителей. Объединять эти 2 роли не стоит, поскольку они предполагают решение задач разного уровня.

## ОПРЕДЕЛЯЕМ ФОРМАТ ПРОЕКТА

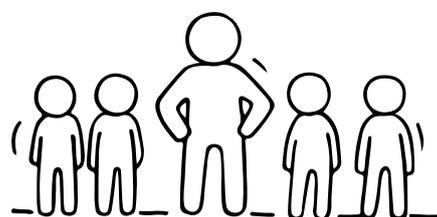


Выбор между реализацией в формате EPC\* (или в более привычной в российской практике формулировке «под ключ»), EPCM или самостоятельным руководством и координацией работы всех вовлеченных поставщиков и подрядчиков стоит делать, исходя из ваших временных ограничений, кадровых возможностей и опыта в реализации подобных проектов.

Важно понимать, что проект, который предприятие реализует самостоятельно, требует от внутреннего менеджера 100% вовлеченности в процесс, и быть готовым к тому, что своим основным задачам вы сможете уделять гораздо меньше времени.

Схема EPC сведет функции заказчика к согласованию и контролю процесса, за счет чего позволит минимизировать использование трудовых ресурсов заказчика в проекте. Кроме того, формат EPC предполагает полную ответственность исполнителя за результат, исполнение бюджета и сроков реализации проекта, а значит, ваши риски будут ниже (разумеется, при условии грамотного выбора исполнителя).

## ВЫБИРАЕМ ИСПОЛНИТЕЛЯ



Проблемы с поставщиками и подрядчиками могут самым негативным образом сказаться на сроках реализации и результате проекта. Поэтому правильный выбор исполнителей — обязательный залог успеха проекта.

В зависимости от выбранного формата проекта, у вас будет разное число контрагентов, а следовательно — совершенно разный объем задач, ответственность и риски.

Если ваш сценарий подразумевает самостоятельную реализацию проекта, то на этом этапе вам предстоит большая работа по выбору поставщиков основного и вспомогательного оборудования. Сравнивая предложения различных производителей, важно помнить, что низкая цена на старте не всегда оправдывает себя: реальную стоимость оборудования определяют расходы на протяжении всего срока эксплуатации, которые зависят от межремонтного цикла, стоимости ТО, численности персонала, задействованного в эксплуатации.

Выбирая EPC-подрядчика, прежде всего, определите для себя критерии выбора, исходя из круга и уровня поставленных задач. Составьте запрос, где подробно описан состав работ и требования к исполнителю, и запросите подробную информацию от претендентов. Обратите внимание на кадровый состав и опыт работы.

Для сложных проектов оправданно выбирать не только компанию, но и проектную команду, которая будет работать над вашим проектом. Запросите и изучите информацию об опыте предлагаемых к участию в проекте специалистов, и обязательно убедитесь, что менеджер компании-исполнителя, который будет вести ваш проект, отвечает вашим ожиданиям.

## УПРАВЛЯЕМ ПРОЦЕССОМ И КОНТРОЛИРУЕМ РЕЗУЛЬТАТ



Основа успеха здесь реалистичный график. Если сроки определены с учетом оптимистичных обещаний производителей и подрядчиков, а также не учитывают ваши внутренние регламенты, скорость организационных процессов и условия работы на площадке, высока вероятность того, что вы выйдете из графика еще на стадии подписания контрактов и заказа оборудования.

В целом же, если на предыдущих этапах вы все сделали правильно, контролировать процесс будет не так уж сложно. Однако, непредвиденные ситуации случаются. Важный момент здесь — быть честным с самим собой и другими участниками проекта, если что-то идет не так. Пытаясь закрывать глаза на возникшие трудности, можно потерять время, когда ситуацию еще можно исправить.

В целом, при возникновении проблем подход «что делать» всегда гораздо эффективнее разбирательства «кто виноват».

\* Подробнее об особенностях проектов в форматах EPC и EPCM мы писали в предыдущем выпуске журнала Клуб ПИ. [Посмотреть статью на сайте.](#)

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

В одном из предыдущих выпусков «Клуба ПИ» мы уже писали о пользе предварительного нагрева воды, подаваемой в паровой котел. Чтобы сделать шаг от теории к практике было больше оснований, сегодня предлагаем читателям вместе посчитать эффект от использования экономайзеров питательной воды «в цифрах».

