

# ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ В НЕФТЕХИМИИ: МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ASPEN ONE

**АРКАДИЙ ЧЕРЕПАНОВ**

Проректор Московской высшей школы инжиниринга

Московская высшая школа инжиниринга запускает программы повышения квалификации по комплексному инжинирингу с использованием программных продуктов Aspen Plus и Aspen HYSYS, позволяющие компаниям оптимизировать энергопотребление и снизить затраты.

Руководители предприятий, где используются эти программные продукты, развивают компетенции персонала и получают в качестве инструмента максимально эффективные методики для принятия обдуманных, проверенных инженерными расчетами решений, позволяющих существенно улучшить производственные показатели...

**Э**нергоэффективность — важнейший показатель конкурентоспособности любого производственного предприятия. Энергопотребление в технологических процессах в нефтеперерабатывающей и химической промышленности занимает второе место по стоимости после сырья. Потому предприятия, занимающиеся повышением энергоэффективности, существенно снижают себестоимость продукции, сроки окупаемости и, соответственно, могут рассчитывать на больший объем прибыли, улучшение имиджа, в том числе, за счет снижения выбросов углекислого газа. Но как решать сложные задачи энергоэффективности?

## Пинч-анализ

Одним из существующих методов является поиск возможностей для увеличения эффективности использования всех имеющихся на производстве источников тепловой энергии и источников охлаждения. Этот метод называется пинч-анализ или метод интеграции процессов — он основан на минимизации энергопотребления посредством термодинамических расчетов энергопотребления

и приближения к минимуму с помощью оптимизации теплопередачи между различными процессами, то есть речь идет о комплексном использовании всех имеющихся теплоэнергетических ресурсов. Каждый оптимизируемый процесс рассматривается как совокупность горячих и холодных потоков, то есть потоков, которые нуждаются в охлаждении и которые нуждаются в нагреве [1-3].

Пинч-анализ очень эффективно проводить на стадии проектирования, но также он применим на любом действующем производстве. Потребность в энергоресурсах может быть снижена за счет комплексного подхода ко всем источникам тепловой энергии, а также за счет правильного технического обслуживания теплопередающего оборудования. Оптимизация технологического процесса с помощью регулирования рабочей температуры, настройки корректной работы тарелок колонн и регулирования потоков может в значительной степени влиять на энергопотребление. Стабилизация параметров технологического процесса путем его оптимизации, а также управление им в режиме реального времени позволяют обеспечить значительное повышение эффективности.

Можно рассмотреть четыре стратегии экономии энергоресурсов:

- ◎ оптимизационные возможности при проектировании новых объектов;
- ◎ оптимизация работы, поиск инициатив по модернизации действующих производств с целью уменьшения энергопотребления;
- ◎ улучшение методов управления, а также технического обслуживания теплообменного оборудования;
- ◎ управление энергоснабжением для минимизации затрат на энергоресурсы.

## Проектирование

Инженеры-проектировщики новых производств в качестве своей основной задачи должны обеспечить (1) заданные параметры технологических установок по объему и качеству планируемой к выпуску продукции, (2) гибкость работы технологических установок при изменениях исходного сырья и изменениях требований к конечному продукту, (3) выполнение требований по охране труда, технике безопасности и охране окружающей среды, (4) стабильную работу технологических установок, (5) мини-

## ИНСТРУМЕНТЫ ЭТАПА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Применение программного обеспечения Aspen Plus и Aspen HYSYS для проведения пинч-анализа и обеспечения интеграции процессов на стадии проектирования при моделировании технологических процессов дает возможность проектировщику оперативно анализировать, выявлять и отбирать лучшие проектные решения с точки зрения энергоэффективности.

Детальное моделирование теплообменников с применением Aspen Plus и Aspen HYSYS при комплексном анализе технологического процесса дает возможность разработчику проекта вырабатывать компромиссные решения между размерами теплообменников, их эффективностью и эксплуатационной надежностью. Тем самым разработчик может добиться оптимального соотношения между уровнями капитальных и эксплуатационных затрат.

Оптимизация при интеграции блоков тепловой генерации и охлаждения с ключевыми технологическими установками, такими как ректификационные колонны. При этом используются методы оптимизации, встроенные в одни из лучших в мире программ для моделирования технологических процессов — Aspen Plus и Aspen HYSYS.

мальные капитальные затраты на осуществление проекта.

