архитектуры распределенных серверов DSA для централизованного управления всем ТП.

Заключение

В настоящее время изменились не только требования к средствам АСУТП, но и сам подход к автоматизации ТП. Для эффективного решения актуальных задач и получения требуемых результатов на современном конкурентном рынке комплекс средств автоматизации должен обладать рядом следующих принципиальных характеристик:

- масштабируемость и, следовательно, пригодность для управления как небольшими установками, так и крупными производственными комплексами;
- полнофункциональность, позволяющая комплексно решать широкий спектр задач автоматизации;
- компактность и надежность;
- открытость, но в то тоже время безопасность;
- преемственность версий и гарантированная техническая поддержка;
- использование инновационных аппаратных и программных решений.

Таким образом, в настоящей работе продемонстрировано соответствие платформы Experion PKS вышеприведенным требованиям.

Список литературы

1. *Аносов А.А. и др.* Высокотехнологичные решения корпорации Honeywell на базе платформы Experion PKS // Автоматизация в промышленности. 2011. №8.
2. *Резник В.А.* Инновации в мире беспроводных технологий: промышленный стандарт ISA100.11a // Автоматизация в промышленности. 2011. №6.
3. Abnormal Situation Management for Industry // Отчет Honeywell 94-01-0169, Aug.-Nov. 2005. – http://statusreports.atp.nist.gov/reports/94-01-0169TEXT.htm

Доброскокин Александр Федорович *– руководитель группы,*
Мезенцева Светлана Анатольевна *-руководитель группы,*
Филатов Олег Петрович *– руководитель отдела ЗАО "Хоневелл".*
Контактный телефон (495) 796- 98-00. E-mail: trc@honeywell.ru

Высокотехнологичные решения корпорации Honeywell на базе платформы Experion PKS

А.А. Аносов, П.Е. Бородин, В.М. Дозорцев, Г.Л. Ефитов, Д.В. Кнеллер (ЗАО "Хоневелл")

Представлены системы автоматизации, использующие данные ТП РВ. Описаны элементы комплексного решения корпорации Honeywell: системы усовершенствованного управления ТП, управления производством, автоматического смешения, компьютерного тренинга операторов и др. Обоснованы преимущества, достигаемые за счет реализации указанных задач автоматизации на базе РСУ Experion PKS.

Ключевые слова: смешение товарных продуктов, усовершенствованное управление ТП, имитационное моделирование, система управления сигнализацией, тренинг оперативного персонала, база данных реального времени, оперативное управление производством.

Введение

В публикуемой в настоящем номере журнала статье [1], посвященной системе Experion™ PKS (EPKS) – флагманской РСУ корпорации Honeywell, описаны программные средства, обеспечивающие базовую функциональность этой системы управления. Однако возможности РСУ EPKS этим далеко не исчерпываются. Как система управления, основанная на знаниях об управляемом процессе, EPKS является платформой для создания систем автоматизации РВ, таких как управление смешением в режиме РВ (система EBC), усовершенствованное управление и оптимизация ТП (линейка продуктов Profit®), инжиниринг на основе имитационного моделирования (платформа моделирования UniSim®) и др. В известной пирамиде средств промышленной автоматизации (рис. 1) эти системы располагаются на уровне, следующем за уровнем РСУ, который посредством БД РВ (Uniformance) соединен с системами автоматизации MES-уровня (Business.Flex). В статье приводится краткий обзор этих решений.

Управление смешением

Задача управления смешением товарных продуктов ввиду ее важности и больших ресурсов оптимизации требует специального ПО для оптимального решения задач в РВ [2]. Как правило, смешение выполняется в потоке с одновременной подачей всех компонентов в общий коллектор в заданной пропорции. Только так можно обеспечить гомогенизацию потока, то есть однородность качественных характеристик по всему объему приготавливаемой партии.

В технологическую схему смешения (рис. 2) входят такие элементы оборудования, как расходомеры и регулирующие клапаны компонентных потоков на входе в коллектор смешения, расходомер на выходе из смесителя, насосы (если подача компонентов осуществляется из резервуаров). В некоторых случаях на выходе из коллектора могут быть установлены расходомер, обратный клапан, а также поточный анализатор для контроля качества смеси. Кроме того, при наличии разветвленной сети трубопроводов существуют изолирующие клапаны, позволяющие задавать маршруты подачи компонентов из различных резервуаров через те или иные насосы в различные компонентные врезки коллектора смешения.

Таким образом, после подключения всего вышеперечисленного оборудования к РСУ и создания соответствующих дисплеев управления, оператор может проводить операции смешения в автоматизиро-

ванном режиме. При этом, как правило, в РСУ для каждого регулятора расхода создается контур ПИД-регулирования и оператор имеет возможность задать уставку для данного регулятора и не заботиться об обеспечении требуемого расхода через клапан.

Действия оператора по выполнению смешения партии продукта состоят из следующих этапов:

• запуск всех насосов, участвующих в смешении, в необходимой последовательности;

• расчет (исходя из рецептуры и общей производительности коллектора) и задание уставок для каждого регулирующего клапана;

• управление клапаном противодавления (при его наличии);

• мониторинг работы оборудования в процессе приготовления партии и отслеживание объема смешения;

• останов насосов и закрытие клапанов;

• сведение баланса и создание отчета по результатам смешения.

В процессе смешения возникают некоторые ситуации, которые могут помешать регулятору обеспечивать необходимый поток, например, клапан открывается на 100%, но расход не достигает требуемого значения. Как следствие, происходит отклонение от первоначальной рецептуры, и возможно нарушение спецификаций конечного продукта. Оператору необходимо отслеживать такие ситуации и пропорционально снижать уставки для всех регуляторов с тем, чтобы отношение фактических расходов всех компонентов соответствовал рецептуре.