# СЧИТАЕМ ЭКОНОМИЮ. ЭКОНОМАЙЗЕРЫ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА УХОДЯЩИХ ГАЗОВ

## И всё же, немного теории

Экономайзер — устройство для подогрева питательной воды уходящими из котла продуктами сгорания с целью дополнительного использования тепла сожженного топлива.

Экономайзер снижает потребление топлива паровым котлом за счет передачи тепла от уходящих дымовых газов питательной воде котла. Уходящие газы часто выводятся в атмосферу при температуре на 40°C – 60°C выше температуры вырабатываемого пара. Как правило, КПД котла можно повысить примерно на 1% при снижении температуры уходящих газов на каждые 5°C. Обычно благодаря утилизации отработанного тепла подогреватель питательной воды снижает расход топлива на 5-10% и окупается менее чем за 2 года. В таблице ниже приводятся примеры потенциальных значений утилизируемого тепла в зависимости от теплопроизводительности и температуры уходящих дымовых газов.

Таблица. Потенциал утилизации тепла уходящих дымовых газов.

Начальная температура уходящих газов, °C	Количество тепла, доступного для утилизации, МВт*ч			
	Теплопроизводительность котла, МВт*ч			
	7,5	15	30	60
200	0,4	0,8	1,6	3,1
250	0,7	1,3	2,7	5,4
300	1,0	1,9	3,8	7,6

Указанные в Таблице данные приведены при следующих условиях:

- топливо — природный газ,
- избыток воздуха 15%,
- конечная температура в дымовой трубе 120 °C.

## А теперь считаем

Котел с КПД 80%, работающий на природном газе, вырабатывает 20 т/ч пара при давлении 10 бари. Конденсат возвращается в котел и смешивается с питательной водой так, чтобы температура питательной воды после смешения стала равна 47°C. Измеренная температура уходящих дымовых газов составляет 260°C. Опреде-

лим ежегодную экономию, которая будет достигнута при установке экономайзера, при условии, что котел работает 8400 ч в год, а стоимость топливного газа в нашем примере составляет 4,6 руб. за 1 нм<sup>3</sup>.

Исходя из удельной теплоты сгорания природного газа 33500 кДж/нм<sup>3</sup> (или 33500/3600 x 10<sup>-3</sup> = 0,0093 МВт\*ч/нм<sup>3</sup>), стоимость 1 МВт\*ч, полученного при его сгорании составляет: 4,6 руб./ 0,0093 МВт\*ч = 494,6 руб.

Из таблиц водяного пара получаем следующие значения энтальпии:

Для насыщенного пара при давлении 10 бари: 2781,7 кДж/кг,

Для питательной воды при температуре 47 °C: 197 кДж/кг,

Теплопроизводительность котла = 20000 кг/ч x (2781,7 – 196,9) кДж/кг = 51 696 000 кДж/ч = 14,4 МВт\*ч.

Количество доступного для утилизации тепла, которое можно получить при температуре выхлопных газов 260°C и мощности котла, работающего на природном газе, равной 14,4 МВт\*ч, исходя из приведенной выше таблицы, составит примерно 1,3 МВт\*ч.

### Ежегодная экономия

$$= (1,3 \text{ МВт*ч} \times 494,6 \text{ руб./МВт*ч} \times 8 \text{ 400 ч}) / 0,8$$

$$= \mathbf{6 \text{ 751,3 тыс. руб./год.}}$$

## Руководство к действию

- Определите температуру уходящих газов после наладки режима работы котла в соответствии с рекомендациями производителя. Котел должен работать при коэффициенте избытка воздуха, близком к оптимальному; все поверхности теплообмена должны быть чистыми.
- Определите минимальную температуру, до которой можно охлаждать уходящие газы, в соответствии с такими критериями, как точка росы, коррозия на холодной хвостовой части и эффективность поверхности теплообмена (см. Пределы температуры уходящих газов).
- Рассчитайте экономический эффект от установки в вашем котле экономайзера или воздухоподогревателя с помощью приведенной выше формулы, используя технические параметры вашего предприятия и тарифы своего региона.

