



ЭЛЕКТРОГЕНЕРАЦИЯ

Скрытые возможности пара

Биоэнергетика:
выбираем свой путь

ЗА и ПРОТИВ
Электронное управление
проектами

Энергия.
9 неожиданных фактов



Коллеги,

Самое честное соревнование — с самим собой. Среди других, если речь не идет о беге, прыжках или игре в шахматы, очень сложно найти тех, кто находится с тобой по-настоящему в равных условиях, а оценивая свое предприятие сегодня, год, пять или десять лет назад, можно здраво оценить достигнутый результат и поставить новую цель.

Правда, с каждым годом, такое соревнование становится все сложнее. Особенно удручает, если «повышения», «улучшения» или «сокращения» оцениваешь в процентах. На примере наших клиентов — устранение грубых ошибок и внедрение базовых энергосберегающих практик всегда дает самый ощутимый экономический эффект. А чем дальше ты продвигаешься, тем меньшими кажутся достижения. Повод ли остановиться? Ничуть. Настоящая борьба за энергоэффективность начинается именно тогда, когда базовые принципы энергосбережения уже соблюдены.

Просто тех, кто пойдет дальше, ждут решения, выходящие за рамки привычных «устранить» и «ликвидировать», а позволяющие задействовать невидимые прежде ресурсы предприятия. Хотите найти скрытые возможности на своем предприятии? Мои коллеги всегда к вашим услугам — на страницах этого выпуска, где вы сможете почерпнуть несколько полезных идей, и в работе, когда вы решите претворить эти идеи в жизнь на своем предприятии.

Ваш Михаил Баклыгин



Перейти в группу>>



Перейти в группу>>

СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА:

Андрей Шурыгин
ЭНЕРГОИСТОЧНИК НА БИОМАССЕ.
ВЫБИРАЕМ ОПТИМАЛЬНЫЙ ВАРИАНТ.

3

Сергей Волков
СКРЫТЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВОДЯНОГО ПАРА:
ЭЛЕКТРОГЕНЕРАЦИЯ

7

Анна Чугунова
ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
ПРОЕКТАМИ: ЗА И ПРОТИВ

9

Денис Маршинский
9 ЛЮБОПЫТНЫХ ФАКТОВ ОБ ЭНЕРГИИ

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 по работе с заказчиками Блока биоэнергетики компании «Первый инженер»

Наталья Баклыгина

Директор по маркетингу компании «Первый инженер»

Производство энергии из биомассы в принятой в нашей стране классификации относят к энергетике альтернативной, и заодно с прочими направлениями последней многие считают его сомнительным с точки зрения возврата инвестиций. На самом деле справедлива такая классификация лишь с точки зрения сопоставимо низкой доли в энергобалансе страны. В том, что касается стоимости энергии, произведенной из биомассы, сжигание отходов деревообрабатывающего или сельскохозяйственного производства — решение экономически не только жизнеспособное, но и весьма привлекательное без внешних дотаций.

Однако, поскольку в большинстве случаев ТЭЦ или котельная на биотопливе становятся частью замкнутой энергосистемы отдельного предприятия, и инвестором выступает непосредственный потребитель энергии, права на математические ошибки при выборе типа энергоисточника и его мощности у разработчика нет. О том, как найти правильный баланс между энергетическими потребностями предприятия и количеством отходов, и на что ориентироваться при выборе технического решения, мы расскажем сегодня.

ЭНЕРГОИСТОЧНИК НА БИОМАССЕ. ВЫБИРАЕМ ОПТИМАЛЬНЫЙ ВАРИАНТ

Продолжение статьи «Выбросить нельзя сжечь. Как превратить отходы в энергию», опубликованной [в предыдущем выпуске](#).

Типы энергоисточников на биомассе

В рамках диапазона технических решений, реализуемых компанией «Первый инженер», типы энергоисточников, работающих на биотопливе и использующих его прямое сжигание, можно разделить на две основные группы: производство тепла и когенерация.



Паровой котел для ТЭЦ с горизонтальной компоновкой для загрязненного топлива

КОГЕНЕРАЦИЯ		
ТЭЦ с паровыми турбинами	Тепловая единичная мощность: 5–105 МВт Паропроизводительность: до 150 т/ч Давление пара: до 110 бар Температура пара: 510°C	Обеспечение до 100% потребности предприятия в электроэнергии и 100% тепловой энергии.
ТЭЦ на термомасляных установках	Тепловая единичная мощность: 5–50 МВт Температура: до 325°C	Обеспечение до 100% (определяется наличием топлива) потребности предприятия в электроэнергии. Тепло для систем теплоснабжения предприятия и технологических процессов в полном объеме, возможно параллельно с электрогенерацией.
ПРОИЗВОДСТВО ТЕПЛА		
Водогрейная котельная	Тепловая единичная мощность: 5–50 МВт Для горячей и перегретой воды до 200°C	Тепло для систем теплоснабжения предприятия и технологических процессов
Паровая котельная	Тепловая единичная мощность: 5–105 МВт	Тепло для систем теплоснабжения предприятия и технологических процессов.
Термомасляная установка	Тепловая единичная мощность: 5–50 МВт, Температура: до 325°C	Источник тепла для технологических процессов, возможно параллельно и для отопления.