Система Experion Blend Controller (EBC) является надстройкой над системой РСУ Experion и предназначена для выполнения всего цикла смешения партии от запуска насосов и открытия регулирующих клапанов до выключения всех элементов оборудования, участвующих в смешении.

Основные функции системы EBC:

• автоматический запуск, управление и выключение смесителя и смежного оборудования;

• управление уставками скорости потока;

• регулирование объема и скорости потока смеси;

• проверка правильности рецептуры для обеспечения соответствия рецептуры минимальным требованиям конфигурации;

• поддержание процентного соотношения компонентов и концентрации присадок в соответствии с рецептурой смеси;

• снижение скорости потока смеси, если регулятор не справляется с высокой скоростью потока;

• интерфейс с анализаторами свойств;

• проверка сигнала анализатора;

• усреднение свойств бензина в продуктовом резервуаре;

• отслеживание аномальных состояний, внесение соответствующих корректировок;

• обеспечение объемного регулирования с исправлением ошибок;

• обеспечение регулирования и стабилизации простых свойств смеси на основании данных обратной связи от анализатора;

• регулирование давления в смесителе;

• оперативное изменение значения рецептуры смеси, источников и пунктов назначения потоков и смеси;

• распределение насосов между смесителями и регуляторами процесса;

• генерация отчета, содержащего основную информацию о процессе смешения, по завершении каждого этапа смешения.

EBC использует стандартные функции программного комплекса Honeywell Experion PKS, такие как алгоритмы регулирования, сообщения и ведения журнала событий.

Программа EBC выполняет смешение по определенной схеме, состоящей из нескольких стадий, представляющих собой состояния смесителя (от разгона до останова). На рис. 3 представлен профиль смешения, определяющий базовую уставку скорости потока (расход смесителя) на различных стадиях EBC.

0. *Полная очистка.* Начало приготовления новой смеси. Значения смешанных объемов и всех накопленных потоков сбрасываются. При перезапуске процесса смешения это состояние смеси пропускается.

1. *Начало смешения.* Запускаются насосы компонентов и присадок в последовательности, заданной

Рис. 1. Средства промышленной автоматизации на базе РСУ EPKS

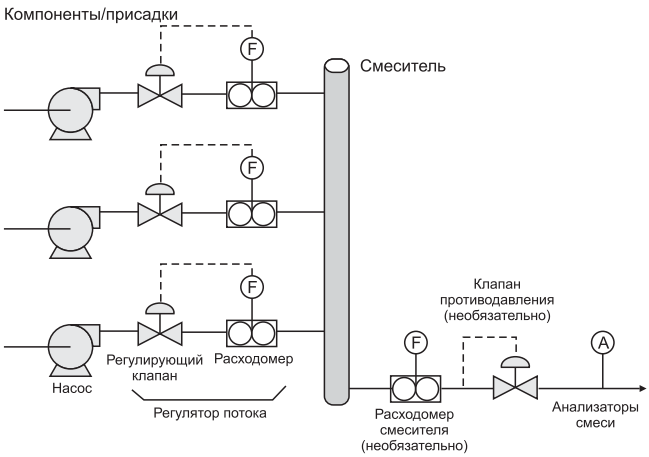

Рис. 2. Типовая схема смешения

конфигурацией, в то время как все регулирующие клапаны остаются закрытыми.

2. *Начальная подача.* Потоки компонентов и присадок устанавливаются соответственно значениям уставок их начальных скоростей потоков (коллектор начинает работать на минимальном расходе с тем, чтобы минимизировать отклонение от заданной рецептуры из-за неравномерностей запуска оборудования).

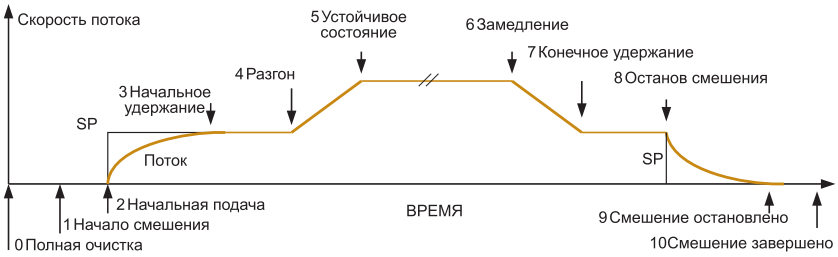

Рис. 3. Профиль работы смесителя

3. *Начальное удержание.* Коллектор продолжает работать на минимальном расходе, пока не начнется получение корректных данных от анализаторов

4. *Разгон.* Скорости потоков постепенно увеличиваются до достижения необходимой рабочей производительности коллектора

5. *Устойчивое состояние.* Основная стадия смешения, на которой происходит поддержание требуемого расхода через каждый из регуляторов и отслеживание процесса смешения (отказы оборудования, нарушения расходов и т.д.).

6. *Замедление.* Когда достигнут объем, после получения которого можно снижать скорость подачи, скорость потока постепенно снижается до конечного уровня удержания скорости потока.

7. *Конечное удержание.* Скорость потока при окончательном удержании поддерживается до достижения объема, достаточного для завершения процесса.

8. *Останов смешения.* Регуляторы закрываются, насосы отключаются. При этом процесс смешения может быть перезапущен при необходимости.

9. *Смешение завершено.* Полное завершение смешения партии. Текущий процесс смешения не может быть перезапущен. Запускает процесс генерации отчета по смеси.

