

Эффективный привод, как средство экономии энергии

Пер Викстрём, Юкка Толвананен, Аксели Саволайнен, Петер Барбоза

Из всех ресурсов, от которых зависит современное производство, наиболее важным является энергия. Довольно долго считалось, что этот ресурс гарантирован нам всегда. Но рост цен на энергию и тревога по поводу выбросов парниковых газов подводят операторов производства ко всё более критической оценке использования ими энергии.

Во многих областях потенциал энергосбережения невелик и повышение энергоэффективности даже на пару процентов уже отмечается как серьёзный прорыв. В таких условиях перспективы достижения значительных экономий энергии кажутся весьма туманными. Тем не менее технологии, которые могут обеспечить значительное снижение энергопотребления, существуют. Среди них особо выделяется устройство, на первый взгляд совершенно не «вяжущееся» с энергоёмкими процессами. Оно не производит много шума, не развивает экстремальных температур и не совершает сверхсложных движений. Оно тихо пребывает где-нибудь в шкафу и обычно при объяснении какого-либо процесса даже не упоминается. Однако в его силах снизить энергопотребление на целых 42 процента и если установить его везде, где только возможно, то оно сбережёт энергии столько, сколько потребляет вся Испания. Имя ему – привод.

Идея проста. В прежние времена электродвигатели насосов постоянно работали на полную мощность, а регулирование расхода производилось клапанами и кранами в гидравлическом контуре. Регулируемый же привод позволяет менять расход изменением мощности, подводимой к двигателю. При этом можно исключить из расчёта трение, на действии которого основаны прежние методы регулирования расхода, и связанные с этим потери. Ниже рассказывается о некоторых применениях приводов, а также о получаемом от этого эффекте.

Когда нет системных стандартов

Отсутствие системных стандартов на энергоэффективность приводит к тому, что до 90 % насосных установок используются неправильно, растрачивая значительную часть энергии впустую.

«Так вводите их», – скажете вы, – «у нас же на всё есть стандарты». Увы, это не так просто – в области энергоэффективности ещё достаточно белых пятен. На презентации отчёта об исследовании ACEEE¹⁾ авторы настоящей статьи узнали, что несмотря на то, что уже есть стандарты на конструкцию насосов²⁾, на многие гидравлические параметры, например на величину развиваемого напора³⁾, эффективность и величину NPSH⁴⁾, попытки стандартизировать разработку систем управления насосами оказались куда менее успешными. Насосная установка без привода напоминает трёхтонный грузовик, используемый для поездок

по магазинам за мелкими покупками – даже если по энергоэффективности этот грузовик лучший в своём классе.

Презентация отчёта ACEEE, о которой говорилось выше, касалась исследования внутренней работы одной ведущей химической компании и двух основных исполнителей работ по недавним её проектам. Главной задачей исследования было выяснить, всегда ли мощность насосных установок соответствует тем задачам, для которых они предназначены. Оказалось, что 90 % таких установок используются неправильно, что говорит об отсутствии общих стандартов и правил в этой области. Если такая картина имеет место в одной

компании, то нетрудно догадаться о масштабах неэффективного использования энергии по всему миру.

¹⁾ ACEEE – отчёт об исследовании энергоэффективности в промышленности, 20 июля 2005 г., авторы – Роберт Асдал (Институт гидравлики), Вестал Туттеру (Альянс за экономию энергии), Эйми Кэйн (Национальная лаборатория Лоуренс-Беркли).

²⁾ Например, HI, API, ANSI, ISO.

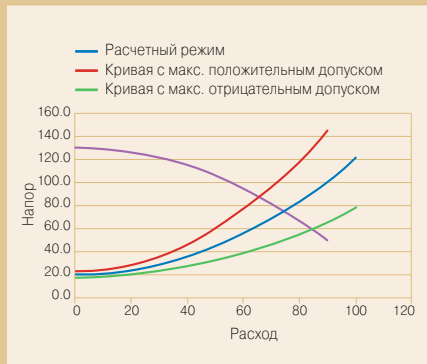
³⁾ Развиваемый напор характеризуется величиной механической энергии, затрачиваемой на перемещение насосом единицы массы жидкости и численно равен высоте, на которую насос может поднять жидкость в отсутствие трения.

⁴⁾ NPSH: (Net Positive Suction Head) эффективный положительный напор на всасывании

Энергоэффективные изделия

Рис. 1 иллюстрирует проблему, стоящую перед системными проектировщиками. При проектировании гидравлической системы всегда имеется некоторая неопределённость, что отображено кривыми расходных характеристик на графике

1 При разработке гидравлической системы всегда следует учитывать разброс в напорных характеристиках насосов.



(сказываются наличие трения, изменения в диаметрах труб и неизвестное заранее фактическое количество угловых секций трубопроводов в окончательном варианте). Такая неопределённость повышает риск того, что спроектирован-

2 Затраты на энергию составляют подавляющую часть стоимости владения насоса или вентилятора.