Производство тепловой энергии

Использование твердого биотоплива для теплогенерации — наиболее простое с технической точки зрения, а потому доступное и распространенное решение, особенно актуальное для тех регионов, где не до конца решен вопрос с газификацией. Строительство котельной, работающей на необработанном топливе, с естественным

ТМУ с топкой для влажных отходов (более 65%)



уровнем влажности, имеющим практически нулевую стоимость для владельца, отличное решение для теплоснабжения самого предприятия, населения и социальной сферы, особенно в тех регионах с длительным отопительным сезоном и нерешенным до конца вопросом газификации. Учитывая географию предприятий деревообрабатывающей отрасли, предприятий, для которых собственные отходы могут стать существенным подспорьем в борьбе за экономику производства, у нас в стране немало.

Выбор теплоносителя (пара, воды или термомасла) определяется технологией применяемой на производстве и потребностями конкретного предприятия.

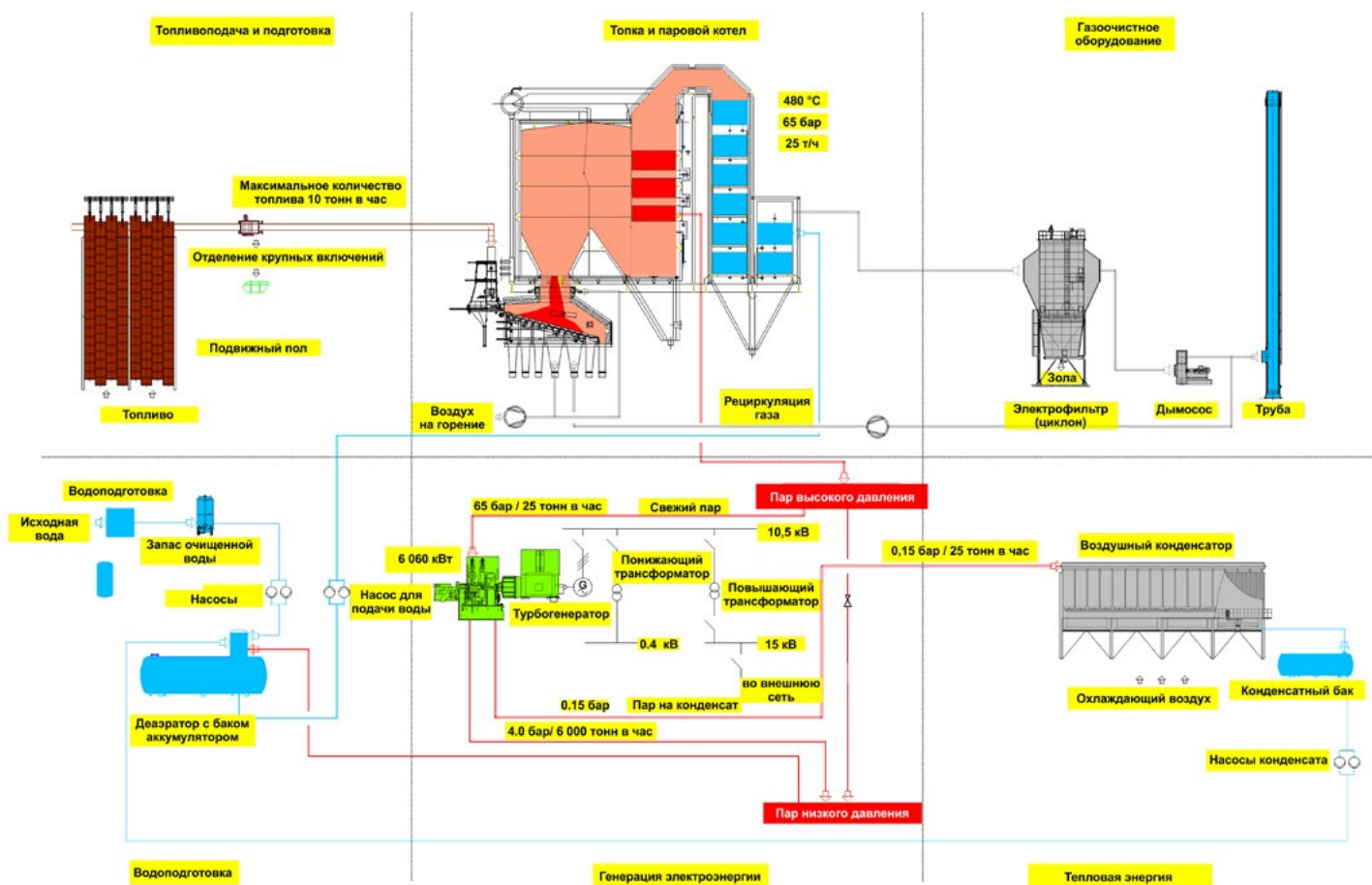
Возможности когенерации

Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии позволяет обеспечить значительную экономию первичных энергоресурсов и снижение загрязнения окружающей среды вредными ингредиентами по сравнению с отдельной выработкой.