На рис. 4 показаны основные компоненты приложения EBC, а также их расположение в системе EPKS. Структуры данных разделены так, что наиболее критичные элементы, используемые для смешения, выполняются в контроллере EPKS.

В период с 2003 г. только на европейских и ближневосточных НПЗ внедрено более 120 EBC. Несколько лет назад началось интенсивное внедрение системы и в СНГ. В 2008 г. сдана в эксплуатацию автоматическая станция смешения бензинов на Волгоградском НПЗ, которая уже на следующий год обеспечила 6,7 млн. долл. США экономического эффекта. В настоящее время выполняются проекты по станциям смешения на НПЗ в г.г. Нижнем Новгороде, Омске, Мозыре и Новополоцке (Беларусь).

Усовершенствованное управление и оптимизация в масштабе РВ

Прикладное ПО системы EPKS, как и современных РСУ других производителей, имеет в своем составе набор функциональных блоков, реализующих арифметические и логические функции. С помощью этих блоков инженеры АСУТП могут создавать системы расширенного регулирования для реализации стратегий управления по возмущению, по соотношению, с опережением/запаздыванием и т.д. Тем не менее, постоянное стремление к повышению эффективности производства часто требует применения стратегий управления более сложных, чем ПИД- или расширенное регулирование. Такие стратегии, реализуемые в виде специализированного ПО, получили общее название усовершенствованного управления ТП (Advanced Process Control – APC). Основы APC и обзор его промышленных применений даны в работе [3].

Система усовершенствованного управления ТП (сокращенно, "СУУТП" или "APC-система") представляет собой набор программных приложений, реализующих сложные алгоритмы управления и опти-

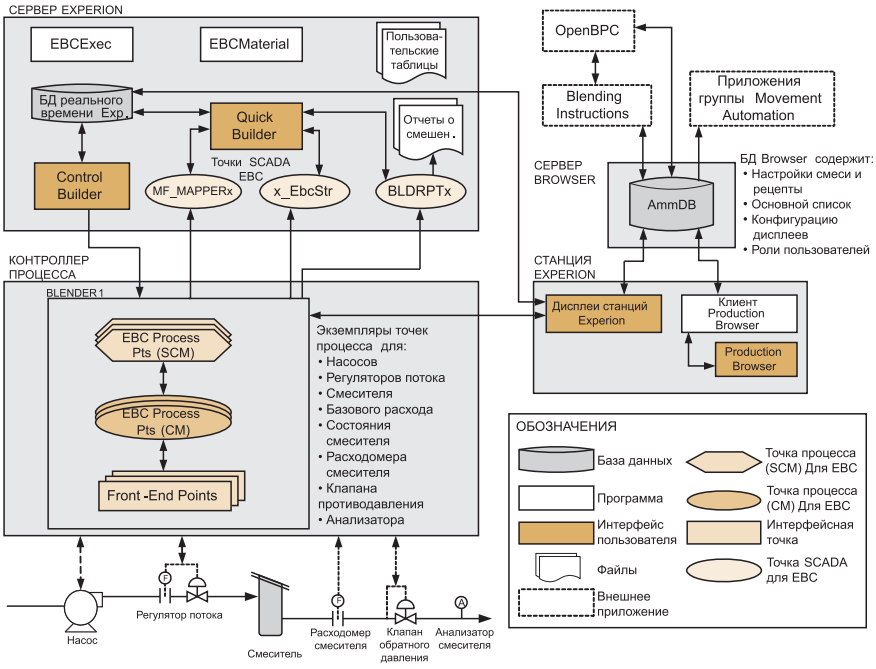

Рис. 4. Основные компоненты EBC

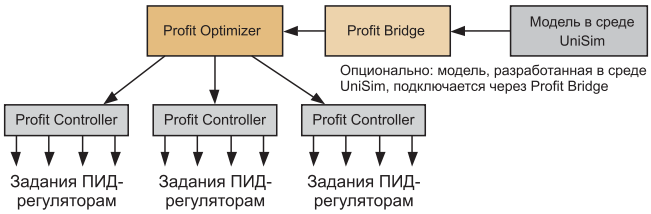

Рис. 5. Иерархия систем усовершенствованного управления и оптимизации корпорации Honeywell

мизации. Магистральным направлением APC в последние 20 лет стало многомерное управление на основе прогнозирующей модели – этот подход продемонстрировал наибольшую эффективность при управлении сложными многосвязными промышленными объектами (такими как, например, установка первичной переработки нефти, агрегат производства аммиака или цех флотации). Ниже под APC будем рассматривать именно этот подход. Понимаемая в этом смысле APC-система представляет собой программно-алгоритмическую "надстройку" над реализованными в контроллерах РСУ алгоритмами базового и расширенного регулирования, выполняющую сложные алгоритмы многомерного управления на основе модели объекта. APC-система решает задачи управления и оптимизации в масштабе РВ. По сути, APC-систему вместе с подключенными к ней ПИД-регуляторами можно считать сложной схемой каскадного регулирования, где APC выступает в качестве ведущего регулятора, а все подключенные к ней ПИД-регуляторы – в качестве ведомых.

