



Особенности реализации АСУ ТП стадии непрерывной этерификации в производстве бутилацетата

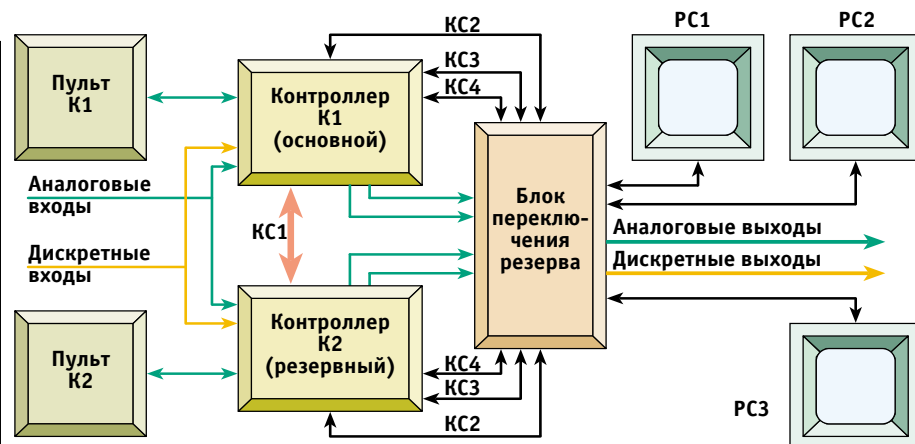
Валерий Брусов, Ольга Зими́на, Михаил Морозовский

Рассмотрены особенности реализации системы автоматизированного управления ТП в условиях нестационарности параметров объекта и наличия транспортного запаздывания.

Введение

Бутилацетат (БА) широко применяется в производстве медицинских препаратов, пластмасс, целлофана, кинофотоленки, искусственных кож, клея, лаков и эмалей. Одним из основных производителей высококачественного БА в России является АО «Дмитриевский химический завод» в г. Кинешма Ивановской области.

Получение БА основано на реакции этерификации уксусной кислоты (УК) бутиловым спиртом (БС) в присутствии катализатора — серной кислоты [1]. Технологический процесс (ТП) стадии непрерывной этерификации имеет достаточно сложное аппаратное оформление, содержащее приемные и напорные баки, подогреватель и испаритель, куб-этерификатор (КЭ), колонну азеотропной ректификации (КР), дефлегматоры и флорентину, а также емкости готового продукта. В общем случае [2, 3] ТП в установленном режиме осуществляется следующим образом. Исходные компоненты УК и БС в заданном массовом соотношении из напорных баков через подогреватель подаются в нижнюю часть испарителя, из которого парожидкостная смесь поступает в КЭ через барботер, погруженный в жидкость. Греющий пар под давлением поступает в змеевики КЭ и испарителя. Пары из КЭ подаются в



Условные обозначения:

КС1 — канал связи для «горячего» резервирования,
КС2-КС4 — каналы связи с рабочими станциями,
PC1-PC3 — рабочие станции оператора.

Рис. 1. Структурная схема АСУ ТП на базе контроллера Ломиконт Л-112

нижнюю часть КР для разделения двойного гетерогенного азеотропа БА и воды от УК. Из верха КР пары БА, БС и воды в виде смеси бинарного и тройного азеотропов направляют в дефлегматор. Далее конденсат разделяется на два потока: одна часть возвращается в верх КР в виде флегмы, а другая направляется во флорентину, где расслаивается на БА и эфироводу. Из низа КР жидкая фаза возвращается в испаритель. Полученный БА и эфировода далее поступают на следующие стадии переработки.

Постановка задачи

Основная цель, которую поставил заказчик, состояла в повышении в 1,5-2 раза производительности стадии непрерывной этерификации и снижении удельного энергопотребления при сохранении заданного качества БА, а также в оснащении ТП современными средствами контроля состояния и оперативного управления.

Работы по созданию АСУ ТП, включая сдачу в опытно-промышленную эксплуатацию, выполнены за период менее 12 месяцев.

Структурная схема АСУ ТП стадии этерификации в производстве БА приведена на рис. 1.