Строительство ТЭЦ на биотопливе целесообразно и выгодно для предприятий при соблюдении ряда условий:

- наличия собственных древесных отходов в достаточном количестве;
- высокой стоимости энергии из региональной энергосистемы (от 3-х, 4-х рублей);
- необходимости обеспечения тепловой энергией потребителей предприятия, которое можно организовать с турбины, достаточного для более выгодного режима когенерации;
- наличия свободных средств или возможности их привлечения для инвестиции в проект строительства ТЭЦ, для которого характерны довольно высокие капитальные затраты.

ТЭЦ на паровых турбинах . Упрощенная схема процесса



Довольно распространённый и весомый аргумент в пользу строительства собственной ТЭЦ — недостаток электрической мощности на подстанции, снабжающей предприятие. При этом важно корректно определить требуемую мощность ТЭЦ. Оптимальным вариантом будет рассчитывать ее таким образом, чтобы при работе в параллель с энергосистемой закрыть собственные потребности.

Помимо снижения затрат на покупку энергии, собственная генерация позволяет предприятию решить такие задачи, как: сжигание избытка отходов, обеспечение должного качества электроэнергии в критичных регионах, защита объекта от перебоев в энергоснабжении, а также повышение категориальности электроснабжения.

Перед предприятием, планирующим организовать собственную выработку электроэнергии, стоит выбор между ТЭЦ с паротурбинными установками и ТЭЦ на установках, работающих с использованием ОРС цикла.

ТЭЦ с паровыми турбинами — распространенное решение, позволяющее полностью обеспечить потребности предприятия в электрической и тепловой энергии, и достичь таким образом полной независимости от внешних поставщиков. Широкий диапазон мощностей представленных на рынке производителей дает возможность реализовать данную технологию предприятиям различным уровнем потребляемой мощности. Капитальные затраты при реализации проектов по строительству ТЭЦ с паровыми турбинами весьма значительны, поэтому экономически целесообразны такие проекты при условии, что предприятие может обеспечить электрогенерацию по принципу когенерации от 1 МВт.

Важно и то, насколько энергоемким является само производство: учитывая то, что возможности продажи избытка электрической энергии имеет сложности, собственное потребление должно быть достаточным для потребления указанной выше мощности. Любое

решение индивидуально, но конечно же отходов должно быть достаточно для обеспечения требуемой выработки на предприятии. Либо предприятие должно учитывать в своих балансах отходы с других предприятий.