На каждом временном такте APC-система опрашивает измерительные приборы, поставляющие ей информацию, проводит необходимые математические вычисления и прогнозирует будущее поведение контролируемых переменных на основе встроенной математической модели. Если прогноз показывает, что одна или несколько контролируемых APC-системой переменных могут со временем выйти за установленные пределы, то система вычисляет новый набор управляющих воздействий и подает эти воздействия в РСУ в виде новых заданий ПИД-регуляторам для компенсации будущих отклонений. Если же он показывает, что все контролируемые переменные в течение нескольких ближайших тактов будут находиться в заданных пределах, то при наличии достаточного числа степеней свободы система решает задачу оптимизации, то есть вычисляет такой набор управляющих воздействий, при которых заранее определенная целевая функция – критерий оптимизации – примет оптимальное (максимальное или минимальное) значение.

Следует помнить, что APC может эффективно работать лишь в определенных, заранее оговоренных режимах или вблизи от них, а при существенном отклонении от этих режимов операторы должны брать управление на себя и пользоваться стандартными средствами РСУ.

Решаемые APC-задачи можно условно разделить на четыре группы:

- стабилизация объекта, подвергающегося воздействию внешних факторов, таких как изменение погодных условий, состава сырья или топлива и т.д.;
- отработка плановых заданий;
- оптимизация технологического объекта (при наличии достаточного числа степеней свободы);
- оптимизация группы технологических объектов, например, нескольких технологических установок.

На самом деле, все четыре задачи решаются одновременно на каждом временном такте, причем первым двум – задачам управления – отдается приоритет по отношению к двум последним – задачам локальной и глобальной оптимизации соответственно.

Робастный (то есть устойчивый к неточностям модели) алгоритм многомерного управления и локальной оптимизации реализован корпорацией Honeywell в ее патентованном ПО Profit® Controller. Это ПО доказало высокую эффективность при работе на технологических объектах из самых разных отраслей промышленности: нефте- и газодобычи, нефтепереработки, химии и нефтехимии, металлургической, пищевой, автомобильной промышленности. Profit® Controller является ключевым элементом линейки APC-продуктов Honeywell Profit® Suite. Помимо него в это семейство входят десятки других патентованных продуктов, таких как, например, Profit® Sensor Pro – ПО для создания и эксплуатации виртуальных анализаторов качества и Profit® Optimizer – оптимизатор высокого уровня, обеспечивающий координацию и динамическую оптимизацию по экономическому критерию группы технологических установок (рис. 5).

Из прочих APC-продуктов упомянем систему Profit® Expert для углубленного мониторинга APC-приложений. В настоящее время проводится ее интеграция с широко используемым в мире пакетом Control Performance Monitor разработки недавно купленной корпорацией Honeywell фирмы Matrikon. Результатом этой интеграции станет мощный комплекс локальной и дистанционной поддержки и сопровождения систем управления ТП на всех уровнях: от КИП и А до APC.

APC-системы Honeywell успешно используется в России и странах СНГ. Они работают как на EPKS, так и на РСУ сторонних производителей. При этом реализация APC-системы на EPKS проходит быстрее и с большим удобством, чем на других РСУ, благодаря интеграции многих системных функций. Создание APC-системы выходит далеко за рамки инсталляции и настройки готового ПО – требуется проведение полного цикла проектных работ от предварительного обследования объекта до оценивания полученного экономического эффекта. Российское отделение корпорации Honeywell имеет в своем составе отдел APC, специалисты которого выполняют весь комплекс работ по созданию APC-систем, а также поддерживают и сопровождают внедренные ранее систе-

мы. За последние 5 лет было выполнено более 10 проектов полномасштабных APC-систем для различных ТП нефтепереработки. Более половины созданных APC-систем реализованы на EPKS.

Реализация ПО APC-системы на РСУ предусматривает инсталляцию его на специальном сервере, взаимодействующем с сервером РСУ посредством OPC-интерфейса с двунаправленным трафиком. Быстродействие такой схемы не слишком велико, но APC-алгоритмы, использующие прогнозирующую модель, не предназначены для сверхбыстрого реагирования, такого как требуется, например, в антипомпажных системах компрессоров – для подобных систем используют другие технологии управления. Многомерные контроллеры и оптимизаторы ведут ТП в окрестностях нормального режима, и такт их отработки составляет в зависимости от специфики управляемого объекта от долей минуты до нескольких минут, что на порядки дольше времени регулирования обычных ПИД-регуляторов. При возникновении нештатной ситуации управление от APC передается на уровень РСУ. При конфигурировании APC-систем на РСУ реализуются различные системы безопасности, такие как Watchdog. Эти системы вовремя выявляют аппаратный или программный сбой на сервере APC или в канале его связи с РСУ, сообщают о нем оператору и автоматически отключают APC-систему с безударной передачей управления в РСУ.

Описанный выше подход к интеграции APC и РСУ полностью отвечает высоким стандартам Honeywell в области системной безопасности. Подобное разнесение "быстрых" и "медленных" функций управления и оптимизации повышает общую надежность системы при полном сохранении ее функциональности. Тем не менее, реализация отдельных элементов усовершенствованного управления непосредственно в виде функциональных блоков РСУ может в определенных случаях дать значительный эффект без ущерба для безопасности системы. В качестве примера приведем Profit® Loop – "мини-APC-систему" корпорации Honeywell, реализуемую непосредственно внутри РСУ и представляющую собой эффективную альтернативу классическим алгоритмам базового регулирования.

Profit® Loop – это специализированное ПО, реализующее патентованный алгоритм Honeywell для управления одномерным объектом (SISO) на основе прогнозирующей модели. Этот алгоритм отличает простота реализации, сочетающаяся с высокой вычислительной эффективностью и широтой спектра возможных применений. Благодаря использованию прогнозирующей модели этот одномерный контроллер заранее "знает", какие воздействия следует подавать на объект для достижения поставленной цели управления. Быстродействие контроллера не превышает 50 мс.

