



АСУТП СИНТЕЗА РАСТВОРА ДИХЛОПРОПАНОЛОВ ХЛОРИДРОКСИЛИРОВАНИЕМ ХЛОРИСТОГО АЛЛИЛА НА СТЕРЛИТАМАКСКОМ ЗАО "КАУСТИК"

В.В. Авхадеев (ЗАО "Каустик"), А.П. Веревкин (УГНТУ),
В.Н. Горин (ООО "САНАК-1"), Ф.Ф. Зайнетдинов (ЗАО "Каустик"),
А.С. Лернер (ООО "САНАК-1") В.И. Маталинов (ЗАО "Каустик").

Рассматривается постановка задачи автоматического каскадного регулирования подачи щелочи, хлора, хлористого аллила и воды в реакторы синтеза раствора дихлорпропанолов (ДХПов). Предложена структура распределенной АСУТП синтеза ДХПов, освещены технические и программные аспекты разработки, реализованной с использованием SCADA-системы Trace Mode версии 4.23.

Описание объекта управления

ТП синтеза раствора дихлорпропанола (ДХП) хлоридроксилированием хлористого аллила предназначен для получения заданных количеств целевых ДХП из щелочи (20 % раствора NaOH), абгазного хлора с концентрацией 65... 90%, воды и хлористого аллила.

Процесс реализован по непрерывной схеме в виде трех параллельных технологических ниток синтеза ДХП. При этом имеется ряд общих узлов, реализованных в одну нитку.

Синтез раствора ДХП хлоридроксилированием хлористого аллила осуществляется в две химические стадии:

- получение хлорноватистой кислоты с концентрацией не более 25...30 г/дм³ из щелочи, воды и абгазного хлора;
- получение раствора ДХП взаимодействием хлорноватистой кислоты с хлористым аллилом (хлоридроксилирование хлористого аллила).

Каждая из технологических ниток стадии хлоридроксилирования хлористого аллила включает узлы синтеза:

- хлорноватистой кислоты: три параллельно включенных аппарата и один последовательно включенный реактор "связывания" проскочившего хлора;
- узел синтеза ДХП хлоридроксилированием хлористого аллила, последовательно соединен-

ный с узлом синтеза хлорноватистой кислоты: три параллельно включенные технологические нитки и один последовательно включенный реактор—дозреватель для рециркулирования реакционной массы и получения значений pH = 2...5 добавлением HCl;

ТП является пожаро- и взрывоопасным. Категория производственных помещений – В1А.

Постановка задачи управления стадий синтеза раствора ДХП хлоридроксилированием хлористого аллила

Для данного процесса характерно присутствие в реакционной массе побочных хлорорганических продуктов, образование которых вызвано нестабильным ведением режима ТП.

При взаимодействии хлористого аллила с хлорноватистой кислотой важно соблюсти выполнение следующих условий:

- хлорноватистая кислота, получаемая гидролизом хлора, должна иметь pH = 2,5...6,0, т.к. максимум содержания хлорноватистой кислоты в составе других форм активного хлора (хлор, хлорноватистая кислота, гипохлорит-ион и др.) обеспечивается при pH=4,9...5,3;
- необходимо обеспечить режим стационарности pH в процессе синтеза ДХП, т.к. повышение или понижение величины pH от оптимальных условий по содержанию хлорноватистой кислоты в со-

ставе других форм активного хлора ведет к увеличению выхода побочных продуктов;

- необходимо обеспечить достаточный промежуток времени интенсивного перемешивания реакционной смеси для полноты конверсии хлористого аллила;
- получаемый раствор ДХП должен иметь pH < 5,1 для предотвращения протекания побочных реакций образования хлорэфиров и других продуктов.

В то же время, в зависимости от параметров работы оборудования, изменения технологических нагрузок, ряда других показателей, pH и окислительно-восстановительный потенциал системы не остаются постоянными, а изменяются как в сторону повышения, так и в сторону понижения их величины.

Описание причин, вызывающих отклонение ТП от стабильного выполнения:

1. на этапе синтеза хлорноватистой кислоты показателем качества процесса является pH хлорноватистой кислоты. Успешно управлять ТП по одному информационному параметру при наличии нескольких дестабилизирующих факторов практически невозможно. В результате показатель pH хлорноватистой кислоты изменяется в достаточно широких пределах (технологические границы pH = 2,5... 6,0);

2. на этапе хлоридроксилирования хлористого аллила нормируемым параметром является оста-

точная концентрация хлорноватистой кислоты (после роторно-пульсационных аппаратов), а косвенными показателями для целей управления процессом являются рН и окислительно-восстановительный потенциал раствора ДХП;

3. большое значение имеет соотношение массовых расходов хлористого аллила/хлорноватистой кислоты. Измерить массовый расход хлорноватистой кислоты непосредственно также не представляется возможным, из-за ее неустойчивости и химической активности (коррозионной). Вследствие чего, качественный контроль нужного соотношения расходов практически неосуществим. Таким образом, происходит либо увеличение остаточной концентрации хлорноватистой кислоты на выходе стадии сверх нормы, либо происходит "проскок" хлористого аллила, что недопустимо. Очевидно, что потери хлористого аллила повышают производственную себестоимость конечного продукта — эпихлоргидрина и отрицательно сказываются на качестве сточных вод в экологическом аспекте.