## Пределы температуры уходящих газов

Минимальная температура, до которой можно охлаждать уходящие газы, зависит от типа используемого топлива: для природного газа она составляет 120°C, для угля и жидкого горючего с низким содержанием серы — 150°C, а для жидкого топлива с высоким содержанием серы — 180°C. Эти пределы предусмотрены для того, чтобы не допустить конденсации и возможной коррозии материала выхлопной трубы.

*Статья подготовлена старшим экспертом компании «Первый инженер» Александром Лебедевым с использованием материалов: <https://www.energy.gov>, <https://aqua-therm.ru>*

## Применение экономайзеров

Экономайзер для подогрева питательной воды целесообразно использовать, когда площадь поверхности нагрева в котле недостаточно велика, чтобы максимально эффективно использовать теплоту сгорания топлива. Котлы, мощность которых превышает 1МВт, работающие при давлении более 5 бари и с наибольшей рабочей нагрузкой в течение всего года, идеально подходят для установки экономайзера.

## СПЕЦПРОЕКТ. ПОЛЕЗНЫЙ ОПЫТ

В одном из предыдущих выпусков «Клуба ПИ» мы рассказывали о возможности использовать энергию пара для выработки электроэнергии для собственных нужд предприятия. Отклики и вопросы читателей показали, что решения с паротурбинными установками наша российская промышленность скорее ассоциирует с «большим масштабом», когда речь идет о значительных расходах пара и перепаде давления. А потому область применения их искусственно ограничивается энергетикой и нефтепереработкой.

Между тем, во всем мире активными пользователями паровых турбин являются именно предприятия с небольшой выработкой пара — такие, как пищевые производства, например. В силу сравнительно невысокого потребления электроэнергии, эти предприятия закупают ее не на оптовом рынке, а по существенно более высоким розничным тарифам. А потому при меньшем потенциале выработки электроэнергии экономия от собственной генерации здесь может быть ощутима даже больше, чем на НПЗ или ТЭЦ.

Совместно с нашим партнером, чешской компанией G-Team в этом году мы приведем несколько примеров того, как работают мини турбины в разных отраслях промышленности. И сегодня начнем с применения паровых турбин на сахарных заводах.

# ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ В ДЕЛЕ. ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ ДЛЯ САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На производство 1 тонны сахара в среднем расходуются 191,1 кВт/ч электроэнергии и 1,564 Гкал тепловой энергии<sup>1</sup>. Общие затраты на энергию и топливо производителей сахара с учетом действующих тарифов на энергоносители составляют 35–40% от общих затрат на переработку свеклы.

Очевидно, что снижение этого показателя может стать эффективным инструментом в борьбе за низкую себестоимость продукта. Вопрос для предприятий отрасли крайне актуальный — последние несколько лет цена на сахар стабильно снижается ввиду кризиса перепроизводства и популярной тенденции к переходу на здоровое питание (эксперты Института конъюнктуры аграрного рынка (ИКАР) оценивают российское предложение сахара в 2018 году выше

спроса на полмиллиона тонн)<sup>2</sup>. В этих условиях сохранить объемы реализации на внутреннем рынке или заместить их экспортными продажами смогут те, кто сможет найти внутренние резервы для сохранения прибыли в условиях снижения цены.

Рассмотрим, как с этой задачей поможет справиться система энергоэффективного редуцирования пара на турбинных установках.

<sup>1</sup> По данным [gks.ru](http://gks.ru)

<sup>2</sup> Источник: <https://finance.rambler.ru/markets/40491576-pochemu-mirovye-tseny-na-sahar-snzilis-do-minimuma-za-poslednie-tri-goda/>



## Для небольших производств

### Характеристики объекта:

- Общее электропотребление — 200 кВт/ч
- Расход пара — 4 тонны пара в час
- Давление пара на входе в РУ — 1,2 МПа
- Температура пара на входе в РУ — 350°C
- Давление, требуемое на производстве — 0,4 МПа

### Задача:

Снизить объем электроэнергии, приобретаемой у внешних поставщиков, за счет внутренних резервов производства.

### Решение:

Паровая турбина мощностью 145 кВт, установленная параллельно с действующей РУ, которая после внедрения турбины будет выполнять резервные функции.