Перечислим основные особенности ПО Profit® Loop.

• Возможность использования везде, где применим стандартный ПИД-алгоритм.

• При наличии на технологической установке системы управления EPKS, ПО Profit® Loop может быть встроено в контроллер C200 или реализовано в среде приложений Application Control Environment (ACE); для РСУ EPKS версии R300 и выше Profit® Loop поставляется как часть стандартного ПО этой РСУ.

• Функциональные блоки Profit® Loop содержат как алгоритм усовершенствованного управления на основе модели, так и стандартный ПИД-алгоритм, что обеспечивает простоту перехода на алгоритм усовершенствованного управления на действующем технологическом объекте.

• Конфигурация контроллера Profit® Loop аналогична ПИД-регулятору, но благодаря встроенной модели он обеспечивает более высокое, чем у последнего, качество регулирования и его проще настраивать и обслуживать.

• Контроллер имеет единственный настроечный параметр, с помощью которого можно добиться желаемого качества регулирования.

• Имеется набор средств первоначального описания модели ТП: от простого переноса существующих настроек ПИД-регулятора до механизма автоматической идентификации параметров модели в замкнутом контуре регулирования; в последнем случае система сама проводит испытания объекта на ступенчатые воздействия ("пошаговое тестирование") и создает модель по данным, собранным во время этих испытаний. Имеются также средства диагностики проблем в работе клапана до ввода контроллера в эксплуатацию.

• Profit® Loop обладает широкими возможностями, отсутствующими в традиционных алгоритмах базового регулирования. Так, применение этого алгоритма существенно уменьшает воздействия на регулирующий клапан.

• Profit® Loop предоставляет широкий набор усовершенствованных функций, таких как предотвращение насыщения клапана (выхода его на предельные значения), управление в диапазоне (вместо точной уставки), оптимизация в соответствии с заданной целевой функцией, упреждающая сигнализация на основе прогнозов контроллера и др.

Основные преимущества алгоритма Profit® Loop по сравнению с ПИД-алгоритмом:

• существенно более высокая эффективность этого алгоритма при сопоставимых требованиях к ресурсам процессора;

• большая толерантность к изменениям динамики и к нелинейностям ТП;

• меньшая чувствительность к приборным шумам;

• наличие лишь одного настроечного параметра: "быстрее (более агрессивное регулирование) – медленнее (менее агрессивное регулирование)";

• возможности регулирования по заданию (уставке) или в заданном диапазоне ("интервальное регулирование").

• возможность управления по возмущению (компенсатор) и оценивания состояния регулируемой величины.

Profit® Loop идеально подходит для ТП с длительными временными задержками: эти задержки в явной форме учитываются в заложенной в контроллер модели ТП; в результате они отрабатываются с существенно более высоким по сравнению с другими алгоритмами качеством регулирования.

По оценкам иностранных пользователей Profit® Loop, его применение на критичных контурах позволяет получить до 100 тыс. долл. США в год благодаря стабилизации регулируемых переменных на величину до 30%, повышению производительности по сырью и увеличению выхода целевых продуктов, энергосбережению и, в частности, снижению потребления воздуха КИП, уменьшению объема техобслуживания.

Инженеры Honeywell, в том числе и российские, успешно применяют Profit® Loop в составе РСУ EPKS на критичных контурах регулирования там, где обычные ПИД-алгоритмы плохо справляются с задачами стабилизации или смены производственных заданий.

Имитационное моделирование ТП

Имитационное моделирование ТП – мощное средство инжиниринга систем автоматизации в тех случаях, когда необходима реакция ТП на управляющие воздействия и внешние возмущения и нет возможности воспользоваться такой реакцией на реальном процессе.

В контексте настоящей статьи к таким задачам можно отнести следующее.

Инжиниринг EPKS до пуска системы

На "живом" объекте такой инжиниринг очень дорог и часто достаточно опасен.

Например, настройка базового регулирования и системы ПАЗ – общепризнанное больное место внедрения РСУ. Действительно, начинаясь с технического задания (в которое неизбежно вносит ошибки специалист-технолог), проходя стадию технического проектирования (здесь появляются ошибки проектанта) и завершаясь конфигурацией БД (с наиболее трудно выявляемыми описками инженера-конфигуратора), проект РСУ к моменту заводских испытаний полон ошибок. Многие из них устраняются на испытаниях, но в полной мере проверить проект до пуска невозможно вследствие огромного числа разнообразных ситуаций, при которых срабатывающая автоматика должна вести себя правильно. Особенно это относится к системам ПАЗ, исчерпывающе протестировать которые можно только имея динамический отклик управляемого объекта на возникающие нарушения режима. В результате недоотлаженный проект РСУ становится причиной задержки пуска, поскольку "пусковикам" приходится в ручном режиме отлавливать ошибки, рискуя серьезными потерями для производства[1]. Все, что до сих пор предлагалось производителями РСУ – это так называемые системы "tie-back", которые связывают проект РСУ с простыми динамическими линейными звеньями, описывающими поверхностную реакцию объекта на управляющие воздействия. С их помощью можно, конечно, обнаружить ошибку в направлении регулирующего сигнала, но нельзя проверить логику срабатывания блокировок в сколько-нибудь содержательной ситуации.