Чаще всего показатели по снижению потребления энергоресурсов не ставятся в качестве целевых при проектировании, что, безусловно, не позволит добиться высокой экономической эффективности производства. Для того, чтобы проектировщики стали уделять внимание потреблению энергоресурсов, наравне с пятью выше перечисленными целями им необходимо ставить в качестве цели шестую — (6) минимальные затраты в течение жизненного цикла проектируемого производства. Этой цели можно достичь, применяя методологию энергоэффективного проектирования [1]. Соответствующий курс под названием «Проектирование энергоэффективных и ресурсосберегающих предприятий» можно прослушать в Московской высшей школе инжиниринга (МВШИ). Данный курс предлагается как отдельно, так и в составе долгосрочных программ «Инжиниринг промышленных систем» (DISE — Dual Industrial System Engineering), «Мастер комплексного инжиниринга промышленных систем» [6].

Затраты на эксплуатацию в течение всего жизненного цикла работы производства, куда входят затраты на энергоносители, затраты на техническое обслуживание и ремонт [4], определяют качество проектных решений. МВШИ предлагает как самостоятельную программу повышения квалификации «Эффективная система технического обслуживания и ремонта», так и соответствующий модуль в составе долгосрочных программ «Инжиниринг промышленных систем» (DISE — Dual Industrial

System Engineering) и «Мастер комплексного инжиниринга промышленных систем» [6].

Применение на стадии проектирования пинч-анализа как одного из инструментов энергоэффективного проектирования (см. «Инструменты...») способно обеспечить преимущества по энергозатратам в течение всего жизненного цикла. Применение такой методологии позволяет снизить не только эксплуатационные, но и капитальные затраты за счет уменьшения инвестиций, направленных на оборудование для генерации тепла и/или холода [1, 5].

Затраты на энергопотребление важны не только для технологических процессов на крупных нефтехимических заводах и предприятиях по производству удобрений, но также и для новых биотехнологических предприятий, например Liquid Light и Pan Pacific, предприятий пищевой промышленности, например, Lakeland Dairies [7], фармацевтической — Iomlán BioSciences. Эти компании применили подход энергоэффективного проектирования и добились в ряде случаев более чем 30%-ной экономии энергопотребления. Компания Braskem разработала энергоэффективную технологию получения изопропилового спирта из сахарного тростника, используя ту же методологию с применением программного продукта Aspen Plus, обеспечивающего анализ и оптимизацию энергопотребления [1, 5].

### Модернизация и реконструкция

Программное обеспечение Aspen Plus и Aspen HYSYS, используемое при проектировании

новых производств, с успехом применяется инженерами-проектировщиками для реконструкции и модернизации производства, снижения энергозатрат. Эти программные продукты позволяют оптимизировать количество и размеры теплообменников (их замену и/или добавление новых), внедрить стратегию технического обслуживания и ремонта для снижения уровня загрязнения рабочих поверхностей теплообменников, изменять технологические параметры, а также изменять компоновку оборудования для повышения эффективности [5].

Комплексный инжиниринг и анализ потребления энергоресурсов конкретного производства выявляет множество возможностей для оптимизации, при этом некоторые из этих возможностей требуют значительных капитальных затрат, в то время как другие позволяют добиться существенного снижения энергопотребления при минимальных затратах. Пример компании LG Chem демонстрирует снижение энергозатрат и 10%-ный рост объемов выпускаемой продукции благодаря интеграции колонн и оптимизации последовательности технологического процесса [5].

### Эксплуатация и техобслуживание

Реализация системы энергетического менеджмента с визуализацией и доступностью ключевых показателей эффективности энергопотребления обеспечивает понимание всеми операторами, ремонтным и обслуживающим персоналом, плановиками и руководителями того, каким образом их

действия влияют на энергопотребление и затраты предприятия. Все занятые на производстве люди начинают осознавать свою индивидуальную ответственность за энергозатраты.

С помощью планирования и регулирования энергопотребления с установкой связи между производством и графиком энергопотребления можно обеспечить стабильное энергоснабжение предприятия, уменьшить необходимость сжигания излишков топлива и снизить объемы выпускаемых в атмосферу излишков пара, а также добиться более эффективного прогнозирования возможных проблем. Чрезвычайно важными являются эффективное планирование, оптимизация суточных графиков и быстрое реагирование на изменения параметров производственного процесса.