### Технические параметры:

- Номинальное давление пара на входе — 1,2 МПа
- Номинальная температура пара на входе — 350°C
- Давление за турбиной — 0,4 МПа
- Расход пара через турбины — 4,0 тонны/час
- Частота вращения турбины — 29610 оборотов в минуту

### Результат:

- Покрытие 75% потребностей предприятия в электроэнергии
- Возврат инвестиций через 18 месяцев

## Для производств среднего масштаба

### Характеристики объекта:

- Общее электропотребление — 2500 кВт/ч
- Расход пара — 33,1 тонн пара в час
- Давление пара на входе в РУ — 2,30 МПа
- Температура пара на входе в РУ — 350°C
- Давление, требуемое на производстве — 0,19 МПа

### Задача:

Снизить объем электроэнергии, приобретаемой у внешних поставщиков, за счет внутренних резервов производства.

### Решение:

Паровая турбина мощностью 2500 кВт, установленная параллельно с действующей РУ, которая после внедрения турбины будет выполнять резервные функции.



### Технические параметры:

- Номинальное давление пара на входе — 2,3 МПа
- Номинальная температура пара на входе — 350°C
- Давление за турбиной — 0,18 МПа
- Расход пара через турбины — 33,1 тонны/час
- Частота вращения турбины — 13 000 оборотов в минуту

### Результат:

- Наиболее полное использование потенциала парогенерирующего оборудования на предприятии
- Покрытие 100% потребностей предприятия в электроэнергии
- Возврат инвестиций через 15 месяцев

Как видно из приведенных примеров, внедрение паровых турбин позволяет производителю сахара серьезно сократить энергозатраты, снизив таким образом себестоимость продукции. Причем сделать это можно без ущерба для качества продукции, критически важного для сохранения рыночных позиций в условиях жесткой конкуренции со стороны не только российских компаний, но и все более активных на нашем рынке иностранных производителей.



ИНТЕРЕСНО

Денис Маршинский

Специалист по маркетингу компании «Первый инженер»

# ОБЩЕЕ ДЕЛО.

## ЭКОЛОГИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В МАСШТАБАХ ПРЕДПРИЯТИЯ

Более 30% энергии в мире сегодня потребляет стремительно растущее промышленное производство<sup>1</sup>, а потому с каждым годом требования к безопасности и экономичности промышленной энергетики возрастают. На российскую промышленность пока не осуществляется такого жесткого давления со стороны государства, но все мировые тенденции говорят о том, что это всего лишь вопрос времени.

Чтобы в нужный момент вы были во всеоружии, мы рассмотрим несколько способов, которые помогут сделать ваше предприятие более «зеленым» и энергоэффективным.

### 1. Альтернативные способы энергоснабжения

Сегодня 63% электрической энергии в России генерируют тепловые и газовые электростанции<sup>2</sup>. В результате сжигания угля и газа происходит значительный выброс углекислого газа и метана в атмосферу, что крайне негативно сказывается на состоянии окружающей среды. Для снижения углеродного следа, который оставляет производственная отрасль, на замену традиционным источникам энергии все чаще стали приходить альтернативные.

<sup>1</sup> <https://plasticsdecorating.com/enews/2019/top-five-environmental-sustainability-trends-in-manufacturing/>

<sup>2</sup> [https://controlengrussia.com/e-lektroprivod/abb\\_electric\\_drive/](https://controlengrussia.com/e-lektroprivod/abb_electric_drive/)



Самыми популярными возобновляемыми источниками энергии в мире являются солнечные электростанции, гидроэлектростанции, ветрогенераторы и геотермальные источники. Разумеется, в вопросах развития альтернативной энергетики у каждой страны свой путь, который зависит от климата и природных условий. Для России, например, весьма перспективно строительство энергоисточников на биомассе — отходах сельскохозяйственного и деревообрабатывающего производства.

К экологичным способам генерации энергии такие источники относятся потому, что предприятиям не нужно заниматься его транспортировкой, а выбросы углекислого газа в атмосферу при его сжигании поглощаются биомассой в процессе фотосинтеза. Благодаря этому производимая энергия считается углеродно-нейтральной.

ТЭЦ на биотопливе, построенная «Первым инженером», позволит предприятиям ЛПК, АПК и городского хозяйства получать электроэнергию и тепло для технологических процессов и отопления, полностью обеспечивая внутренние потребности в энергоресурсах за счет отходов производства.



