

ОБЪЕДИНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И УСОВЕРШЕНСТВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТП

Э. Ковард (Корпорация Honeywell)

На примере реального проекта, реализованного корпорацией Honeywell на Ближнем Востоке, показана эффективность использования динамического моделирования ТП при разработке АРС-системы деметанизатора.

За исключением законов Ньютона, в мире химической технологии есть очень мало вещей, не допускающих двух толкований. Одним из таких неоспоримых фактов является тот, что технология усовершенствованного управления ТП обеспечивает более устойчивое ведение последнего, что, в свою очередь, позволяет вывести его на экономически более выгодный режим работы.

Для различных проектов усовершенствованного управления ТП (Advanced Process Control – АРС) характерны различные сроки окупаемости: от 3 недель до приблизительно 6 мес. После ввода новой установки в эксплуатацию необходимо, как правило, 6...12 мес. нормальной работы, чтобы процесс "установился" – только после этого можно приступить к внедрению усовершенствованного управления. Учитывая, что внедрение АРС-системы в среднем занимает 6...9 мес., это означает, что к моменту ввода АРС-системы в эксплуатацию размер упущенной прибыли составит сумму, приблизительно равную затратам на проект.

Однако в случае строительства нового объекта, еще не введенного в эксплуатацию, все обстоит иначе. Поскольку методы усовершенствованного управления во многом основаны на анализе и обработке производственных данных, то как можно реализовать АРС-проект на новой установке сразу же после ее пуска? Ответ на этот вопрос лежит в сфере моделирования. В основе проекта новой установки и ее технологического оборудования лежит моделирование, поэтому соответствующие представления о ТП, нашедшие отражение в его модели, существуют еще до того, как сама установка физически построена. Моделирование позволяет с достаточной точностью воссоздать тепловой и материальный балансы, оно также дает верное представление о динамике процесса, если объемы аппаратов и трубопроводов заданы с приемлемой точностью.

Обычно в ходе реализации АРС-проектов основные временные затраты относятся к следующим этапам:

- анализ проектной документации;
- настройка контуров регулирования;
- испытания на ступенчатые воздействия ("пошаговое тестирование" ТП);
- построение модели ТП по данным пошагового тестирования;
- ввод АРС-приложений в эксплуатацию.

Точное динамическое моделирование ТП может использоваться для упрощения всех вышеперечисленных стадий. В проекте, недавно реализованном Honeywell на Ближнем Востоке, при разработке АРС-системы деметанизатора использовалась модель ТП, предназначенная для обучения операторов. Это модель была разработана ранее в среде высокоточного моделирования

UniSim Design корпорации Honeywell. При одних и тех же начальных условиях отклонение модели от проектных теплового и материального баланса не превысило 2%. В ходе создания АРС-системы эта динамическая модель была использована в качестве заменителя реального ТП. Иными словами, именно на ней позднее проводились настройка контуров регулирования и пошаговое тестирование, и именно этим, моделируемым "ТП" управляла созданная АРС-система. Она была сконструирована на базе ПО Honeywell Profit Controller – ведущей мировой технологии робастного многомерного прогнозирующего управления ТП.

Точное воспроизведение ТП динамической моделью и включение в нее всех основных контуров регулирования позволили провести проектирование АРС-системы. Сначала были сформулированы задачи, которые должна решать система, а затем проведен анализ и приняты решения о включении в систему тех или иных контуров регулирования. По итогам этого анализа была выработана структура системы (управляющие переменные, контролируемые переменные, наблюдаемые возмущения).

На первом этапе работы с моделью ТП была проведена настройка контуров регулирования ТП в целях обеспечения его адекватных динамических свойств. Поскольку модель разрабатывалась для операторского тренажера, контуры были настроены для поддержания устойчивой работы моделируемого ТП. Их пришлось частично перенастроить, чтобы обеспечить характерную динамику и облегчить отработку изменений заданий. В результате были обеспечены приблизительно верные динамические характеристики (время установления) и определены изменения, которые необходимо было внести в стратегию управления.

Поддерживать давление на верху метановой колонны можно двумя способами: либо с помощью дроссельного механизма подачи газа на турбодетандер, либо с помощью клапана Джоуля-Томпсона. Имелись два контура регулирования, использовавшие один и тот же измерительный прибор, однако их сравнительные достоинства отличались тем, что "холод", занесенный в систему, воздействовал значительно сильнее на показатели ТП, чем работа, произведенная турбодетандером. Использование обоих этих контуров было уточнено и отражено в задачах, поставленных перед АРС-системой. В процессе настройки контуров также выяснилось, что предварительные представления о составе управляющих переменных АРС-системы оказались неверными. Один из контуров, с помощью которых АРС-система, как предполагалось, будет управлять метановой колонной, оказался расположенным до пропаново-

го охладителя, работавшего в режиме поддержания постоянной температуры, и поэтому никак не влиял на работу колонны. Все эти моменты удалось выяснить задолго до начала строительства реальной установки.