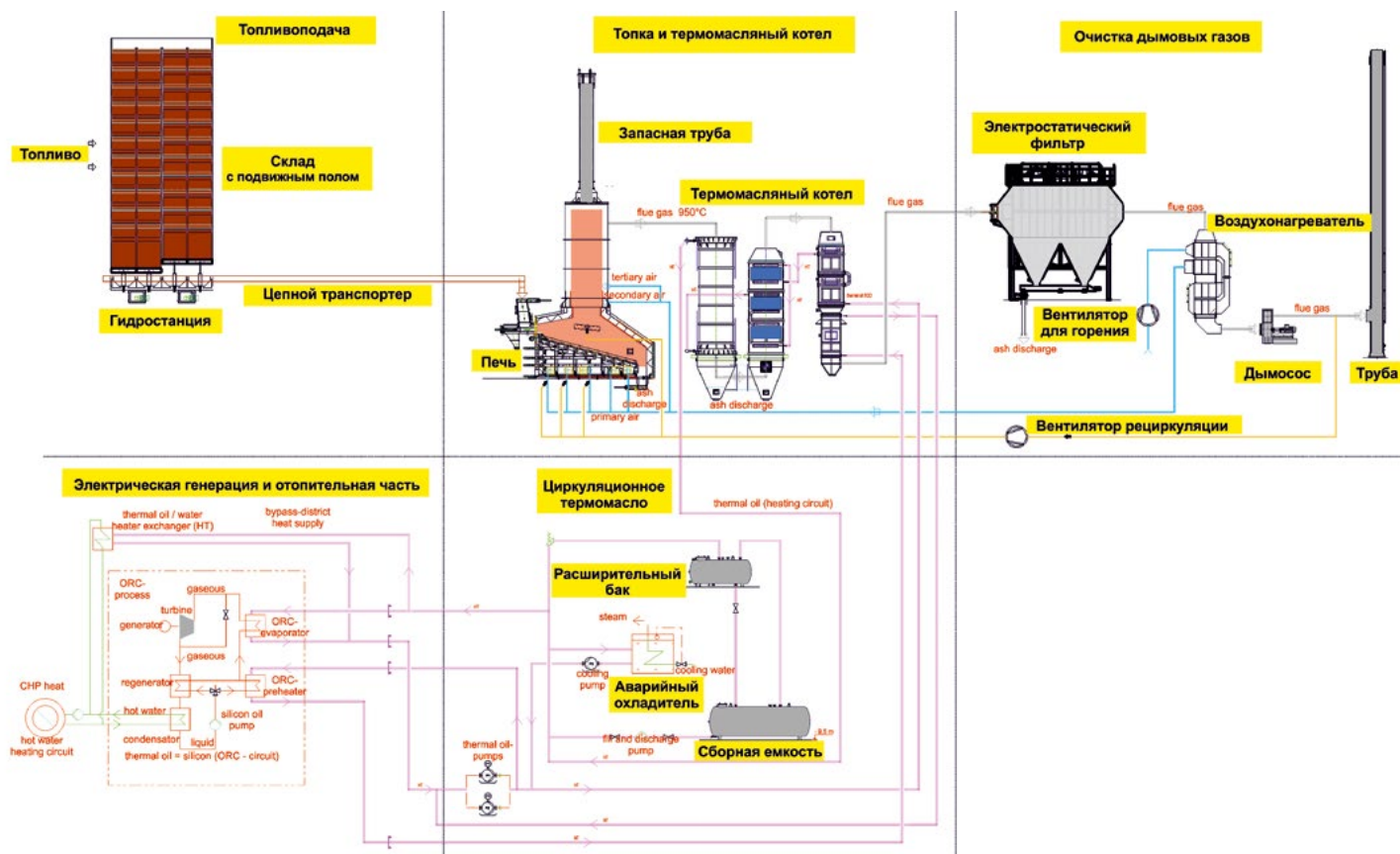
ТЭЦ на термомасляных установках для производства электроэнергии используют турбины ОРС цикла.



Био-ТЭЦ с ORC

Процесс-ОРС подобен термодинамическому циклу обычной паровой турбины, но в качестве рабочего тела для привода турбины ис-

Упрощенная схема процесса (ОРС) — органического цикла Ренкина



пользуется органическое вещество с высокой молекулярной массой. Для ТЭЦ, работающей на биомассе, в качестве рабочего тела обычно используется силиконовое масло.

С одной стороны, это повышает общий КПД теплового цикла на малых мощностях и при низкой температуре источника тепла по сравнению с классическим паровым циклом, так как температура кипения органического вещества меньше, чем у воды, а с другой стороны — ограничивает их использование на средних и больших мощностях.

В целом, выбор между ТЭЦ на паровых турбинах и термомасляных установках определяется следующими основными критериями:

1. использование в технологии предприятия пара или термомасла;
2. параметры тепла низкотемпературных потребителей;
3. требуемая мощность электрогенерации, необходимость для этого режима с вакуумом;
4. предпочтения предприятия

Как выбрать единственно верное решение?

Несмотря на действительную многовариантность решения задачи выбора типа энергоисточника на биомассе, как у всякой задачи,

наиболее оптимальным технико-экономическим решением для каждого предприятия будет, как правило, одно решение.

Чтобы найти его, придется опираться на объективные факты (корректные исходные данные с предприятия, данные о стоимости оборудования и строительства, эксплуатационные затраты, себестоимость электроэнергии и тепла и др.) и «утвержденные или просчитанные планы развития предприятия» (потребности в тепловой и электрической энергии, объем выпуска продукции и, соответственно, отходов производства), напрямую зависящие от планов развития предприятия, а также принимать во внимание рост тарифов от внешних поставщиков энергии. В ином случае, при отсутствии утвержденных планов развития, возможно решать проблему этапами, но учитывать на первом этапе общие и стратегические подходы для реализации всего проекта (например, в стадии проектирования).

Важно, чтобы объект, в который вы планируете инвестировать собственные или заемные средства, отвечал потребностям вашего предприятия именно в понятной перспективе, и поэтапно решать вопросы энергоснабжения параллельно с наращиваем объемов основной продукции. Найти такие решения сможет ответственный и опытный исполнитель проекта, а определять цели и задачи предстоит вам, с критериям подбора возможно определиться и совместно.