ная система не будет соответствовать реальным условиям её эксплуатации. Приспособить спроектированную систему к реальным условиям можно тремя путями:

- если изменившиеся условия в дальнейшем остаются постоянными, достаточно установить насос (или вентилятор) другого типоразмера в соответствии с новыми условиями;
- изменить скорость вращения двигателя;
- ввести в систему дросселирующее устройство (клапан, заслонку, направляющий аппарат), однако потери энергии в нём неминуемы.

В общей стоимости эксплуатации электродвигателя насоса или вентилятора за весь срок службы доля стоимости потреблённой энергии является подавляющей (рис. 2). Поэтому оптимизацию следует начинать именно с энергопотребления.

Почему завышаются параметры систем

В этой статье на конкретном примере показано, каким образом параметры системы становятся избыточными в ходе её разработки и как можно использовать регулируемые приводы для экономии энергии.

Несмотря на тщательность предварительного анализа и последующей разработки, режимы работы многих систем не являются оптимальными. Одной из причин является то, что системы проектируются с большим запасом и это увеличивает как капитальные вложения, так и расходы на эксплуатацию. Для иллюстрации рассмотрим пример с системой вентиляции, применяемой в обрабатывающей промышленности.

Предположим, что по условиям процесса требуется расход воздуха в 100 единиц расхода, для чего необходимо развить давление в 4000 единиц давления (рис. 3а).

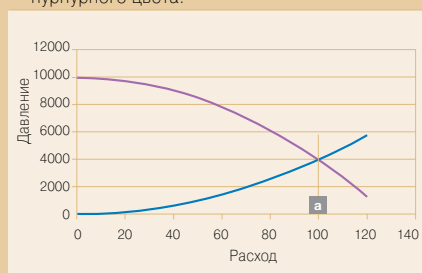
Чтобы гарантированно обеспечить расход в 100 единиц разработчик выбирает типоразмер вентилятора с расходом 110 единиц (рис. 4б), но для этого потребуется развить давление уже в 5000 единиц (рис. 5б).

Полный расчётный расход требуется обеспечивать сравнительно редко и на очень короткое время.

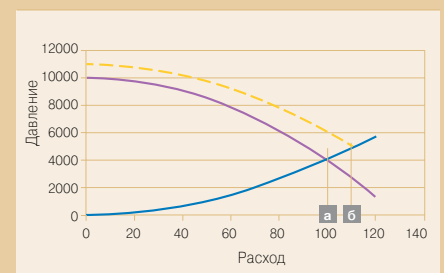
Выбирая рабочую точку вентилятора, разработчик также делает 10-процентный запас для падения давления в воздуховоде (рис. 5г), поскольку невозможно предвидеть заранее, будет ли число изгибов воздухопроводов под прямым углом соответствовать проектному (например, оно может

возрасти в процессе монтажа системы вентиляции, когда потребуются проложить воздуховод в обход какого-нибудь оборудования). Кроме того, неизвестно, удастся ли выдержать проектное сечение воздуховода (меньше сечение – больше потери давления). Так что 10 % представляются не такой уж неоправданно большой величиной.

3 Пример выбора вентилятора для конкретного применения. Падение давления в воздуховоде показано кривой синего цвета, напорно-расходная характеристика вентилятора – кривой пурпурного цвета.



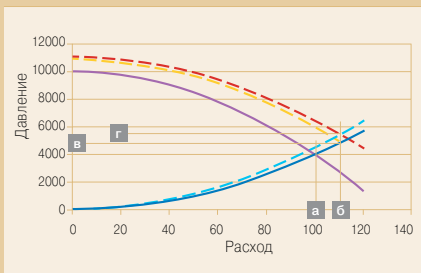
4 Производительность вентилятора выбирается с запасом 10 % (точка б) по сравнению с идеальным случаем (точка а).



Энергоэффективные изделия

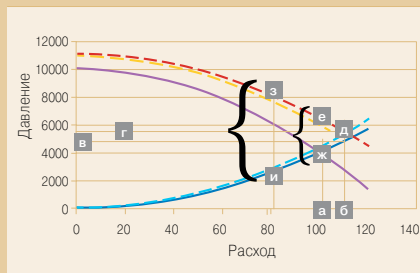
Так какие же окончательные параметры проекта будут фигурировать при объявлении тендера на его реализацию? Значение расхода – 110 единиц при давлении 5500 единиц (рис. бд). Если исходные данные при проектировании оказались правильными, получается, что вентилятор выбран излишне мощный и для обеспечения расхода в 100 единиц придётся создать дополнительное падение давления примерно

Б На те же 10 % возрастает и падение давления в воздуховоде.



2800 единиц (разность ординат точек е и ж на рис. б) с помощью заслонки, что составляет 70 % от полного расчётного давления в 4000 единиц. Но полный расчётный расход в 100 единиц требуется обеспечивать сравнительно редко и на очень короткое время. Предположим, что в остальное время требуется обеспечивать 80 % полного расчётного расхода, при этом уровень дросселирования в заслонке увеличится и соста-

Б В итоге получившаяся система оказалась чрезмерно мощной.



вит уже около 6000 единиц (разность ординат точек з и и на рис. б), а это уже 150 % от полного расчётного давления.

