

ПРИМЕНЕНИЕ УСОВЕРШЕНСТВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО ТОПЛИВА

ЗАО «Хоневелл»

Представлен пример успешного использования технологии усовершенствованного управления процессом производства этанола.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, усовершенствованное управление, этанол, зерно.

За последнее десятилетие тема использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) стала очень популярной, в особенности в странах, испытывающих дефицит традиционных, ископаемых видов топлива. Кроме того, рост населения на планете и связанный с этим рост энергопотребления в целом заставляет задуматься о том, что традиционные источники энергии, к которым, строго говоря, можно отнести и ядерное топливо, могут скоро закончиться. Рынок так называемой альтернативной энергетики начал свой рост, причем в основном речь идет о солнечной и ветровой энергии как "нетрадиционных" для энергетики. Но являются ли они возобновляемыми? Ведь солнце, ветер, потенциальная энергия воды, энергия волн, геотермальная энергия — все это по сути не возобновляемые, а относительно неисчерпаемые источники энергии, по крайней мере, в обозримом временном масштабе. А вот так называемые традиционные (ископаемые) источники энергии как раз являются возобновляемыми, просто скорость их возобновления не сопоставима со скоростью их потребления.

В то же время существуют ВИЭ, скорость возобновления которых позволяет считать их истинно возобновляемыми. Причем это самые что ни на есть традиционные источники — флора и фауна. Еще с первобытных времен человек активно использует их в качестве энергии для поддержания температуры тела, а точнее в качестве пищи и топлива для обогрева жилища.

Технический прогресс подтолкнул человека к поискам более эффективных видов топлива, и одним из наиболее современных видов ВИЭ является биоэтанол или этиловый спирт, произведенный из зерновых культур с различными добавками. Процесс производства этанола хорошо освоен в разных уголках Земли, тем не менее, производство его в промышленных объемах ставит вопрос об эффективности.

В настоящее время большая часть бензина, реализуемая в США, содержит 10% этанола (E10). Топливный этанол является возобновляемым топливом с очень высоким октановым числом. Это наиболее дешевая присадка к бензину для повышения октанового числа. При смешении с бензином, кроме повышения октанового числа, он также снижает дымность и выбросы NOx.

В качестве сырья при производстве этанола на заводах первого поколения используют кукурузу или зерно сорго. Однако технология не стоит на месте, и в настоящее время фирма ICM, которая с 1995 г. за-

нимается разработкой и лицензированием технологий и заводов по производству зернового этанола, планирует выпустить два новых поколения сырья, которые используют новые компоненты — целлюлозные материалы. Поколение 1,5 основывается на существующих элементах кукурузного сырья с добавками шелухи ядра. В поколении 2.0 будут применяться различные целлюлозные материалы, включая оболочку зерна, пшеничную солому и отходы деревообработки. Запуск производства планируется в конце 2015 г.

Компания внедряет новые технологии, в том числе и в области автоматизации, направленные на повышение эффективности и увеличение прибыли, на существующих заводах. Одной из таких технологий является многопараметрическое регулирование с прогнозирующими моделями (MPC). В обычной распределенной системе управления, работающей на заводе, используются ПИД алгоритмы регулирования. Это алгоритмы с одним входом и одним выходом, обрабатывающие отклонения параметра от уставки. При наличии сложных взаимосвязей между параметрами процесса такие алгоритмы работают неоптимальным образом. Как раз в этом случае на выручку производителям приходит технология MPC.

Один из таких производителей стала компания Hankinson Renewable Fuels, которая выбрала ICM и Honeywell для реализации системы усовершенствованного управления на трех установках для повышения их эффективности. Производительность завода Hankinson (рис. 1) составляет 150 млн. галлонов в год. Железнодорожная ветка и пункт приема зерна находятся на фото снизу справа. Большие бункеры для зерна находятся за пунктом приема, а резервуары для



Рис. 1



Рис. 2. Процесс получения этанола сухим способом

ферментации — с левого края фото. Процессы разжижения и разваривания происходят в соседнем здании. Испарители и колонны дистилляции находятся между зданиями. Большое здание позади бункеров — это энергетический центр, где находятся термические окислители/котлы-утилизаторы и сушилка. Резервуарный парк расположен справа на фото.

Цели проекта

Основным приоритетом Hankinson Renewable Fuels при реализации системы усовершенствованного управления была оптимизация работы двух термических окислителей и четырех сушилок для повышения эффективности топлива и сокращения отходов. Второй целью было регулирование влажности близко к допустимому пределу для существенного увеличения прибыли. И, наконец, Hankinson задался целью улучшить управление центрифугой для сокращения возмущений на входе процесса, вызванных высокой вариабельностью расхода рециркуляционной воды, поступающей из центрифуги.

На рис. 2 схематически показан технологический процесс на заводе Hankinson при использовании в качестве сырья кукурузы. Крахмал в кукурузе (~72%) преобразуется в глюкозу ферментами, а при ферментации глюкозы получается этанол и углекислый газ. Неферментированные остатки отделяются и продаются как барда на корм скоту. Кукурузное масло выделяется из сиропа, получающегося на испарителях и продается как сырье для производства биодизельного топлива. Углекислый газ собирается, сжигается и продается нефтедобывающим предприятиям для усовершенствованных процессов извлечения нефти.

Перед ICM состояли три основные проблемы управления, которые были успешно разрешены. Во-первых, на заводе не было приборов расхода воздуха для горения, поэтому было невозможно реализовать точное регулирование соотношения топлива/воз-

духа. Это приводило к низкой эффективности использования топлива. Во-вторых, точность двух приборов измерения влажности была недостаточной для управления, и, в-третьих, линия загрузки центрифуг не обеспечивала их равномерной загрузки.

Для решения проблем управления на заводе ICM установила датчики кислорода на термических окислителях, чтобы кислород мог использоваться в качестве контролируемого параметра для регулирования избыточного воздуха. В сотрудничестве с поставщиком приборов измерения влажности была разработана гораздо более точная характеристическая кривая, которая позволила использовать влажность как управляемую переменную на сушилках. Неравномерная загрузка центрифуг была скорректирована путем применения алгоритма многопараметрического регулирования с прогнозирующими моделями.

Результаты применения усовершенствованного управления

Термические окислители (ТО)/HRSGs:

- соотношение Газ/Пар на ТО1 сократилось на 1% (повысилась топливная эффективность);
- соотношение Газ/Пар на ТО2 сократилось на 5,6% (значительно повысилась топливная эффективность).

Сушилки:

- влажность продукта повысилась на 0,67%, вариабельность сократилась на 20% (сократились отходы);
- расход газа сократился на 4,45% при повышении продукции на 6,38% (значительно повысилась топливная эффективность).

Центрифуги:

- неравномерность тока снизилась на 56% (благодаря гораздо более равномерной загрузке);
- стабильность водного рециркулята повысилась на 31% (гораздо меньше возмущений на входе процесса).

Экономические выгоды:

- сокращение расходов на природный газ 116055 долл. США в год;
- продажа более влажной барды 675248 долл. США в год;
- период окупаемости — 8 мес.

В заключение отметим, что экономические аспекты производства спирта для использования в качестве топлива индивидуальны для каждой страны, в частности, большое влияние имеет факт наличия или отсутствия акцизных платежей на производство топливного этанола. Помимо этого производство топлива из зерновых, то есть пищевых культур, на некоторых рынках может представлять угрозу для продовольственной безопасности. Но это уже тема другой статьи.

Контактный телефон (495) 796-98-00.

[Http:// www.honeywell.com](http://www.honeywell.com)