Коллеги, приглашаем вас посетить совместный стенд Kablitz и «Первый инженер» на выставке Лесдревмаш-2018

С 22 по 25 октября на нашем стенде к вашим услугам будут технические эксперты обеих компаний, чтобы:

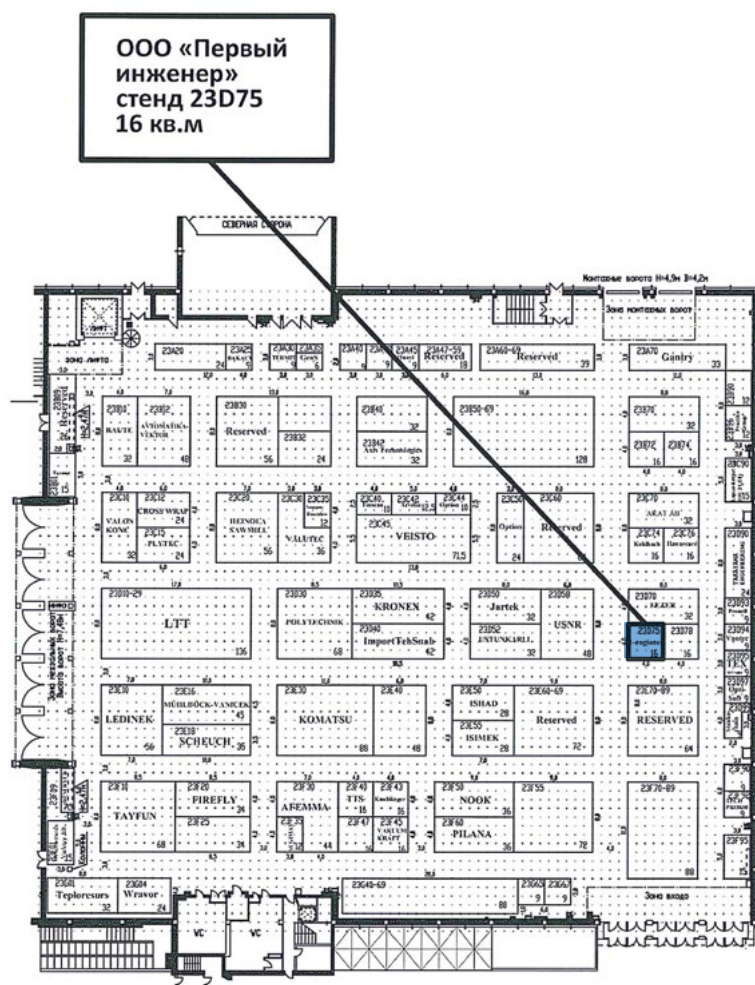
- проконсультировать вас по вопросам утилизации древесных отходов;
- помочь в выборе типа энергоисточника на биомассе, оптимального для вашего предприятия;
- предоставить подробную информацию по техническим особенностям котельных установок Kablitz;
- познакомить Вас с примерами ТЭЦ и котельных, построенных с использованием оборудования Kablitz.

Место встречи:

Краснопресненская наб., 14, «Эскпоцентр».

Павильон 2, Зал 3, стенд 23 D75

ДЛЯ БЕСПЛАТНОГО ПОСЕЩЕНИЯ выставки вы можете зарегистрироваться и получить билет [здесь](#).



ТЕХНОЛОГИИ

Сергей Волков

Директор по работе с корпоративными заказчиками
компании «Первый инженер»

Производств, где пар — основа технологического процесса, много: это нефтепереработка, химические комбинаты, предприятия деревообработки и бумажной отрасли, а также почти вся пищевая промышленность: молоко/маслозаводы, колбасные и мясоперерабатывающие производства, консервная промышленность, производство напитков и соков, кондитерские и хлебобулочные комбинаты. В таких отраслях хорошо знают цену пару, а потому активно и последовательно внедряют мероприятия, направленные на повышение эффективности его использования.

СКРЫТЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВОДЯНОГО ПАРА: ЭЛЕКТРОГЕНЕРАЦИЯ

Правильная трассировка, изоляция и дренаж паропроводов, приведение параметров пара на входе в теплообменное оборудование к оптимальным, оснащение всех теплообменных аппаратов надежно работающими конденсатоотводчиками, возврат конденсата в котельную, установка узлов учёта — благодаря активной работе в области оптимизации систем теплоснабжения паропотребление снижается без потери производительности по продукту.

Однако до сих пор в этой «карте оптимизации» есть белые пятна — потери, которые считались неизбежными в силу особенностей технологии.

Так например, всем известно, что пар, поступающий в пластинчатые теплообменники, в силу их конструктивной особенности, не может быть давлением выше, чем 5-6 ати, давление пара на жаровне — 6-6,5 ати, пар в пастеризатор молока подаётся под давлением не выше 5,5 ати, варочно-жарочная камера на колбасном производстве потребляет пар с давлением 1,2–6,5 ати. И большинство технологических процессов потребляют пар схожих параметров. Котельные же спроектированы и устроены таким образом, что пар из котла выходит с давлением гораздо больше, где-то это 12, 13, а где то и 25 ати (в зависимости от марки котлоагрегата).