По завершении настройки контуров, было проведено пошаговое тестирование модели ТП. На этой стадии в процесс намеренно вносились возмущения определенной формы в целях определения статических и динамических взаимосвязей между управляемыми переменными ТП, с одной стороны, и контролируемыми — с другой. На этом этапе динамическое моделирование имеет особую ценность, поскольку модель можно "разогнать" более чем в 10 раз по сравнению с реальным течением времени, что соответственно сокращает длительность самого тестирования. Кроме того, поскольку ТП, реализованный в модели, не подвергается никаким ненаблюдаемым воздействиям, по каждой управляющей переменной необходимо делать лишь 1...2 шага. В целом, при использовании динамической модели этот этап занимает несколько часов, тогда как на реальной установке весь процесс может занять несколько недель. Таким образом, при использовании модели существенно снижаются операционные расходы. Снижаются также и риски, поскольку меньше возмущений вносится в реальный ТП.

На основе собранных данных были определены отклики ТП, после чего с помощью инструментария разработчика APC-приложений Profit Design Studio создано соответствующее APC-приложение для системы Profit Controller. Использование этого подхода позволило получить оптимальные параметры настройки многомерного контроллера, в том числе и параметров встроенного в контроллер оптимизатора. Оптимизационная стратегия оказалась весьма простой: снижение содержания этана и пропана в верхнем продукте (метане) при поддержании содержания метана в нижнем продукте (этан-пропановой смеси) в соответствии со спецификацией при минимально возможных энергозатратах.

Для проведения "офисных" испытаний разработанная APC-система была протестирована на моделируемом ТП в среде моделирования UniSim. APC-приложение в среде UniSim было идентично системе Profit Controller, используемой на реальной установке, поэтому были загружены и испытаны все параметры настройки и оптимизации модели в целях выяснения то-

го, в какую рабочую точку APC-система переведет ТП по сравнению с начальной точкой, соответствующей исходным тепловому и материальному балансам. В итоге оказалось, что благодаря применению APC-системы удалось обеспечить повышение выхода этана и более тяжелых компонентов на 1...1,5%.

По завершении испытаний можно было приступить к внедрению APC-приложения на PCY. С помощью разработанной конфигурации контроллера все мнемосхемы APC-системы можно было интегрировать в обычные операторские мнемосхемы, удалось также внедрить и испытать логику работы многомерного контроллера, что позволило операторам освоиться с системой на самых ранних этапах обучения. Каналы связи, дисплеи, алгоритмы аварийного отключения и интеграция с аппаратными средствами были также в полной мере проверены в ходе офисных испытаний без какого-либо риска для реального объекта.

Как только реальная установка будет введена в эксплуатацию, матрица связей между переменными APC-системы будет приведена в соответствие с реальным ТП. Это будет сделано путем использования разработанной в среде UniSim матрицы в качестве исходного варианта, задаваемого в системе Honeywell Profit Stepper. Последняя предназначена для (полу)автоматического проведения пошагового тестирования в замкнутом контуре и идентификации моделей. Затем все APC-приложения можно полностью ввести в эксплуатацию в течение 6 недель с момента завершения ввода реальной установки в эксплуатацию.

По мнению отдельных скептиков, динамическое моделирование при разработке APC-систем никогда не даст результатов. Тот факт, что любой ТП проектируется на основе моделирования, и что инструменты динамического моделирования, подобные UniSim, сегодня достигли столь высокой точности, в сочетании с кропотливой работой по приведению динамических моделей в соответствие с реальным процессом в ходе ввода в эксплуатацию, делают этот аргумент безосновательным. С позиций итоговой ценности для производства рассмотренный выше подход обеспечивает небывало высокую отдачу и соответственно становится все более популярным на рынке по мере того, как растет число проектов, реализованных Honeywell на его основе.

*Эндрю Ковард — консультант по системам усовершенствованного управления корпорации Honeywell.
Контактный телефон (495) 334-87-71.*

"СТК-ЭР" для ОАО "МОСЭНЕРГО"

НПФ "Ракурс" завершена разработка и выполнена поставка на ТЭЦ-27 ОАО "Мосэнерго" системы технологического контроля параметров (СТК-ЭР) для турбогенератора ТЗФАУ-160-2У3 третьего агрегата блока №4. СТК-ЭР предназначена для непрерывного автоматического контроля технологических параметров турбогенератора, формирования сигналов в систему сигнализации об отклонениях технологических параметров от заданных значений и предоставления информации оператору-технологу.

Основным устройством, входящим в состав СТК-ЭР, является ПЛК Siemens S7-400 (ПЛК), в слоты базовой панели которого установлены модули дискретного ввода/вывода. На перед-

ней панели стойки установлен панельный компьютер с сенсорным ЖК экраном, имеющий возможность подключения внешней клавиатуры и манипулятора типа "мышь". Панельный компьютер воспринимает команды одновременно от сенсорной панели и внешнего устройства ввода. Аналогичные функции управления и просмотра информации по СТК-ЭР реализованы на станции оперативного контроля, представляющей промышленный компьютер, размещенный в отдельном шкафу. Интерфейс СТК-ЭР выполнен на базе SCADA-приложения WinCC фирмы Siemens. Все программы настроены на работу под управлением ОС Windows XP Professional.

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