Приведённая в этом примере последовательность шагов носит более общий характер, чем это может показаться. Дополнительным фактором является то, что, вентилятор приходится выбирать из стандартного ряда типоразмеров. Разумеется, при этом выбирается более мощный, чем это требуется по расчёту.

Мощность «идеального» вентилятора для данного случая была бы $100 \times 4000 = 400000$ единиц мощности. С поправкой на реальные условия её надо увеличить до 605 000 единиц мощности (150 % от расчётного оптимума). Необходимость в дросселировании приводит к большим потерям энергии, составляющим при гарантированном обеспечении расхода в 80 % от полного расчётного примерно 480 000 единиц мощности (120 % от полной мощности «идеального» вентилятора). Таких потерь можно избежать, если регулировать расход не заслонкой, а скоростью вентилятора.

Энергосбережение в приводах среднего напряжения

Годовая выработка энергии 144-х электростанций, работающих на ископаемом топливе, составляет 227 ТВтч^Б, что равно мощности, потребляемой всей Испанией. Одновременно это является потенциалом экономии энергии, который можно реализовать, если перейти к использованию регулируемых приводов среднего напряжения.

Об энергоэффективности сегодня задумываются практически все. Потребовалось немало времени для того, чтобы пришло понимание важности

этого вопроса. Фильм Альберта Гора «Неудобная правда» потряс многих и даже привёл к появлению акронима АПТ. Некоторым нашим читателям, вероятно, уже пришлось из-за отсутствия снега отказаться от намерения покататься на лыжах во время отпуска. Такие случаи, вероятно, способствуют углублению понимания проблем, связанных с глобальным потеплением.

В соответствии с Киотским протоколом 15 стран Евросоюза приняли на себя обязательства по снижению в 2008–2012 гг. уровня выброса парниковых газов на 8 % по сравнению с уровнем 1990-х гг. К 2004 г. удалось снизить выбросы лишь на 0,9 % и при сохранении существующей тенденции к 2010 г. снижение составит всего

0,6%. Такая перспектива достаточно пессимистична...

В обзоре состояния мировой энергетики за 2006 г. в главе 2 «Тенденции в мировой энергетике» говорится следующее: «В период с 2004 по 2030 гг. мировое потребление первичных энергоресурсов возрастёт на 53 % – в среднем на 1,6 % в год, при этом более 70 % этого прироста придётся на развивающиеся страны». Так как же при этом достичь экономии энергии?

К счастью, имеются области с очень большим потенциалом энергосбережения. Несколько наиболее впечатляющих примеров из промышленности приводятся во Вставке 1.

Вставка 1 Возможности энергосбережения за счёт применения регулируемых приводов в некоторых отраслях промышленности.

Компания	Отрасль	Оборудование	Потребляемая оборудованием мощность, кВт	Зафиксированная экономия, кВтч	Сбережение, %
Peña Colorado	Добывающая отрасль	Вентилятор на участке укладки груза на поддоны	1250	2 423 750	35 %
China Steel, Тайвань	Металлургия	Воздуходувки	672	3 030 720	61 %
Cruz Azul, Мексика	Производство цемента	Вентилятор обжиговой печи	1470	5 309 640	54 %
Repsol YPF, Аргентина	Нефтехимия	Электрическая воздушная духовка (вместо паротурбинной)	3000	7 560 000	43 %
Фабрика Daqing Plastic, Китай	Нефтехимия	Смесительная установка	1300	2 600 000	31 %

З Привод среднего напряжения ACS 6000 – именно такое оборудование может сыграть решающую роль в выполнении требований Киотского протокола.



Энергоэффективные изделия

Средневзвешенное значение снижения энергопотребления в приведённых примерах составляет примерно 42 %. От трети до трёх четвертей всех электродвигателей приводят в движение насосы, вентиляторы или компрессоры. Во всех этих случаях для оптимизации работы и лучшего согласования с нагрузками необходимо регулирование скорости вращения. Если ограничить рассмотрение электродвигателями и приводами среднего напряжения, то примерные оценки

возможного энергосбережения выглядят так, как показано во Вставке 2.

По удивительному совпадению ориентиром энергосбережения за счёт приводов для 15 стран Евросоюза является именно 45 ТВтч за год. Столько энергии вырабатывают почти 30 электростанций, работающих на ископаемом топливе⁵⁾, и столько же энергии израсходовано всей Румынией в 2000 г. Однако указанный ориентир включает в себя

установки как среднего, так и низкого напряжения, а приводимые данные касаются лишь приводов среднего напряжения. При этом приводов низкого напряжения установлено примерно в 10 раз больше, нежели приводов среднего напряжения.

От трети до трёх четвертей всех электродвигателей приводят в движение насосы, вентиляторы или компрессоры. Применять приводы лучше всего именно здесь.

Итак, настоящую заметку можно завершить на оптимистической ноте: возможность сэкономить 45 ТВтч электроэнергии только за счёт приводов среднего напряжения означает, что ориентир 45 ТВтч по энергосбережению, вытекающий из обязательств стран Евросоюза по Киотскому протоколу, является вполне достижимым.