Для понижения параметров пара в котельной, либо непосредствен-

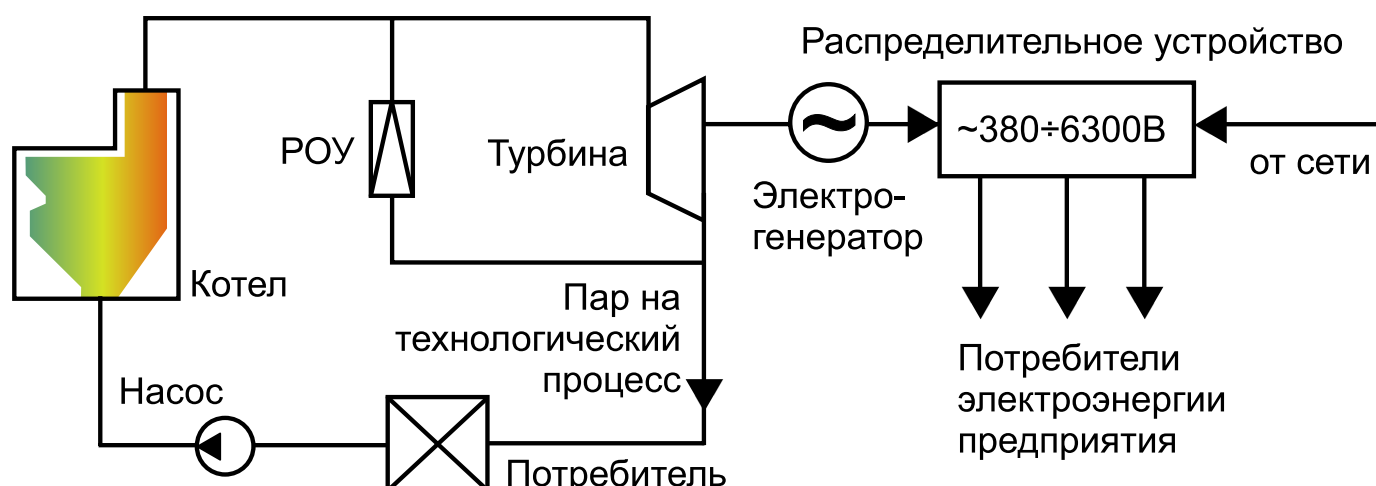
но перед потребителем, устанавливаются редуцирующие, либо редуциционно-охладительные установки, которые приводят давление пара к оптимальным для использования параметрам. Избавляясь от «избыточного» давления и температуры, РУ и РОУ избавляют своих владельцев и от «излишков энергии», весьма немалых.

Согласитесь, тем, кто уже прошел немалый путь в сторону энергосбережения и умеет считать каждый рубль, потраченный на выработку пара, такой подход видится весьма нерациональным. Тем более, когда наконец стала доступна альтернативная технология, позволяющая взять от пара 100% энергии. А именно — производство электроэнергии в процессе редуцирования водяного пара.

Как это работает?

Забудем ненадолго о том, что пар — теплоноситель, а обратим внимание на его способность приводить в движение, давшую в свое время толчок промышленной революции.

Установив в параллель с основным редуцирующим узлом, через который проходит пар, турбину, совмещенную с генератором, возможно вырабатывать электрическую энергию, одновременно снижая давление пара. Общая схема решения представлена на рисунке:



Энергию эту можно использовать для внутренних нужд предприятия. Разумеется, объем дополнительного источника определяется расходом пара на участке, где устанавливается система энергоэффективного редуцирования. В целом продуктовая линейка наших европейских коллег — поставщиков турбин, используемых в составе систем энергоэффективного редуцирования пара, позволяет реализовывать как проекты малой (до 1,5 МВт), так и средней генерации (до 20 МВт).

Первые будут актуальны в производствах, где потенциал выработки пара невелик (8–30 т/час), вторые — на производствах с большим потреблением пара, к которым можно отнести, например, практически все предприятия нефтехимической промышленности.

Почему это выгодно?

Для наглядности, приведем пример, основанный на данных ТЭО проекта системы энергоэффективного редуцирования пара для производителя картона в ЮФО РФ:

- Расход пара — 20 тонн пара в час
- Давление пара на входе в РУ — 13 ати
- Давление на выходе и требуемое на производстве — 4,5 ати
- Действующий тариф на электроэнергию — 4,8 руб. без НДС
- Мощность, которую можно снять с турбогенератора, подключив его в параллель с РУ — 450–600 кВт. Это позволит, например, обеспечить бесперебойную работу котельной, что снизит потребление электроэнергии в целом и обеспечит её автономность и независимость от внешних источников
- Срок окупаемости составит от 2,3–2,8 лет.