## 2. Энергоэффективное оборудование

Найти подходящее высококачественное и мощное оборудование предприятиям сегодня довольно просто, а вот инвестировать в него мотивация есть не всегда. Однако несмотря на то, что замена оборудования является довольно затратным решением, долгосрочная выгода от его внедрения превышает издержки на его закупку. По мнению экспертов, энергоэффективные двигатели значительно сокращают энергопотребление и увеличивают срок службы оборудования. Если взять в расчет стоимость жизненного цикла двигателя, то согласно статистике 90% этой суммы составляют затраты на электроэнергию, и только 10% — на его закупку и техническое обслуживание<sup>1</sup>. Поэтому в данной ситуации важно проявить дальновидность и предварительно рассчитать выгоду от внедрения энергоэффективного двигателя. При этом нет необходимости сразу же избавляться от своего старого оборудования — поэтапная замена позволит осуществить переход на экологическое оборудование максимально эффективно и безболезненно.

## 3. Системы управления энергией

Внедрение автоматизированной системы технического учета электроэнергии позволит предприятию в режиме реального времени оценить эффективность работы того или иного технологического оборудования, а также, совместно с современными комплексами автоматизации, оптимизировать режимы работы, позволяющие предприятию экономить около 10-15% энергии. Анализ информации системы учета в тандеме с технологическими мероприятиями позволит достичь суммарной экономии энергии порядка 30%, что, разумеется, повлечет за собой и снижение выбросов в окружающую среду<sup>2</sup>.



Системы автоматизации Valmet позволяют выбрать решение, которое сократит операционные затраты и минимизирует выбросы конкретных производственных процессов.

Так, DNA Steam Network Manager регулирует процессы, связанные с выработкой, распределением и утилизацией тепла, что позволяет сократить потребление топлива на 18%, потери от продувки — на 80%, использование газовых котлов, работающих в пиковом режиме — до 70%.

Valmet DNA Fuel Data Management охватывает всю организационную и технологическую цепочку использования топлива на предприятии, что позволяет экономить до 17% топлива, а также на 60% сократить временные затраты на проведение анализа и приемку топлива.

Valmet DNA Standard Emission Monitoring в режиме реального времени следит за всеми значимыми экологическими параметрами производства, что позволяет экономить до 5% топлива, а также быстро реагировать на любые изменения в нормативах контроля выбросов.

## 4. Зеленые стандарты строительства

Согласно мировой статистике на строительную индустрию и ЖКХ приходится более 40% потребления всей первичной энергии, 67% всего электричества, 40% всего сырья и 14% всех запасов питьевой воды, а также 35% всех выбросов углекислого газа и практически половина всех твердых бытовых отходов<sup>3</sup>.

Поэтому во всем мире сегодня набирает популярность концепция «зеленого строительства». Ориентированная на снижение воздействия зданий на окружающую среду в ходе строительных работ и в течение всего жизненного цикла объекта, она включает выбор локальных поставщиков строительных материалов, повышенные требования к стандартам производства самих материалов, экономичное использование энергии и водных ресурсов, снижение количества отходов и выбросов.

<sup>1</sup> [https://controlengrussia.com/e-lektroprivod/abb\\_electric\\_drive/](https://controlengrussia.com/e-lektroprivod/abb_electric_drive/)

<sup>2</sup> <https://www.gd.ru/articles/4161-ekonomiya-elektroenergii>

<sup>3</sup> <https://moluch.ru/archive/113/29050/>



## 5. Естественное освещение и сокращение расходов на электричество

Естественное освещение получило довольно широкое применение в офисах и школах, но пока не нашло должного отклика на производственных объектах. А ведь за естественное освещение не нужно платить, оно не наносит ущерба экологии и значительно увеличивает продуктивность сотрудников. Иногда решение может быть совсем простым, но эффективным: так, перекраска стен помещений в светлые тона для повышения уровня общей освещенности позволяет предприятию сократить расходы электроэнергии на 1-3%<sup>1</sup>.