Положение радикально меняется при наличии имитационной модели ТП. Honeywell располагает системой UniSim®Design [4] – мощным пакетом высокоточного имитационного моделирования ТП, обеспечивающим адекватный динамических отклик процесса на любые воздействия и изменения условий функционирования. В специальной программной среде UniSim® Operations имитационная модель может быть интегрирована с симулятором контроллера SIM-CX00, повторяющим на 100% функциональность серии контроллеров C200 и C300; в той же среде эмулируется операторский интерфейс и конфигурация противоаварийного контроллера SM (Safety Manager). Опыт показывает, что при наличии такой интегрированной системы задача инжиниринга РСУ до пуска систем может быть эффективно решена [5], и в результате число ошибок в конфигурации базовых контроллеров и ПАЗ-контроллера РСУ может быть сведено практически к нулю.

С помощью описанной выше интегрированной моделирующей системы операторы РСУ смогут также сформировать базовые навыки управления с помощью системы: навигации в новой для них управляющей среде, работы с контроллерами и с системой сигнализаций.

Разумеется, наличие точной имитационной модели в связке с РСУ позволяет обучить операторов не только работе в РСУ, но и собственно ТП. Такое обучение в "родной" управляющей среде будет способствовать не только быстрому и надежному пуску, но и дальнейшей безопасной и эффективной работе. Тренажерные решения Honeywell для перерабатывающих отраслей промышленности на сегодня наиболее востребованы в мире [6].

Анализ и настройка системы управления сигнализацией

Значение системы управления сигнализацией (или системы алармирования) невозможно переоценить. Хорошо настроенные алармы сообщают оператору об отклонениях от нормального функционирования ТП, информируют об изменениях в процессе и рекомендуют корректирующие действия. Однако резко увеличившееся в РСУ число алармируемых параметров на практике привело к значительному повышению нагрузки на операторов. Назойливые малозначимые алармы часто только отвлекают операторов, при этом пропуск существенных алармов может привести к нарушению режима, остановке и потере

[1] Для многих сложных ТП стоимость одного дня простоя измеряется несколькими сотнями тысяч долл. США, отсюда актуальность методов, позволяющих существенно повысить готовность РСУ к пуску.

целостности процесса и, как следствие, к катастрофическим экономическим потерям.

Современные исследования свидетельствуют о возможности резко снизить число наступающих алармов (как среднее, так и пиковое) и кардинально изменить их распределение в пользу алармов высокого уровня (рис. 6). В распоряжении Honeywell имеется несколько систем построения, настройки и поддержания системы алармирования [1]: HAAM (Honeywell Advanced Alarm Management), MAM (Matrikon Alarm Manager) и IMAC Sentinel. (Последние две системы разработаны компанией Matrikon, влившейся в 2010 г. в семью Honeywell.)

Практика использования систем алармирования в составе реальных РСУ показывает, что в период 2...6 мес. удалось:

- снизить число алармов на угольной шахте на 97%;
- вдвое снизить число малоинформативных алармов на электростанции НПЗ;
- вдвое снизить число алармов и увеличить производительность этиленового завода за счет лучшего анализа и обнаружения отклонений процесса от нормального режима;
- снизить число алармов и улучшить процедуры оперативного управления ТП крупных нефтехимических предприятий.

Указанные решения Honeywell работают на любых РСУ, но, являясь частью базовой функциональности системы, наиболее удачно работают и поддерживаются на базе "родных" РСУ (прежде всего, в EPKS).

Очевидно, что наличие имитационной модели существенно облегчает настройку и проверку систем алармирования, поскольку позволяет исследовать работу систем в точно воспроизведенной динамической среде. Помимо технологических алармов благодаря точному прогнозированию коррозии в системах Predict®X.0 и Predict®-SourWater X.0, интегрированных в систему моделирования UniSim®Design, возможно включение в РСУ так называемого "антикоррозийного" аларма (предупреждение оператора о коррозионно-опасных режимах работы). Конечно, описанные в разделе APC виртуальные анализаторы также можно рассматривать как элемент системы алармирования (аларм "по качеству").

Имитационное моделирование для инжиниринга APC-систем

Выше описано APC-решение Honeywell, работающее на любой современной РСУ и, кончено, на "родной" платформе EPKS. Необходимый и наиболее затратный для пользователя этап разработки APC-системы – "пошаговое тестирование" для восстановления параметров прогнозирующих моделей процесса. Имитационное моделирование позволяет радикально уменьшить число таких экспериментов, поскольку связи между контролируемыми параметрами и управляющими переменными могут быть сначала выявлены и предварительно оценены на имитационной модели, и только затем обнаруженные зависимости могут быть уточнены в эксперименте на реальном объекте.

	EEMUA	Нефте/ газопере- работка	Нефте- химия	Энергетика	Другие отрасли
Среднее число алармов в день	144	1200	1500	2000	900
Среднее число текущих алармов	9	50	100	65	35
Максимальное число алармов за 10 минут	10	220	180	350	180
Среднее число алармов за 10 минут	1	6	9	8	5
Распределение % (low/med/high)	80/15/5	25/40/35	25/40/35	25/40/35	25/40/35

Рис. 6. Статистика тревожных сообщений по отраслям промышленности и возможности системы управления сигнализацией (данные Engineering Equipment and Materials Users' Association)

И после внедрения APC-системы имитационное моделирование может существенно повысить эффективность управления. Однажды построенные прогнозирующие модели время от времени нуждаются в уточнении, поскольку реальные режимы работы ТП могут отличаться о тех, для которых проводилась идентификация параметров моделей. APC-технология разработки Honeywell позволяет в режиме РВ использовать точные имитационные модели для подстройки коэффициентов прогнозирующих моделей. Это приводит к уточнению прогноза выходных переменных, определяющих значение оптимизируемого критерия, и, следовательно, к повышению качества ведения процесса.