Aspen PIMS, Petroleum Scheduler и Aspen Utilities Planner представляют собой набор программных инструментов, обеспечивающих комплексную возможность синхронизации планирования производственных процессов, диспетчеризацию энергоснабже-

ния для успешного выполнения поставленных задач [5]. Экономический эффект может быть достигнут за счет планирования внешнего и внутреннего энергопотребления для энергоснабжения производственных мощностей с оптимизацией графика поставки сырья, использования собственных источников и закупки энергоресурсов у сторонних организаций [5].

Инновационные инструменты планирования, такие как Aspen PIMS, призваны помочь в снижении потребления энергоресурсов, обеспечении оптимального технологического процесса и снижении вредных выбросов. Программный комплекс Aspen Utilities Planner обеспечивает возможность планирования оптимальной конфигурации систем энергоснабжения и выдачи рекомендаций производственному персоналу в режиме реального времени относительно возможных мер по повышению энергоэффективности и улучшению экономических показателей производства.

Компания Rompetrol значительно улучшила производственные показатели на своем нефтеперерабатывающем заводе путем применения данной стратегии, позволившей ей синхронизировать планирование производственных процессов с энергоснабжением [5].

Мониторинг эффективности теплообмена выявляет отсутствие или несвоевременное техобслуживание теплообменников. А без выявления и устранения вышеназванных недостатков серьезно увеличивается потребление энергоресурсов, снижается объем производимого продукта.

Моделирование и оптимизация технологических процессов, в том числе работы теплообмени-

ков, сопоставление расчетных (модельных) данных с получаемыми в режиме реального времени производственными параметрами является одним из возможных инструментов для прогнозирования темпов загрязнения поверхностей теплообмена и оптимизации графика техобслуживания. В итоге правильно составленный график техобслуживания позволяет снизить количество отказов, уменьшить энергопотребление и повысить объем выпуска продукции.

Например, компании INEOS и Dow Chemical показывают значительное улучшение производственных и экономических показателей благодаря применению такого мониторинга состояния [5].

Технологический контроль дает возможность для устойчивой работы нефтеперерабатывающего, химического производства в режиме, максимально приближенном к расчетной (проектной) мощности. Также применение этого вида контроля снижает удельные энергозатраты технологических установок.

Программное обеспечение Aspen DMСplus представляет собой новое поколение системы технологического контроля. Непрерывное аналитическое моделирование технологических процессов с использованием получаемых производственных данных дает возможность проводить постоянную корректировку работы предприятия, что обеспечивает дополнительное уменьшение энергопотребления.

В качестве примера можно привести производителя удобрений — компанию Profertil, которая в результате использования этой стратегии добилась экономического эффекта, измеряемого миллионами долларов в год [5].

## МОСКОВСКАЯ ВЫСШАЯ ШКОЛА ИНЖИНИРИНГА

### © Краткосрочные программы повышения квалификации

### © Долгосрочные модульные программы повышения квалификации

Занятия проводятся в аудиториях МВШИ в Москве или в выездном/корпоративном формате

**Россия, 119180, г. Москва,  
ул. Большая Якиманка, д. 21  
тел./факс: +7 495 374-5705  
e-mail: info@mhse.ru  
web: www.mhse.ru**

#### Литература:

1. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности, 2012.- 458 с.  
[http://www.muctr.ru/univsubs/ecocentre/files/Power\\_efficiency.pdf](http://www.muctr.ru/univsubs/ecocentre/files/Power_efficiency.pdf)
2. Kemp I.C. Pinch Analysis and Process Integration. A User Guide on Process Integration for the Efficient Use of Energy, Elsevier, 2007.-395 p.
3. Smith R. Chemical Process Design and Integration. John Wiley & Sons, Ltd, 2005.- 687 p.
4. Черепанов А.Н. Техническое обслуживание и ремонт. Современные подходы к построению системы. М.: Книга по требованию, 2015.- 222 с.
5. Бек Р. Укращение энергозатрат с помощью инновационных методик: от проектирования до эксплуатации, 12.03.2015 <http://www.rusenergy.com/ru/articles/articles.php?id=75402>
6. <http://www.mhse.ru/education/>
7. Pinch Technology Avert Capital Investment Lakeland Dairies, Co. Cavan.  
[http://www.seai.ie/Your\\_Business/Energy\\_Agreements/Special\\_Working\\_Groups/EED\\_SWG\\_2008/EED\\_Lakeland\\_Dairies.pdf](http://www.seai.ie/Your_Business/Energy_Agreements/Special_Working_Groups/EED_SWG_2008/EED_Lakeland_Dairies.pdf)