Часто предприятия, уже имеющие мощные турбины с противодавлением, предназначенные на большую выработку и расход пара, в летний период их не используют из-за низкого потребления пара, снижая давление пара через РОУ. Разумный выход — установка микротурбины для снижения давления и выработки энергии.

Насколько это выгодно? Посмотрим на примере расчете системы энергоэффективного редуцирования пара, используемой для снижения давления в «межсезонье»:

- Расход пара — 15 тонн в час
- Давление — 10/4 ати
- Рабочая среда — перегретый пар
- Планируемая мощность — 420 кВт
- Расчетный срок окупаемости составит около 2,8–2,9 года.

Дополнительные возможности

На практике не всегда требуется преобразовывать механическую мощность на валу турбины в электрическую энергию. Дело в том, что каждое преобразование одного вида энергии в другой приводит к потерям, поскольку каждое преобразующее устройство имеет свой КПД и, он всегда (к сожалению) меньше единицы.

Зачастую, на предприятии используется мощное динамическое оборудование, приводимое в действия электродвигателями: сетевые насосы, компрессоры, измельчители и т.п. Проводя обследование производства, мы изучаем корреляцию циклограммы работы такого оборудования и загрузки котельной. Если мы видим сильную взаимосвязь, то рассматриваем возможность применения турбоприводов для динамического оборудования. Особенно такой прием хорош, если оборудование резервировано (насосы, компрессоры). В таком случае, часть оборудования приводится в действие электродвигателями, а часть турбоприводом.



При любой конфигурации системы энергоэффективного редуцирования пара результат для предприятия — снижение затрат на закупку электроэнергии у внешних поставщиков. А разработка по индивидуальному проекту позволит выбрать такое решение, которое будет идеально отвечать энергетическим потребностям вашего предприятия. Найти и реализовать его — наша работа.



ИНТЕРЕСНО

Анна Чугунова

Ведущий инженер-проектировщик компании «Первый инженер»

Нужно ли менять привычные алгоритмы компании, следуя тенденции цифровизации, в тех областях, где и «ручное управление» дает неплохие результаты? Рекламные презентации разработчиков ПО для электронного управления проектами звучат многообещающе, но на то она и реклама. А всякий руководитель понимает, что любая новация в реальности дается непросто. И чем сложнее работает компания и ее сотрудники сегодня, тем сложнее будет менять традиции. Стоит ли игра свеч, решать вам, а чтобы решение было обоснованным, предлагаем сравнить объективные ЗА и популярные ПРОТИВ внедрения электронного управления проектами.

ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ: ЗА и ПРОТИВ



БУДЕТ ПРОЩЕ ПЛАНИРОВАТЬ И КОНТРОЛИРОВАТЬ

Руководитель в едином для всех пространстве создаёт проект, добавляет задачи, назначает сроки и исполнителей



ПРИДЕТСЯ МНОГОЕ МЕНЯТЬ

в привычной системе коммуникаций. И ваши сотрудники поначалу, скорее всего, будут не в восторге.



РАБОТАТЬ СТАНЕТ УДОБНЕЕ

Все задачи по проекту - в едином дереве задач.

СОВЕТ ОТ КЛУБА ПИ

Начните с бесплатной версии продукта. Практически все производители предоставляют бесплатный пробный период — **30 дней** и практически у всех при команде **до 5 человек** система предоставляется бесплатно.

Наши варианты системы для пробного периода: Todoist, Hitask, Asana, Wrike, Worksection



БУДЕТ НЕДЕШЕВО

В стоимость ПО:
— команды до 50 человек — от 25\$/месяц за 1 рабочее место
— команды свыше 50 человек — от 120\$/месяц за 1 рабочее место



ВЕРНУТЬСЯ В ПРОШЛОЕ? ПОЖАЛУЙСТА!

Быстрая навигация в истории переписки. Когда все задачи по проектам собраны в единую структуру, даже спустя год или более, легко найти нужно обсуждение.



БЕЗ ТЕХПОДДЕРЖКИ НИКУДА

Это правда.

Хорошая новость: стоимость поддержки, чаще всего, включена в стоимость ПО.

Вопрос в скорости ее оказания: в приоритете — большие команды.



КОММУНИКАЦИИ НА 5+

Обсуждение одного вопроса идёт в конкретной ветке. Каждый участник понимает, что и когда нужно сделать.



БЫСТРО НЕ ПОЛУЧИТСЯ

Минимальные затраты на внедрение — 1 месяц. Но, конечно, время, которое придется потратить на «научить» и «приучить», может оказаться в разы больше.



КОГДА НУЖНО ИСПРАВИТЬ ВСЁ

возможность оперативного анализа принимаемых решений и сопутствующих отклонений.