Анализ объекта управления позволил определить необходимость следующих направлений работы:

- создание системы автоматического управления (АСУ) температурой на «контрольной» тарелке внизу КР, которая косвенно характеризует состав парожидкостной смеси при азеотропной ректификации;
- разработка АСУ температурным режимом стадии в условиях изменения нагрузки на испаритель в широком диапазоне, а также действия неконтролируемых возмущений по жидкой фазе из низа КР и давлению греющего пара;
- построение системы управления массовым соотношением компонентов (МСК) УК и БС при значительных колебаниях их концентраций и температур;
- разработка алгоритмов стабилизации расходов УК и БС в заданном соотношении, расходов флегмы и охлаждающей воды, давления греющего пара, давления паров внизу КР, температуры и уровня в КЭ, а также реализация режимов частичного и полного автоматического останова стадии при возникновении аварийных ситуаций;
- для оперативного контроля эффективности ведения технологического процесса должны быть установлены система отображения мнемосхем с динамически изменяющимися параметрами, система регистрации и воспроизведения ретроспективной информации с интервалом хранения данных не менее 2–3 месяцев, система архивации диагностических сообщений с возможностью получения отчетов на дисплее и бумаге.

Аппаратные средства

Для сокращения сроков создания АСУ ТП и уменьшения затрат было предложено применить в качестве низового контроллера Ломиконт Л-112, приобретенный заказчиком ранее.

Так как контроллер не отличается высокой надежностью, основной режим работы контроллера — с дублированием, что поз-

воляет существенно повысить живучесть АСУ ТП.

Общее количество подключаемых к Л-112 сигналов для двух линий непрерывной этерификации включает 110 аналоговых и 60 дискретных входов-выходов.

Для осуществления контроля за состоянием технологического процесса двух линий этерификации и оперативного управления применены рабочие станции (РС) на базе IBM PC совместимых компьютеров, которые размещены вместе с контроллером Л-112 в помещении с кондиционированным воздухом и подключены к источникам бесперебойного питания SMART-UPS (рис. 2).

Система поддерживает до трех рабочих станций, имеющих одинаковые функциональные возможности и ПО. Связь рабочих станций с Л-112 осуществляется через адаптер RS-232 и ИРПС со скоростью 9600 бод. Режим работы РС оперативно устанавливается в одно из двух состояний: командный (К) или информационный (И).

Программное обеспечение

В состав программного обеспечения рабочей станции входят следующие компоненты:

- программы создания и корректировки базы данных АСУ ТП;
- диспетчер задач с программами первоначального запуска и настройки системы «мягкого» реального времени;
- программы настройки систем управления верхнего уровня;
- исполнительные модули подсистем реального времени;
- комплекс средств человеко-машинного интерфейса (ММИ) и обмена информацией с контроллером Ломиконт Л-112.

База данных (БД) РС построена на паспортном принципе и содержит информацию обо всех типах сигналов и

переменных АСУ ТП, к которым имеется централизованный доступ из всех приложений. Кроме типов данных, однозначно связанных с подключаемыми сигналами, в БД в виде отдельных типов определены параметры регуляторов, параметры ручного ввода, вычисляемые значения, а также тренды аналоговых входов.

Диспетчер задач реального времени выполняет первоначальный запуск программного обеспечения АСУ ТП в работу, его «холодный» или «теплый» перезапуск в случае сбоев и остановов, а также вызов на выполнение с заданным интервалом и приоритетом задач реального времени.

Минимальный интервал выполнения задач — 1 секунда. Необходимо отметить, что с целью обеспечения безударного восстановления после сбоев для отдельных типов данных поддерживается режим ведения страховых копий.

Подсистема обмена информацией с контроллером Ломиконт Л-112 обеспечивает ввод информации в РС, а также выдачу управляющих команд. Интервал ввода данных может быть установлен с точностью до тика. Данная подсистема имеет гибкий механизм настройки и работает в режиме обработки прерываний.

Программа первичной переработки информации выполняет традиционные функции по фильтрации и линеаризации сигналов, аппроксимации шкал датчиков, вычислению действительных значений параметров, а также выполнению технологического и аварийного контроля переменных ТП. Необходимо отметить, что дополнительно подсистема контролирует изменение режимов работы оборудования и систем управления, а также формирует в суточном журнале событий диагностические сообщения, которые одновременно поступают в окна аварийных тревог на панелях РС и сопровождаются звуковыми сигналами различной тональности.

Суточные архивы технологических параметров и диагностических сообщений хранятся в отдельных файлах, структура которых соответствует СУБД Paradox фирмы Borland International. Ограничения на количество параметров и длительность хранения накладывает лишь физическая емкость жесткого диска.