Если в ТП есть необходимый "запас", APC-системы дают быстрый экономический эффект. Имитационные модели помогают здесь двояко: предварительно оценить этот эффект ("проиграв" APC-управление на модели) и провести значительную часть работ по проектированию APC-системы до пуска объекта. По существующим оценкам, при таком раскладе APC-систему удается запустить уже через шесть недель после пуска ТП и значительно ускорить срок возврата инвестиций [7].

Тренинг персонала ТП

Тематика компьютерного тренинга операторов – одно из самых актуальных направлений промышленной автоматизации [6], но в рассматриваемом контексте уместно обсудить лишь ее аспекты, непосредственно связанные с РСУ.

Цель компьютерного тренажера – обеспечить обучение оператора в условиях, максимально приближенных к его реальной деятельности по управлению ТП. Среда моделирования UniSim® Opeartion позволяет интегрировать тренажерную модель процесса (выполненную на базе UniSim® Design), модель системы управления, рабочее место инструктора тренинга и рабочее место обучаемого оператора (рис. 7). Тренажерный подход Honeywell позволяет выполнить последний из этих компонентов в стандарте РСУ всех основных производителей, но базовое решение, разработанное для EPKS, наиболее эффективно. Оно

Рис. 7. Архитектура компьютерного тренажера для обучения операторов в среде РСУ EPKS

обладает высокой степенью стимуляции[2] работы РСУ с помощью вышеупомянутых симуляторов контроллера SIM-CX00, ПО противоаварийного контроллера Safety Manager, SCADA-системы и операторских клавиатур. Как результат рабочее место обучаемого оператора в тренажере становится практически неотличимым от реального, что наряду с адекватной моделью ТП и развитыми средствами автоматизированного инструктирования обеспечивает положительный перенос приобретаемых в тренажере навыков на реальную практику.

Перенос конфигурации системы управления в тренажер осуществляется либо созданием резервной копии базы данных РСУ (ERDB – Engineering Repository Database), либо экспортом конфигурации в XML-файлы с помощью программы Control Builder. Конфигурация загружается не в реальные контроллеры C200/300, а в симуляторы контроллеров, для работы которых в тренажере используется выделенный компьютер.

Помимо чисто тренажерных целей это позволяет без риска для реального производства отладить конфигурацию РСУ, работу алгоритмов управления и ПАЗ в точной динамической среде, причем для изменения алгоритмов (управляющих стратегий) используется тот же инструментарий, что и в реальной РСУ.

Измененная в тренажере конфигурация управляющих модулей выгружается в XML-файлы с помощью той же программы Control Builder и затем загружается в РСУ, подменяя текущую конфигурацию системы.

Наконец, с помощью специальной системы ProcessSync и исторического модуля EPKS реальное состояние ТП (включая состояние системы управления) может быть импортировано в тренажерную модель, режим которой может быть "подведен" к режиму установки. Это открывает широкие возможности для усиления тренинга, начиная с демонстрации на тренажере реального управления ТП и кончая "забеганием" вперед, то есть проверкой на тренажере последствий управляющих действий перед их реализацией на объекте.

На сегодня корпорацией Honeywell по всему миру выполнено более 220 тренажерных проектов на базе EPKS (в том числе в России).

Нет сомнений, что технологии имитационного моделирования все шире будут использоваться для инжиниринга всех аспектов управления ТП.

Применение платформы Experion PKS для интеграции систем оперативного управления производством

Комплекс задач автоматизации оперативного управления производством (согласование данных и сведение балансов, оперативно-диспетчерское управление, оперативное и календарное планирование, планфакт анализ) реализуется с участием большого числа специалистов-пользователей на всех уровнях иерархии управления предприятием и характеризуется исключительно высокой сложностью. Некоторые из указанных задач решаются на основе детальных математических моделей производства и сбыта произведенной продукции. Для их решения требуются данные сложной, заранее неопределенной структуры.

Поэтому необходимой предпосылкой перехода к созданию и внедрению систем автоматизации оперативного управления производством масштаба предприятия является, прежде всего, реализация интегрированных информационных сред, поддерживающих операции обработки информации на различных (часто заранее неопределенных) уровнях абстракции данных.

База данных PB Uniformance PHD корпорации Honeywell представляет собой пример такого ПО, поддерживающего открытые унифицированные и устойчивые информационные структуры для сбора, длительного хранения и управления данными всего предприятия.

В системах сбора, первичной обработки и представления информации на базе Uniformance PHD обычно в длительной ретроспективе (5...10 лет) хранятся данные технологических параметров и режимов работы установок, лабораторные данные паспортного и ходового контроля, коммерческие документы (накладные) по приему сырья и отгрузке произведенной продукции, а также данные разнообразных прикладных систем.

Поддержка современных промышленных стандартов обмена данными (OPC, OPC HDA и др.) обеспечивает достаточно простую техническую интеграцию Uniformance PHD с чрезвычайно широким спектром РСУ и контрольно-измерительных систем на нижнем уровне иерархии управления. Однако применение платформы Experion PKS для интеграции систем автоматизации оперативного управления с Uniformance PHD обеспечивает существенные преимущества, которые в ряде случаев могут рассматриваться как решающие.

[2] Термин "стимуляция" означает использование элементов аппаратно-программного обеспечения реальной системы управления для воспроизведения ее работы в имитационных приложениях, в отличие от эмуляции, то есть воспроизведения ее функциональности с помощью сторонних инструментов.