Вставка 2 Приводы среднего напряжения в глобальном масштабе могут дать годовую экономию в 227 ТВтч.

Установленные электродвигатели среднего напряжения (их срок службы принимается за 20 лет)	500 000 шт.
Электродвигатели для работы с нагрузками, имеющими квадратичную характеристику нагружающего момента	не менее 333 000 шт.
Общая мощность двигателей для работы с нагрузками, имеющими квадратичную характеристику нагружающего момента (мощность двигателя среднего напряжения принимается за 1500 кВт)	500 000 000 кВт
Электродвигатели среднего напряжения с преобразователями частоты (менее 4 % от общего числа таких двигателей)	не менее 300 000 шт.
Электродвигатели из числа вышеупомянутых, реально имеющие потенциал энергосбережения при тех же условиях работы	90 000 шт.
Энергия, потребляемая этими 90 000 двигателями *)	569 ТВтч
Потенциал энергосбережения за счёт этих 90 000 двигателей (принимается за 40 % от их общего энергопотребления)	227 ТВтч
Доля стран Евросоюза в этом потенциале (принимается за 20 %)	45 ТВтч

*) В предположении, что 2/3 от этого числа электродвигателей работают 7500 часов в год, а 1/3 - 1850 часов в год. Нагрузка принимается 75 % от номинальной.

⁵⁾ В предположении, что средняя электростанция имеет мощность 350 МВт и работает примерно 4500 часов в год.

Оптимизация скорости вращения насоса – путь к экономии энергии

Исследование, проведённое Технологическим университетом г. Лапперанта в Финляндии и одним из финских целлюлозно-бумажных предприятий, показало, что при управлении производительностью насоса путём дросселирования расход электрической энергии может почти в три раза превышать таковой в случае использования регулируемых приводов в сочетании с оптимизацией алгоритма управления.

Согласно исследованиям Технологического университета, оптимизация управления насосами, основанная на использовании регулируемых приводов, даёт экономию энергии примерно в 70 % по сравнению с традиционными насосными установками. При этом наибольшая экономия достигается в случаях, когда имеют место значительные колебания расхода. В исследовании, которое привело к столь замечательным результатам, применялось компьютерное моделирование в сочетании с проверкой реальной работы насосного оборудования в условиях лаборатории.

Этот проект был реализован отделом энергетики и природоохранных технологий упомянутого университета. Результатом явилась количественная оценка различий в энергопотреблении четырёх насосных установок с использованием трёх методов регулирования расхода. При моделировании использовались прикладные программы Matlab v 6.1 и Simulink, а результаты моделирования были проверены измерениями на реальном оборудовании. Упомясые выше три метода регулирования расхода, сравнимые между собой, – это дросселирование, традиционное управление насосами и оптимизированное управление насосами.

Дросселирование производится на выходе одного из насосов, остальные насосы работают

в режиме двухпозиционного управления (включаются или отключаются).

Традиционное управление насосами заключается в том, что один из насосов управляется регулируемым приводом (PI), а остальные насосы – двухпозиционно.

Оптимизированное управление насосами заключается в том, что PI имеется у каждого насоса, а потребный расход обеспечивается всеми насосами в равной степени. Поэтому и скорость вращения всех насосов одна и та же. Отличие этого метода от традиционного в том, что оптимизировано включение и отключение насосов. Технология оптимизированного управления насосами является предметом патентной заявки, поданной компанией АББ.

Вставка 3 Затраты электрической энергии на перекачку химически обработанной воды на одном из целлюлозно-бумажных предприятий Финляндии

	Потребление электроэнергии (за 24 ч)		Расход, м ³	Энергоёмкость метода, Дж/ м ³
	Дж	%		
Дросселирование	177 114	0,0	2254	78,58
Традиционное управление насосами	102 786	-42	2257	45,54
Оптимизированное управление насосами	57 050	-68	2256	25,29

При моделировании воспроизводилась реальная работа промышленных насосных установок, допускающих внедрение новых технологий регулирования. В качестве образцов для моделирования были выбраны насосные установки на одном из финских целлюлозно-бумажных предприятий, где использовались центробежные насосы Ahlstrom APP22-65, предназначенные для подачи в опреснительную установку подготовленной воды. Моделирование проводилось на основе анализа преобразования энергии в насосной установке. В данном случае постро-

ние системной кривой было затруднено из-за недостатка базовой информации.

Основанное на упрощённых системных и временных характеристиках моделирование тем не менее показало, что дросселирование является наиболее энергозатратным из трёх описываемых методов регулирования расхода, а наиболее энергоэффективным будет оптимизированное управление насосами, причём экономия энергии этого метода по сравнению с традиционным управлением составляет более 45 %, а по сравне-

нию с дросселированием оптимизация управления снижает расход электроэнергии почти втрое (см. вставку 3).

Система откачки сточных вод на о-ве Мальорка

Устаревшее оборудование насосных станций и надземные ёмкости для сточных вод нуждались в модернизации и проведении работ по устранению зловония. Интеллектуальное управление насосами позволило бы достичь экономии энергии как минимум 20 %.