Средства человеко-машинного интерфейса в данном проекте представлены комплексом панелей определенной структуры, предназначенным для отображения информации и ведения диалога. В большинстве панелей имеется верхнее и нижнее меню направлений



Рис. 2. Помещение операторов АСУ ТП



Рис. 3. Пример экранной формы, отображающей различные технологические параметры

диалога. Общее количество функциональных клавиш или их комбинаций достаточно велико, причем часть из них могут быть скрытыми. Отображение динамической информации на панелях (рис. 3) производится посредством таких элементов, как значение параметра, семафор, кнопка, панель регулятора, график, столбчатая диаграмма, тренд, поле сигнализации и окно аварийных сообщений.

Кроме автоматически измеряемых параметров, ряд переменных состояния ТП определяется с помощью лабораторных анализов или различных методов вычисления. Информация, поступающая через панель ручного ввода информации, размещается в БД РС и используется в вычислительных процедурах, а также доступна для архивации.

Воспроизведение архивной информации возможно после перехода в панель АРХИВ. Запрос на поиск данных оператор формирует путем выбора из меню типов и имен параметров, которые могут быть представлены в виде таблиц (рис. 4), графиков и других обобщенных форм на дисплей и принтер. Аналогичная панель предназначена для анализа диагностических сообщений.

Реализация систем стабилизации отдельных параметров, каскадных схем с коррекцией и соотношения общим количеством более 20 выполнена в рамках ПО контроллера Ломиконт Л-112 на базе стандартной библиотеки алгоритмов, при этом достигнута

точность управления можно считать удовлетворительной.

Особое внимание было уделено системе управления температурой парожидкостной смеси на выходе испарителя, нагрузкой для которого являются подаваемые исходные компоненты УК и БС, а также жидкая фаза из низа КР. Экспериментальные исследования динамических характеристик испарителя подтвердили наличие нестационарности объекта управления и высокий уровень неконтролируемых возмущений. В этих условиях было решено применить адаптивную систему управления [4], основанную на принципе беспоисковой самонастройки.

Результаты идентификации КР по каналу «расход флегмы — температура на «контрольной» тарелке» выявили его инерционный характер и наличие транспортного запаздывания, превышающего величину наибольшей постоянной времени. Кроме того, изменения нагрузки на стадию и действие неконтролируемых низкочастотных возмущений приводят к нестационарности коэффициента передачи объекта управления. В этой ситуации необходимо применять системы с компенсацией

транспортного запаздывания [5] и самонастройкой канала управления. Цифровое моделирование остановило наш выбор на системе управления для объектов с запаздыванием [6].

Программное обеспечение рабочих станций разработано на языке С++ версии 3.0 фирмы Borland International, Inc.

Заключение

Технологический персонал без видимых затруднений освоил возможные режимы работы АСУ и успешно выполняет производственную программу.

По результатам опытно-промышленной эксплуатации достигнут устойчивый режим работы стадии этерификации с увеличенной в 1,7 раза производительностью и заданным качеством БА. Существенно сокращено потребление греющего пара; выведен из эксплуатации ряд самопишущих приборов.

Дальнейшие пути совершенствования или создания новых АСУ ТП в производстве БА видятся на пути применения более современных контроллеров нижнего уровня в сочетании с качественными программными средствами человеко-машинного интерфейса, работающими под управлением Windows. ●

Литература

1. Чащин А.М., Глухарева М.И. Производство ацетатных растворителей в лесохимической промышленности.— М.: Лесохимическая промышленность, 1984.-240 с.
2. Коган В.Б. Азеотропная и экстрактивная ректификация.— Л.: Химия, 1971.— 439 с.
3. Глухарева М.И., Чащин А.М. Совершенствование технологии производства бутилацетата в лесохимической промышленности // Экспресс-информация «Лесохимия и подсочка».— М.: ВНИИПИЭИлеспром, 1983.— Вып. 4.— С. 1-16.
4. А.с. 1399700 СССР, G 05 В 13/04, 17/02. Адаптивная система управления / В.Г. Брусов и др.— Опубл. 30.05.88, Бюл. № 20.
5. Гурецкий Х. Анализ и синтез систем управления с запаздыванием.— М.: Машиностроение, 1974.- 328 с.
6. А.с. 1280568 СССР, G 05 В 17/00. Система управления для объектов с запаздыванием / В.Г. Брусов и др.— Опубл. 30.12.86, Бюл. № 48.

Рис. 4. Табличное представление архива технологических параметров