Замена ламп накаливания светодиодами даст предприятию возможность сэкономить до 80%<sup>2</sup> электроэнергии, установка датчиков движения — до 20%<sup>3</sup>, применение светотехнической арматуры (эффективных отражателей) — до 15%<sup>4</sup>. Не стоит обходить стороной и замену светильников, ведь КПД современных ламп относительно устаревших составляет 95% против 65%<sup>5</sup>.

## 6. Снижение объема отходов

Снижение общего объема отходов предприятия и пересмотр подходов к методам их утилизации — действенные меры, способные существенно снизить влияние производства на окружающую среду.

<sup>1</sup> [https://www.energo-konsultant.ru/sovets/elektrosnabgenie/yuridicheskim\\_licam/kak\\_sekonomit/soveti\\_po\\_energoberegeniu/](https://www.energo-konsultant.ru/sovets/elektrosnabgenie/yuridicheskim_licam/kak_sekonomit/soveti_po_energoberegeniu/)

<sup>2</sup> <https://www.manufacturing.net/article/2019/01/5-ways-industrial-led-lighting-cuts-energy-costs-today-down-road>

<sup>3</sup> <https://www.gd.ru/articles/4161-ekonomiya-elektroenergii>

<sup>4</sup> [https://www.energo-konsultant.ru/sovets/elektrosnabgenie/yuridicheskim\\_licam/kak\\_sekonomit/soveti\\_po\\_energoberegeniu/](https://www.energo-konsultant.ru/sovets/elektrosnabgenie/yuridicheskim_licam/kak_sekonomit/soveti_po_energoberegeniu/)

<sup>5</sup> [http://www.energsovet.ru/bul\\_stat.php?idd=380](http://www.energsovet.ru/bul_stat.php?idd=380)



>> вернуться к оглавлению



Более 90% предприятий  
ТЕРЯЮТ ВЫРАБАТЫВАЕМОЕ ТЕПЛО

Более четкое планирование и использование ресурсов, а также повышение качества и срока годности производимых продуктов позволит сократить объем выработки отходов. Для сокращения эксплуатации первичных ресурсов используйте повторно один и тот же продукт до полной непригодности, а также изучите возможность повторного использования воды и тепла.

Применение решений «Первого инженера» по утилизации отработанных энергоресурсов (пара, горячей воды, продуктов сгорания) с применением абсорбционных холодильных машин и промышленных тепловых насосов позволяет полезно использовать до 60% теряемого на производстве тепла.

Осуществляйте переработку использованных материалов в новые продукты. То, что невозможно или невыгодно перерабатывать и использовать повторно, может стать отличным источником энергии. Для предприятий лесобработывающей и сельскохозяйственной отрасли решение может лежать прямо на поверхности. Мы говорим об энергетическом ресурсе, который практически бесплатно сможет закрыть все потребности предприятия в электричестве и тепле – это собственные отходы производства. Кора, щепа, опилки, фанерные отходы, подсолнечная лузга, куриный помет, сортированный мусор и другая биомасса идеально подходят в качестве топлива для работы автономной мини-ТЭЦ или котельной.

Технология сжигания Kablitz позволяет использовать сырье с относительной влажностью до 65%, нечувствительна к черным и цветным металлам < 5% от массы, а также к инертным материалам <15% от массы.

### Источники:

1. <https://plasticsdecorating.com/enews/2019/top-five-environmental-sustainability-trends-in-manufacturing/>
2. [https://controlengrussia.com/e-lektroprivod/abb\\_electric\\_drive/](https://controlengrussia.com/e-lektroprivod/abb_electric_drive/)
3. <https://www.gd.ru/articles/4161-ekonomiya-elektroenergii>
4. <https://moluch.ru/archive/113/29050/>
5. [http://www.energsovet.ru/bul\\_stat.php?idd=380](http://www.energsovet.ru/bul_stat.php?idd=380)
6. [https://www.energo-konsultant.ru/sovets/elektrosnabgenie/yuridicheskim\\_licam/kak\\_sekonomit/soveti\\_po\\_energoberegeniu/](https://www.energo-konsultant.ru/sovets/elektrosnabgenie/yuridicheskim_licam/kak_sekonomit/soveti_po_energoberegeniu/)
7. <https://www.manufacturing.net/article/2019/01/5-ways-industrial-led-lighting-cuts-energy-costs-today-down-road>