Рассмотрим кратко новые базовые механизмы интеграции систем EPKS – Uniformance, обеспечивающие эти преимущества (рис. 8):

• специализированный интерфейс *PHD-Experion Link* – простой в конфигурировании, быстродействующий специализированный интерфейс для обмена данными между EPKS и Uniformance с поддержкой восстановления текущих и ретроспективных данных после сбоев и отказов оборудования/линий связи, в том числе путем автоматического переключения на резервный сервер (Redirection Manager – RDM);

• автоматическая синхронизация тегов *Tag Synchronization* – приложение, обеспечивающее автоматическое создание и конфигурирование тегов в БД РВ Uniformance после того, как эти теги определяются в EPKS (так как один тег EPKS обычно содержит несколько обрабатываемых параметров, на один тег EPKS приложением синхронизации, как правило, создается несколько тегов в Uniformance PHD); использование Tag Synchronization резко упрощает конфигурирование и поддержку в эксплуатации особенно крупных систем, оперирующих с десятками тысяч тегов;

• прямой доступ к архиву *Uniformance PHD* со стороны приложений EPKS через PHD Point Server, например, для работы с лабораторными данными на экранах операторов и/или диспетчеров.

Указанные базовые средства интеграции в настоящее время широко используются инженерами Honeywell при проектировании и эксплуатации систем автоматизации оперативного управления в различных отраслях промышленности.

Следует отметить, что вышеперечисленные новые компоненты ПО EPKS – Uniformance теперь включаются в базовый комплект поставки, благодаря чему дополнительные лицензии для их использования не требуются.

Заключение

Возвращаясь к пирамиде средств промышленной автоматизации (рис. 1), отметим ключевое место, занимаемое в ней РСУ нового поколения EPKS, являющейся платформой систем управления РВ и поставщиком данных для систем управления производством. Рынок требует, чтобы все эти системы могли работать в среде различных РСУ. Однако наиболее эффективно их использование именно в связке с EPKS. В этом случае можно говорить о комплексном решении по автоматизации производства от Honeywell, простирающемся от полевых устройств до элементов корпоративного управления на уровне предприятий.

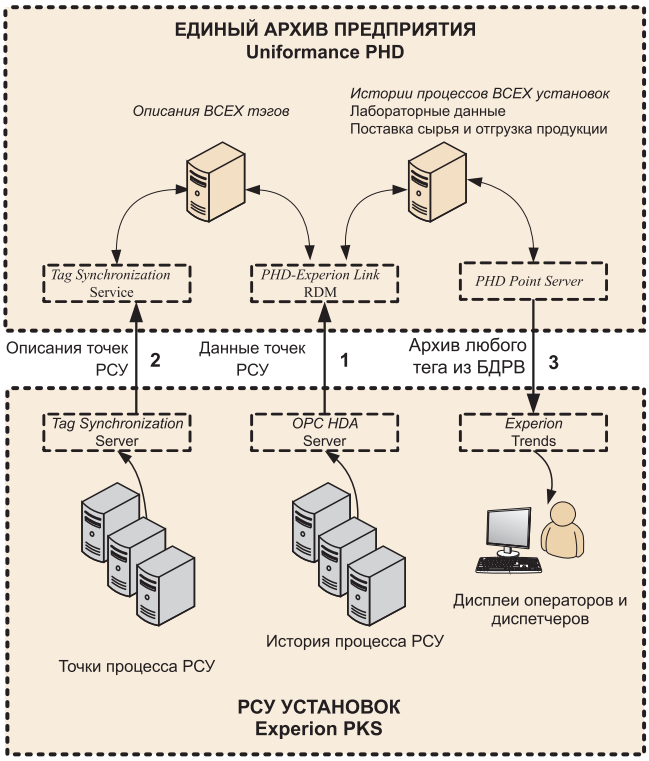

Рис. 8. Взаимодействие между РСУ EPKS и БД РВ Uniformance PHD

Список литературы

1. *Доброскокин А.Ф., Мезенцева С.А., Филатов О.П.* Experion PKS – универсальная платформа промышленной автоматизации // Автоматизация в промышленности. 2011. №8.
2. *Аносов А.А., Ефитов Г.Л., Пузин Д.Г.* Автоматизированная система оптимального управления станцией смешения бензинов на НПЗ // Автоматизация в промышленности. 2010. №4.
3. *Захаркин М.А., Кнеллер Д.В.* Применение методов и средств усовершенствованного управления технологическими процессами (APC) // Датчики и системы. 2010. № 10.
4. *Дозорцев В.М., Крейдлин Е.Ю.* Современные автоматизированные системы моделирования ТП // Автоматизация в промышленности. 2009. № 6.
5. *Гершберг А.Ф., Подъяпольский С.В., Соркин Л.Р.* Компьютерный тренажер для обучения операторов установки каталитического риформинга в ООО "ПО "Киришинефтеоргсинтез" // Там же. 2003. №7.
6. *Дозорцев В.М.* Компьютерные тренажеры для обучения операторов технологических процессов. М.: Синтег, 2009.
7. *Ковард Э.* Объединение технологий динамического моделирования и усовершенствованного управления ТП // Автоматизация в промышленности. 2008. №7.

Аносов Андрей Александрович *– канд. техн. наук, ведущий инженер,*
Бородин Павел Евгеньевич *– ведущий инженер,*
Дозорцев Виктор Михайлович *– д-р техн. наук, руководитель отдела,*
Ефитов Григорий Леонидович *– канд. техн. наук, ст. консультант,*
Кнеллер Дмитрий Владимирович *– канд. техн. наук, руководитель отдела – ЗАО "Хоневелл".*
Контактный телефон (495) 761- 02-09.
E-mail: victor.dozortsev@honeywell.com