

Усовершенствованные АСУТП на основе PROFIT® CONTROLLER РАЗРАБОТКИ КОРПОРАЦИИ HONEYWELL

А.А. Лебединский (ЗАО "Хоневелл"),
В.М. Дозорцев, Д.В. Кнеллер (ООО "СП ПЕТРОКОМ")

Усовершенствованные системы управления ТП на базе прогнозирующих моделей относятся к самым востребованным средствам оптимизации реального времени в таких ключевых отраслях, как нефтепереработка, нефтехимия, химия, целлюлозно-бумажная, алюминиевая, пищевая промышленность. В статье рассматривается назначение и принципиальное устройство таких систем, обсуждаются основные этапы реализации и источники получения прибыли от их использования.

В последние годы российские предприятия топливно-энергетического комплекса все активнее внедряют современные средства управления ТП. Это касается как уровня измерительных и управляющих устройств, так и уровня распределенных систем управления (DCS и SCADA-системы). Вместе с тем усовершенствованные системы управления (так называемые APC-системы – от термина Advanced Process Control) пока не нашли должного применения на отечественных предприятиях несмотря на то, что тысячи удачных внедрений по всему миру свидетельствуют о достигаемом с помощью таких систем существенном сокращении производственных затрат, повышении качества продукции и увеличении прибыли на инвестированный капитал при крайне коротких сроках окупаемости. Современные APC-системы реализуют широкий спектр приложений от расширенного регулирования и многоконтурных контроллеров до оптимального управления на основе прогнозирующих моделей.

Основная цель APC-систем: за счет усовершенствованных методов управления уменьшить колебания ключевых технологических переменных, определяющих эффективность ведения ТП и, в первую очередь, характеризующих качество продукции. Обычно эти переменные колеблются вследствие изменений свойств сырья и внешних условий, а также возмущений, вносимых операторами при переходе на другие режимы работы или при изменении плановых заданий.

Усовершенствованное управление смягчает последствия таких воздействий, в результате чего происходит:

- перемещение значений переменных ТП "плотнее" к допустимым границам (снимается "запас по качеству");
- приближение режимов ТП к оптимальным;
- достижение однородного качества продуктов;
- более быстрый и гладкий переход на другое сырье или на новую спецификацию продукта;
- уменьшение объема необходимого технического обслуживания;
- снижение числа отключений и сбоев.

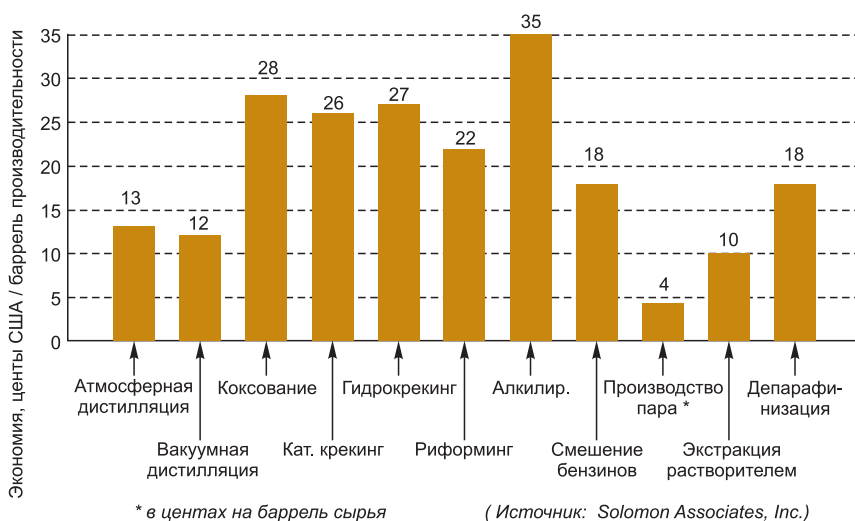
Средние размеры экономии (в центах на баррель перерабатываемого сырья), достигаемые на американских нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) благодаря использованию APC-систем, показаны на рисунке. Эти данные опубликованы фирмой HSB Solomon Associates, LLC (г. Даллас, США).

В пересчете на средний НПЗ, перерабатывающий порядка 120 тыс. баррелей нефти в сутки (примерно 5 млн. тонн в год), это дает экономию в диапазоне от 1,5...5,5 млн. долл. в год для различных ТП. Например, для установки атмосферного разделения нефти этот показатель – самый существенный вследствие больших объемов переработки; при этом срок окупаемости APC-систем исчисляется всего несколькими месяцами.

Построение APC-систем невозможно без качественной настройки (а при необходимости – и без модернизации) системы базового регулирования, а также конфигурации и настройки системы расширенного регулирования (многоконтурное регулирование, управление по возмущению, упредители и т.п.). Именно реализация этих нижних уровней APC-систем создает возможность построения их центрального звена – алгоритмов оптимального управления на основе прогнозирующих моделей (в англоязычной литературе называемых MPC – Model Predictive Control).