СОВЕТ ОТ КЛУБА ПИ:

Назначьте руководителем проекта по внедрению системы управления проектами того, кто верит свое дело. И результаты вас порадуют.

ИНТЕРЕСНО

Денис Маршинский

Специалист по маркетингу компании «Первый инженер»

9 ЛЮБОПЫТНЫХ ФАКТОВ ОБ ЭНЕРГИИ

Уверены, по долгу службы вы знаете об энергии многое. И все же надеемся, что некоторые факты в нашей подборке удивят вас так же, как удивили редакцию «Клуба ПИ».

Одна молния производит столько же энергии, как взрыв тонны тротила

Тем временем каждый день во всем мире регистрируют более 8 миллионов ударов молний! А с наступлением глобального потепления эта цифра будет только продолжать расти. Примечательно, что каждый удар молнии нагревает окружающий воздух до 30000 °C — это в 5 раз превышает температуру солнца.



Сколько энергии тратит поисковик Google

Энергии, которую Google затрачивает на поиск 10 запросов, хватает, чтобы зажечь лампочку в 60 Ватт. Стоит отметить, что крупнейшая поисковая система в мире использует настолько много энергии, что ее хватит на обеспечение электричеством 200000 домов.



Солнце всего за 1 час может обеспечить все энергетические нужды Земли на 1 год

Наше солнце – самый большой из существующих источников энергии. Просто представьте, как мог бы измениться мир, если бы мы могли полностью обуздать его. Кстати, по мнению ученых, у нас осталось около 2,8 миллиардов лет для воплощения этой идеи.

Прямо сейчас потребности человечества обеспечивают 15 триллионов Ватт энергии

Это сравнимо с 10 миллиардами лампочек по 10 Ватт, которые зажглись одновременно. В теории растущее население будет только увеличивать потребление энергии, но существует надежда, что более совершенные энергетические технологии помогут сдержать этот рост.

Сколько нужно велосипедистов для работы телевизора

48 велосипедистов за сутки могут произвести достаточное количество энергии для работы телевизора в течение недели. Этот рекорд был поставлен группой невероятно трудоспособных спортсменов из Гонконга в 2014 году, которые смогли сгенерировать более 30000 ватт-часов энергии.

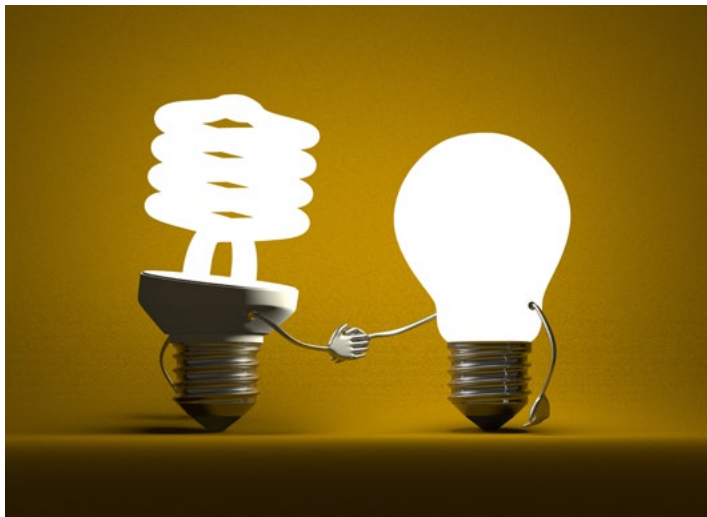


Солнечный свет ночью

Кембридж стал первым мире городом, чья дорога может самостоятельно освещаться в темноте. Для этого на нее был нанесен специально разработанный спрей, который удерживает энергию солнца в течение всего дня и испускает ее в качестве источника синего света ночью. Интересно отметить, что процесс обработки обычной дороги занимает не больше 4-х часов. Уникальная технология имеет все шансы стать настоящим прорывом в сфере освещения улиц по всему миру.

23 миллиона энергосберегающих лампочек бесплатно

Так масштабно подошли в Мексике к популяризации энергосбережения в 2012 году, когда более 5,5 миллионов семей получило по 4 лампочки. Программа «Устойчивый свет» даже смогла попасть в Книгу рекордов Гиннеса.



Эверест уступает по размерам нефтяной скважине

Масштабы и усилия, с которыми мы стремимся извлекать энергию, просто поражают. Например, глубина самой протяженной скважины в мире составляет более 12700 метров. Она пробурена на месторождении Чайво, которое находится в 5 км к северо-востоку от берегов Сахалина. Для сравнения высота Эвереста не превышает 8700 метров.



«Кругосветная» труба

Общая протяженность системы транспортировки газа на территории России составляет 172,1 тыс. км. Этой длины вполне достаточно, чтобы обогнуть Землю полных 4 раза!