EMAYA SA, коммунальное предприятие по водоснабжению и водоотведению в испанском городе Пальма-де-Мальорка, недавно приступило к реализации проекта по модернизации насосных станций для откачки сточных вод. В этом городе, главном на Мальорке, «острове вечного праздника», живёт 380 тысяч человек. Ассенизационная система города включает в себя цепочку резервуаров, через которые поочередно перекачиваются сточные воды, пока не попадают на станцию очистки. На первой намеченной к модернизации насосной станции сточные воды поступали в башенный накопитель, который теперь заменен на подземную цистерну ёмкостью 15 000 литров, которая практически не заметна ни туристам, ни местным жителям (рис. 8).

Для большинства она невидима, но её вклад в создание комфорта для отдыхающих и местных жителей огромен: накопительная цистерна системы водоотведения на испанском курорте Пальма-де-Мальорка.



Четыре насоса в комплекте с приводами теперь обеспечивают невиданный ранее уровень надёжности.

На модернизируемой насосной станции установили четыре погружных насоса мощностью по 60 кВт. Каждый насос управляется промышленным приводом от компании АББ с программным обеспечением для интеллектуального управления двигателем насоса (IPC). «Эта насосная станция довольно старая, кроме того, были проблемы с распространением неприятного запаха. В общем, экология оставляла желать лучшего», – рассказывает Лоренцо Местре, инженер по производству коммунального предприятия EMAYA. Четыре насоса в комплекте с приводами теперь обеспечивают невиданный ранее уровень надёжности. Даже в часы пиковых нагрузок для полного опорожнения подземной цистерны требуется всего два насоса, а при меньших нагрузках и вовсе достаточно одного насоса. При этом ещё два насоса всегда находятся в полной готовности к включению. Таким образом, при выходе из строя одного насоса он немедленно замещается другим. Кроме того, на насосной станции имеется дизель-генератор для обеспечения бесперебойного энергоснабжения на случай отключения питающей сети.

Интеллектуальное управление насосом экономит энергию

Программное обеспечение IPC способно значительно улучшить энергоэффективность насосной системы. По сравнению с традиционными методами управления насосами для откачки сточных вод, метод интеллектуального управления позволяет без особого труда сэкономить до 20 % потребляемой энергии. Этот метод имеет ряд специфических черт, заложенных в него специально для применения в насосных системах. Функция управления приоритетностью сравнивает время работы насосов в течение продолжительного времени. Поскольку из четырех насосов в каждый

определенный период времени работают только два, можно оптимально спланировать их техническое обслуживание.

Имеющаяся в составе программного обеспечения функция предупреждения заеданий позволяет посредством привода выполнять техническое обслуживание насоса. При запуске этой функции вал насоса начинает вращаться с большой скоростью, меняя направление вращения или останавливаясь полностью. Последовательность таких операций задаётся пользователем и имеет целью очистку насоса от отложений, которые могут затруднить его работу. Регулярная очистка позволяет сократить до минимума объём технического обслуживания насоса. При использовании IPC расширяются возможности по контролю нагрева электродвигателя с помощью привода, причём контроль этот гораздо более тщательный, нежели в традиционных системах управления. Это ещё больше повышает надёжность системы в целом.

Прозрачная система

Такая система содержит только приводы АББ и насосы и не нуждается в специальном устройстве управления, наличие которого означало бы лишние провода и увеличение сложности. В компании АББ совместно с компанией Cobelsa SA, специализирующейся в области крупнопанельного строительства, нашли для заказчика – коммунального предприятия EMAYA – достаточно простые в реализации технические решения. Компания Cobelsa разработала схему новой системы водоотведения, произвела монтаж системы и предложила заказчику свои услуги по технической поддержке. На этапе реализации этого проекта дополнительная помощь оказывалась и компанией АББ.

Энергоэффективные изделия

Компания АББ ведёт предприятие UPM в Шоттоне к «экологически светлому» будущему

Предприятие компании UPM по производству бумаги, расположенное в Шоттоне (Соединённое Королевство) достигло поставленных целей по общему объёму выпуска продукции из макулатуры, причём этот объём превзошёл таковой для продукции из древесины. В оборудовании этого предприятия широко используются регулируемые приводы от компании АББ.

Так называемый проект «Шоттон 100 %» включал в себя строительство нового цеха по переработке вторичной волокнистой массы, цеха по переработке осадка, а также модернизацию двух бумагоделательных машин.

При этом приводы от компании АББ устанавливались преимущественно в насосных установках – для регулирования производительности насосов в соответствии с темпом выпуска продукции (рис. 9). Кроме того, приводы применяются в дозаторах химических добавок – для более точного введения этих добавок в целлюлозную массу. Наконец, некоторое количество приводов от компании АББ используется в конвейерах. Все эти приводы являются регулируемыми.

Использование приводов улучшает управление технологическим процессом за счёт подстройки

входных параметров цехового оборудования для достижения оптимальных условий по температуре и давлению. Кроме того, облегчается управление скоростью производственного процесса. Наконец, снижается расход энергии.