Несмотря на определенные различия между MPC основных производителей, общими являются следующие основные принципы работы всех контроллеров:

- для предсказания поведения ТП используются линейные динамические модели, как правило, в фор-



ме конечной импульсно-переходной или временной характеристики;

- на основе последней по времени доступной информации о ТП вычисляются будущие управляющие воздействия (или манипулируемые переменные (МП)), минимизирующие интегральную (на интервале прогнозирования) функцию потерь. Последняя функция включает штраф за рассогласование между прогнозируемыми и желаемыми значениями управляемых переменных (УП) и штраф за амплитуду МП. При оптимизации учитываются также ограничения на УП и МП;

- ближайшие по времени управляющие воздействия применяются на объекте, а процедура оптимизации повторяется с заданной частотой (как правило, 1...2 мин) с использованием обновляемой информации о процессе;

- разница между реальными значениями и текущими прогнозами УП вводится в качестве поправки в прогноз будущего поведения процесса.

Описанный алгоритм реализуется в MPC-контроллерах с помощью следующих модулей: коллектор данных (запись значений технологических переменных для проведения идентификационных экспериментов и анализа качества моделей); идентификационный пакет (обзор и отбор данных; восстановление моделей; выбор и верификация моделей); конфигурирование контроллера (импорт моделей; конфигурация и настройка; имитационное моделирование MPC); инсталлятор контроллера и пользовательский интерфейс оператора и инженера.

Реализация MPC-контроллера обеспечивает основное преимущество APC-систем перед схемами управления без модели, заключающееся в преодолении недостатка "слепого" управления путем учета поведения объекта и ограничений на управляющие воздействия в будущем. Именно это преимущество определило тот факт, что на протяжении последних двух десятилетий APC стали наиболее применяемыми средствами оптимизации управления ТП в ключевых отраслях промышленности. Основываясь на отчетах главных производителей APC-систем, можно оценить общее число внедрений в мире в диапазоне 7...8 тыс. систем. Из них две трети относятся к нефтепереработке, порядка 15% — к нефтехимии, 8% — к химии, 2% — к целлюлозно-бумажной промышленности.

Мировым лидером в области внедрения APC-систем является отделение Hi-Spec Solutions корпорации "Honeywell Controls International Ltd." — всемирно известного поставщика широкого спектра продуктов и услуг для предприятий и компаний топливно-энергетического и химического комплекса. Совокупный опыт Honeywell в разработке и внедрении систем усовершенствованного управления в нефтегазовом секторе превышает 1200 инсталляций по всему миру, в том числе порядка 750 на НПЗ ведущих мировых компаний. Стратегическим партнером корпорации Honeywell в России является ООО Совместное предприятие "ПЕТРО-

КОМ", осуществляющее значительную часть работ по настройке, внедрению и сопровождению систем.

Для непрерывных процессов химико-технологического типа Honeywell использует технологию робастного многоконтурного управления на основе прогнозирующих моделей — сокращенно RMPCT (от Robust Multivariable Predictive Control Technology), или Profit[®] Controller. Модуль Profit[®] Controller используется в APC-системах в сочетании с традиционными методами расширенного регулирования (там, где последние применимы и целесообразны). Profit[®] Controller может работать как модуль приложений на существующих распределенных системах управления или на автономных ПК под ОС Windows NT/2000/XP. При этом обеспечивается тесная интеграция со всеми другими приложениями APC-систем или пакетами обработки данных более высокого уровня. Модуль Profit[®] Controller хорошо зарекомендовал себя на многих промышленных предприятиях в разных странах мира.

APC-проекты реализуются консультантами по усовершенствованному управлению из Honeywell при участии специалистов ПЕТРОКОМ, имеющих опыт организации и осуществления подобных проектов в России. Это обеспечивает получение продукта мирового уровня по приемлемой цене при профессиональной поддержке отечественной команды разработчиков. Применяемая при этом проверенная методология внедрения APC-систем включает все необходимые проверки в соответствии с требованиями Системы качества, сертифицированной по стандарту качества ПО ISO9001:2000.

Заказчику предоставляется полный набор услуг по поддержке и сопровождению проекта, включая оценку прибыли после внедрения системы, проверку состояния системы, мониторинг эффективности управления, поиск и устранение неисправностей, а также консультации по техническим вопросам.

В российских условиях стоимость работ по внедрению APC-систем для различных ТП ожидается в диапазоне 200...500 тыс. долл. США при сроке окупаемости 3...5 мес.

В рамках обобщенного подхода к оптимизации производства (т.н. концепция Plant-Wide Optimization) APC-контроллеры для отдельных технологических установок могут быть объединены в модули Profit[®] Optimizer, обеспечивающие динамическую оптимизацию управления несколькими технологическими установками. Основываясь на тех же динамических моделях, что и MPC-контроллер, модуль Profit[®] Optimizer осуществляет оптимизацию в РВ при значительно меньших затратах, чем при фундаментальном моделировании ТП.