Слово Рею фон дер Фехту, менеджеру проекта «Шоттон 100 %» по автоматизации: «Мы выбрали регулируемые приводы от компании АББ, поскольку это уважаемая марка, хорошо известная в целлюлозно-бумажной промышленности. Кроме того, мы знакомы с конкретной продукцией этой компании и с теми, кто в этой компании работает. И вообще решение, предложенное компанией АББ, – это очень хороший продукт за очень хорошую цену».

Как только монтажные работы по проекту закончились, приводы и системы автоматизации были

Приводы от компании АББ, установленные на предприятии по переработке бумаги в Шоттоне, позволяют экономить энергию за счёт регулирования производительности насосов.



готовы к пуску, и не просто «в соответствии с графиком», а с точностью до минуты. Как выразился Рей фон дер Фехт: «Их включили сразу – как включают свет».

Одним из основных критериев компании UPM для оценки приводов является удобство их технического обслуживания и ремонта. Например, привод должен допускать быструю замену при выходе из строя и не создавать проблем при его перемещении. Взаимозаменяемость плат также рассматривается как преимущество: работоспособность привода легко поддерживать простой заменой некоторых критичных компонентов.

Компактность конструкции также являлась обязательным требованием – для экономии места, повышения эффективности, снижения тепловых потерь и соответствующих затрат на охлаждение. Приводы компании АББ этому требованию соответствуют до мелочей. Другим полезным качеством привода является его способность обмениваться данными по шине Profibus, которая является стандартной в целлюлозно-бумажной промышленности. Кроме того, привод выполняет функции входного фильтра, снижающего проникновение гармоник в цепи питания, и выходного фильтра, предотвращающего перегрузки электродвигателя.

Наиболее важный критерий – конечно же, высокая надёжность. Вот что думает об этом Рей фон дер Фехт: «У нас достаточный опыт применения приводов компании АББ. Определённо могу сказать: они надёжны и полностью соответствуют нашим запросам».

Обогащаемся, благодаря малому расходу энергии.

Проект по модернизации пяти вентиляционных установок на заводе компании Kemira GrowHow по производству удобрений в Финляндии сулил снижение общего энергопотребления на 4000 МВтч. Проектом была предусмотрена установка новых электродвигателей производства компании АББ и промышленных приводов того же производства, которые заменили существующие двигатели и механические системы регулирования расхода. Благодаря экономии энергии новое оборудование сможет «расплатиться за себя».

Расположенное в Финляндии предприятие Kemira GrowHow Oy – один из ведущих европейских производителей удобрений и кормовых фосфатов (рис. 10). Компания имеет штат 2700 человек и производства по всей Европе, её чистый объём продаж за 2005 г. составил 1,26 млрд. евро.

Завод компании Kemira GrowHow в Уусикаупунки (юго-западное побережье Финляндии) имеет две линии по выпуску удобрений и два участка по выпуску азотной кислоты. Целью проекта, о котором идёт речь, была модернизация вентиляционных установок на одной из линий по производству удобрений. Он был реализован в 2005 г. Проведя

всесторонний анализ энергопотребления на различных участках производства, компания Kemira GrowHow обратилась к другой компании, Inesco Oy, оказывающей услуги в области энергетики, с просьбой исследовать потенциальные возможности энергосбережения с учётом специфики расхода воздуха и газа в условиях производства удобрений.

Завод компании Kemira GrowHow в Уусикаупунки (Финляндия) производит азотную кислоту и удобрения. Установленные здесь приводы от компании АББ позволяют сэкономить 4000 МВтч электроэнергии в год.



Точное регулирование скорости с помощью приводов

Как и для многих других технологических процессов, особенно в химическом производстве, для производства удобрений (рис. 11) характерно большое количество вентиляторов, которые перемещают большие объёмы газа, пара или воздуха. Специалисты компании Inesco обследовали девять вентиляционных установок мощностью от 132 до 630 кВт, из которых были отобраны для более детального изучения пять. Все пять вентиляторов приводились во вращение электродвигателями, подключенными к питающей сети напрямую и работающими на полных оборотах. Регулирование расхода осуществлялось механическим путём во входных направляющих устройствах вентиляторов, причём у некоторых из этих устройств срок службы уже подходил к концу, а замена каждого из них обошлась бы в десятки тысяч евро.

Новые электродвигатели и приводы позволили сэкономить более 4000 МВтч в год, а это 150 тысяч евро или 2800 тонн CO₂, не выброшенных в атмосферу.

Оказавшись перед угрозой значительных капитальных вложений и опираясь на результаты исследований энергоэффективности существовавшего производства, проведенных компанией Inesco, компания Kemira GrowHow вместо простой замены механических устройств регулирования расхода на аналогичные предпочла оборудовать эти пять вентиляторов новыми электродвигателями и приводами переменного тока. При этом среди изготовителей двигателей и приводов была выбрана именно компания АББ.

Значительная экономия электрической энергии

«С тех пор, как мы поставили новые электродвигатели с приводами от компании АББ, мы экономим по 4000 МВтч в год», – заявил Яри Линтула, начальник отдела автоматизации предприятия. Это соответствует годовой экономии в 150 тысяч евро (расчитано на основе местных тарифов на электроэнергию для промышленных потребителей) или снижению на 2800 тонн в год выбросов углекислоты в атмосферу.

Ещё большую выгоду из этого проекта можно извлечь за счёт того, что приводы от компании АББ обладают

улучшенным коэффициентом мощности⁶⁾. Это, кстати, помогло решить проблему перегрева одного из трансформаторов, питающих электродвигатели вентиляторов.

Реалистичные прогнозы

Описываемый проект по модернизации был воплощён в жизнь во время плановой остановки производства и затронул процесс производства в самой минимальной степени. Участие работников предприятия в этой работе было также минимальным. Яри Линтула подчёркивает, что реальная экономия уже достигнута:

«Новые двигатели с приводами уже наработали тысячи часов и мы знаем, как они себя ведут. Прогноз возможного энергосбережения оказался весьма близким к реальности. Точность расчётов поразительная. Похоже, что резервы экономии энергии у этого типа вентиляторов можно просчитывать достаточно уверенно. Мы имеем реальную экономию, а не обещания производителей, стремящихся продать свою продукцию.»

Он подтверждает также, что с инженерной точки зрения применение приводов переменного тока для регулирования параметров технологического процесса химического производства особенно оправданно по причине практически стопроцентной надёжности. Но не менее важна и достигаемая при этом эффективность, подчеркнул он.

«Мы ведём активный поиск новых возможностей экономии энергии и я уверен – приводы переменного тока могут использоваться везде, где только возможно.»

Эффективная модель оказания услуг в энергетике

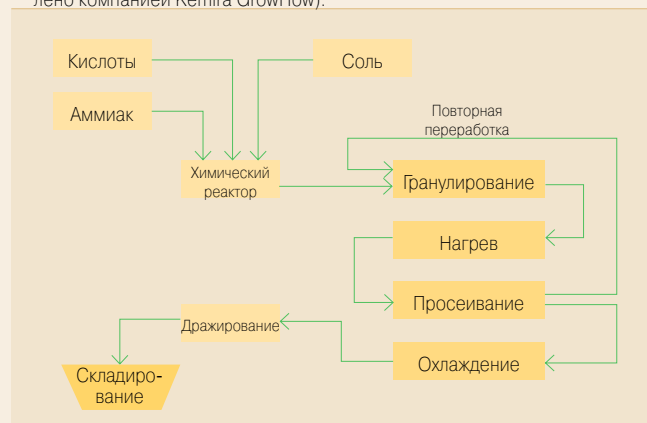
Из всех возможных вариантов компания Kemira GrowHow выбрала вариант реализации своего проекта по модернизации сервисной компанией как партнёром по оказанию услуг в энергетике. Такие ориентированные на энергетику сервисные

компании разрабатывают, реализуют и финансируют проекты, направленные на повышение энергоэффективности и снижение затрат на техническое обслуживание оборудования своих заказчиков и рассчитанные на несколько лет.

Компания Inesco является пионером в этой области бизнеса в Финляндии и уже успешно реализовала ряд проектов по оказанию услуг в энергетике в самых различных отраслях, в том числе таких энергоёмких, как целлюлозно-бумажная, металлургическая и химическая.

Для компании Kemira GrowHow определяющим преимуществом привлечения в данном конкретном случае такой сервисной компании явилось то, что вся инженерная работа, снабжение и вся сопутствующая этому рутинная ляжет на плечи сторонней организации. Дополнительным аргументом в пользу привлечения сервисной компании было то, что финансирование проекта модернизации вентиляционных установок производилось за счёт ожидаемой от модернизации экономии на стоимости энергии. За три года действия соглашения компания Kemira GrowHow выплатит компании Inesco вознаграждение за оказанные услуги из расчёта 80 % от достигнутой экономии затрат на электроэнергию. По истечении же трёхлетнего срока установленное оборудование переходит в собственность компании Kemira GrowHow, а получаемая экономия полностью остаётся в распоряжении компании.

11 Технологический процесс производства удобрений (любезно предоставлено компанией Kemira GrowHow).



Более подробно о компании Kemira GrowHow можно узнать, посетив её сайт www.kemira-growhow.com. О компании Inesco можно узнать на сайте www.inesco.fi.

⁶⁾ Коэффициент мощности характеризует соотношение между активной и полной потребляемыми мощностями. Большее его значение означает меньшие потери.

Энергоэффективные изделия

Модернизация котлоагрегата экономит университету миллионы

Реализация проекта по контролю выбросов в атмосферу обеспечила годовую экономию электрической (746 000 кВтч) и тепловой (сотни гигаджоулей) энергии. Вложенные средства полностью окупились менее чем за год.

Университет Св. Эдвардса в г. Остин (штат Техас, США) – головное высшее учебное заведение штата Техас. В университетском городке на площади 170 гектаров, расположенном рядом с деловым центром Остина, проживает почти 50 000 студентов. Электрической и тепловой энергией университет снабжается от электростанции Hal C. Weaver, имеющей газотурбогенераторы и котлоагрегаты. Эта электростанция обеспечивает примерно 200 построек на территории университетского городка электроэнергией, паром и холодной деминерализованной водой.