Наконец, модули Profit[®] Optimizer (или непосредственно MPC-контроллеры) могут объединяться в систему фундаментального моделирования и нелинейной оптимизации Profit[®] Max, обеспечивающую статическую оптимизацию существенно нелинейных ТП, моделирование которых связано с наибольшими трудностями. В ча-

стности, с помощью Profit[®] Max решается задача выбора оптимальных режимов функционирования производства в заданных экономических условиях с учетом свойств исходного сырья и состояния оборудования.

Все возрастающий интерес к АРС-системам на отечественных предприятиях (несколько проектов

находятся в стадии предконтрактной подготовки; первый проект уже реализуется на одном из НПЗ) позволяет ожидать всплеск АРС-внедрений, который должен привести к качественным изменениям в практике управления ТП на отечественных предприятиях.

*Лебединский А.А. — генеральный директор ЗАО "Хоневелл",
Дозорцев Виктор Михайлович — д-р техн. наук, проф., директор департамента,
Кнеллер Дмитрий Владимирович — канд. техн. наук, руководитель проекта,
ООО "Совместное предприятие ПЕТРОКОМ"*

*Контактный телефон ЗАО "Хоневелл" (095) 796-98-00, факс (095) 796-98-93.
Контактный телефон ООО "СП ПЕТРОКОМ" (095) 334-87-71, факс (095) 334-88-00.
E-mail: info@honeywell.ru, training@petrocom-jv.ru*

СИНТЕЗ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЛИНАС И СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИКИ В НЕФТЕПЕРЕРАБОТКЕ

**А.Ф. Сайфутдинов (ЗАО НПП "Линас-Техно"), Г.А. Нестеров (Linas Technology Inc.),
А.А. Калашников, А.Ю. Корабельников (ЗАО "Синетик")**

Представлена новая технология ректификации Линас, указаны ее преимущества по сравнению с традиционными технологиями. Отмечено, что установки Линас оснащены промышленной автоматикой компании Siemens. Приведены примеры использования установок Линас на промышленных объектах России.

Наиболее распространенной промышленной технологией разделения в нефтегазовой, химической и нефтехимической индустрии является ректификация, которая покрывает около 90...95 % рынка. Основы современной промышленной ректификации в настоящем ее виде были заложены около 50 лет назад и с тех пор практически не претерпели изменений.

Высоты современных ректификационных колонн часто превышают 30 м. Ректификация потребляет огромное количество энергии как для нагрева, так и для охлаждения. Поэтому значительные усилия тысяч исследователей и разработчиков были сосредоточены именно в этой области, но не принесли значительных улучшений промышленной технологии.

Из-за огромного содержания разделяемых веществ внутри ректификационных колонн процесс ректификации очень инерционен, и поэтому автоматизация разделения крайне осложнена, так как любое воздействие на процесс извне приводит к появлению результата на выходе через длительный промежуток времени. Это очень затрудняет управление, программирование и создание надежной и эффективной системы противоаварийной защиты. Соответственно возрастает цена системы автоматизации, и работающий персонал должен иметь высокую квалификацию.

Специалисты компании Линас-Техно нашли принципиально новое решение в согласовании дистилляционных процессов тепломассообмена и разработали новую промышленную ректификационную технологию под названием технология Линас или в международном варианте Linas Technology.

Промышленное применение технологии Линас по сравнению с традиционной технологией ректификации, реализуемой в тарельчатых и насадочных колоннах, имеет следующие преимущества.

1. Значительное снижение габаритных показателей колонн и металлоемкости — высота ректификационных колонн Линас уменьшена в 3...10 раз по сравнению с традиционными тарельчатыми и насадочными колоннами при одинаковом диаметре обечайки.

2. Снижение количества разделяемых веществ внутри колонны Линас в 50...100 раз по сравнению с традиционными колоннами. Быстрый выход на рабочий режим, благодаря малому содержанию разделяемых веществ в колонне.

3. Возможность разделения веществ с ограниченной термической стойкостью (термическое разложение, конденсация и поликонденсация, смолообразование, химический переход в нежелательную примесь), обусловленная малым временем нахождения жидкой фазы в зоне проведения ректификационного процесса — 2...60 с.

4. Повышение эксплуатационной надежности при полном отсутствии условий отложения загрязнений на внутренних полостях колонн. Это происходит за счет создания строго контролируемого диапазона температур на внутренних поверхностях колонн, использования только вертикальных поверхностей без застойных зон, постоянно омываемых флегмой, и как указывалось выше, малого времени контакта жидкой фазы с поверхностью.

5. Минимальная потребность в средствах автоматизации для управления собственно колонной за счет особенностей технологии Линас.

6. Повышенная промышленная и экологическая безопасность за счет снижения рисков потенциальной опасности установок при их эксплуатации.

7. Повышенная сейсмическая устойчивость колонн, увеличенная сложность поражения колонн воздушными террористами, сниженная площадь возможных наземных разрушений в случае падения высотных конструкций за