Экономия от модернизации котлоагрегата

В процессе приведения упомянутой электростанции в соответствие с государственными нормами по обеспечению чистоты воздуха Университет совершенно неожиданно получил «в подарок» 500 000 долларов ежегодно в виде экономии затрат на электроэнергию. Такая экономия явилась результатом переоснащения одного из 68-тонных котлоагрегатов электростанции новейшей системой под

Приводы с преобразованием частоты обеспечивают высокоточное управление расходом воздуха. В свою очередь это обеспечивает оптимальное сгорание через управление тягой в котлоагрегате.



названием Compu-NOx™ для контроля выбросов окислов азота NOx, вызывающих при попадании в атмосферу кислотные дожди и другие серьезные экологические проблемы. До модернизации котлоагрегат № 3 выбрасывал в атмосферу 137 тонн окислов азота в год, после же модернизации это количество сократилось всего до 19 (!) тонн.

Срок окупаемости проекта для Университета оказался менее года и в ближайшее время экономия будет только увеличиваться.

Система Compu-NOx – это патентованная современная система управления процессом сгорания, разработанная компанией Benz Air Engineering из Лас-Вегаса, штат Невада. «Когда мы приступили к модернизации котлоагрегата, нашей целью было снижение выбросов окислов азота, но в конечном счёте нам удалось поднять эффективность сгорания топлива, то есть меньшим количеством газа вырабатывать большее количество тепловой энергии. Это позволило сократить время работы резервных котлов и экономить на этом сотни тысяч долларов в год» – заявил Хуан М. Онтиверос, начальник службы коммунального хозяйства Университета Св. Эдвардса.

«Первоначально ориентиром была годовая экономия в 500 000 долларов от модернизации первого котлоагрегата, но поскольку цены на топливо постоянно растут, университет сэкономит больше – до 1 миллиона долларов, и это за счёт модернизации только одного котла № 3» – говорит Роберт Бенц, президент компании Benz Air Engineering.

Приводы позволяют регулировать приток воздуха для сгорания топлива

Для точных измерений параметров воздушного потока в системе регулирования Compu-NOx вместо заслонок используются приводы вентиляторов с преобразованием частоты (рис. 12). Р. Бенц поясняет: «В системе Compu-NOx для регулирования процесса сгорания используется строго линейная зависимость между скоростью вращения вентилятора и величиной расхода воздуха»

При использовании приводов от компании АББ достигается весьма точное регулирование расхода воздуха, что и приводит к выигрышу по эффективности использования топлива и уровню выбросов окислов азота. Последний в котлоагрегате № 3 снизился с 175 млн⁻¹ до менее, чем 25 млн⁻¹ даже без установки новых горелок. При использовании приводов переменного тока АББ ACS800 годовая экономия предполагается на уровне 746 000 кВтч электрической и 338 000 ГДж тепловой энергии.

Срок окупаемости проекта для Университета оказался менее года и в ближайшее время экономия будет только увеличиваться. Всё это оказывается возможным, благодаря использованию циркуляции газа по замкнутому циклу и управлению скоростью вращения вентиляторов приводами с преобразованием частоты.

Пер Викстрём

ABB Switzerland Ltd.
Турги, Швейцария
per.wikstroem@ch.abb.com

Юкка Толвананен

Аксели Саволайнен
ABB Oy, Drives
Хельсинки, Финляндия
jukka.tolvananen@fi.abb.com
akseli.savolainen@fi.abb.com

Петер Барбоза

ABB Corporate Research
Баден-Деттвиль, Швейцария
peter.barbosa@ch.abb.com

Редакция журнала АББ Ревью считает своим долгом поблагодарить за вклад в написание настоящей статьи следующих авторов, не упомянутых в заголовке: Стива Руделя из АББ UK (Компания АББ ведёт предприятие UPM в Шоттоне к «экологически светлому» будущему) и Кена Дж. Грейбера из АББ USA (Модернизация котлоагрегата экономит университету миллионы).

Приводы и компания АББ

Компания АББ является крупнейшим в мире производителем электрических приводов. В тесной кооперации со своими партнёрами компания АББ выпускает полный набор энергоэффективных электроприводов и систем с их использованием для широкого круга отраслей промышленности и сфер применения. Среди выпускаемой продукции регулируемые приводы переменного и постоянного тока мощностью от 180 Вт до 100 МВт (т.е. от 0,25 до 135 000 л.с.), а также специализированные системы в соответствии с самыми различными пожеланиями заказчиков. Такой ассортимент продукции сочетается с отработанной системой сервисного обслуживания, что даёт заказчикам компании АББ уверенность в максимально эффективном использовании вкладываемых ими средств.

Если вы хотите знать больше об энергоэффективности, направляйте вопросы по адресу energy@fi.abb.com (приводы низкого напряжения) или mvdrives@ch.abb.com (приводы среднего напряжения).