Проведение процесса получения ДХП взаимодействием хлористого аллила с хлорноватистой кислотой при температуре 25...40°C, с поддержанием оптимальной величины окислительно-восстановительного потенциала на выходе из системы синтеза ДХП обеспечивает повышение выхода ДХП за счет высокой степени селективности взаимодействия хлористого аллила с хлорноватистой кислотой и сокращения числа вторичных реакций в готовом растворе ДХП.

Высокая селективность взаимодействия хлористого аллила с хлорноватистой кислотой достигается созданием величины рН хлорноватистой кислоты, обеспечивающей максимальное содержание хлорноватистой кислоты в составе других форм активного хлора.

Сокращение числа вторичных реакций в готовом растворе ДХП обеспечивается поддержанием величины окислительно-восстановительного потенциала на выходе из

системы синтеза ДХП в пределах 700...1200 мВ.

Избыток хлора, используемого на получение раствора хлорноватистой кислоты, к хлористому аллилу в количестве (1,01...1,05):1,00 моль/моль обеспечивает полноту конверсии хлористого аллила.

Концентрация хлорноватистой кислоты в ее водном растворе 15...30 г/дм³ обеспечивает температурный режим в пределах 25...40°C, предотвращающий вскипание хлористого аллила и его выделение в газовую фазу.

Получение значения рН = 2...5 в готовом растворе ДХП способствует смещению равновесия в системе равновесия активного хлора, в которой минимизируется его содержание в форме гипохлорит-иона, существующего при рН > 5,1.

Основной задачей разрабатываемой АСУ стадией синтеза раствора ДХП хлоргидроксилированием хлористого аллила является повышение выхода ДХП, его качества, а также снижение потерь хлористого аллила за счет высокоточного регулирования соотношения расходов щелочь/вода, щелочь/хлор, щелочь/хлористый аллил с коррекцией по концентрации хлора в абгазном хлоргазе.

Технический результат данного инженерного решения выражается в том, что с повышением выхода ДХП сокращается число побочных хлороорганических продуктов на единицу готовой продукции и повышается их качество за счет снижения содержания продуктов побочных окислительно-восстановительных процессов ДХП, сокращение образования 1, 3-дихлорпропанов, 1, 2, 3-трихлорпропана и тетрахлорпропиловых эфиров в конечном продукте синтеза.

Указанный технический результат при внедрении АСУ стадией синтеза раствора ДХП хлоргидроксилированием хлористого аллила достигается тем, что при существующем способе получения ДХП взаимодействием хлористого аллила с хлорирующим агентом процесс ведется в оптимальных условиях по рН, температуре, мольному соот-

ношению реагирующих компонентов и окислительно-восстановительным свойствам системы, которые предполагают проведение процесса при температуре 25...40°C с подачей хлорноватистой кислоты с концентрацией не более 30 г/л и рН=2,5...6,0, полученной взаимодействием хлора с водным раствором гидроксида натрия.

Кроме того, АСУ стадией синтеза раствора ДХП хлоргидроксилированием хлористого аллила должна обеспечить безопасность ведения ТП.

Структура и технические средства АСУ стадией синтеза раствора ДХП хлоргидроксилированием хлористого аллила

АСУ, структура которой приведена на рис. 1, представляет собой иерархическую двухуровневую распределенную систему. Нижний уровень АСУТП включает две подсистемы:

- контроля и автоматического регулирования параметров;
- сигнализации и противоаварийной защиты (СПАЗ) процесса при отклонении параметров за допустимые границы (с точки зрения критериев безопасности данная подсистема дублирована).

Подсистема автоматического регулирования выполнена на базе промышленных контроллеров Ремиконт Р-130, объединенных в две локальные сети Транзит. Сеть Транзит N1 включает четыре контроллера, управляющие работой ниток А, В и D, а также санитарной колонной С. Сеть Транзит N2 включает два дублированных контроллера СПАЗ и три контроллера, управляющие работой входных потоков стадии, а также узлом экстракции хлороорганической фазы из реакционного раствора. Каждая сеть через шлюз по линиям последовательной интерфейсной связи связана с АРМ верхнего уровня АСУТП. Очевидно, что использование дублированного АРМ подразумевает дублирование шлюзов. Подсистема СПАЗ выполнена на базе промышленных контроллеров Ремиконт Р-130.

Промышленные контроллеры нижнего уровня Ремиконт Р-130 обеспечивают сбор и первичную обработку информации от датчиков, а также контроль и автоматическое регулирование технологических параметров с индикацией значений параметров на лицевой панели Р-130.

Контроллеры Р-130 обеспечивают возможность управления процессом (изменяя величину задания или сигнал на регулирующий клапан) с помощью клавиш лицевой панели. Кроме этого, используя пульт настройки Р-130, возможно изменение параметров настройки регуляторов (коэффициента пропорциональности, постоянной интегрирования, коэффициента дифференцирования).

На верхнем уровне АСУТП на базе двух ПК типа IBM PC в обычном исполнении организуются дублированные АРМ операторов-технологов, с которых в РВ должны выполняться функции контроля и управления стадией синтеза водного раствора дихлоргидринов глицерина, а также функции архивации текущей информации и ее обработки за отчетные (заданные) периоды времени.

Ввод АСУТП стадии синтеза ДХП в промышленную эксплуатацию осуществляется в два этапа. На первом этапе выполнено проектирование алгоритмического и программного обеспечения и ввод в эксплуатацию автоматизированной системы регулирования, реализованной на промышленных контроллерах Ремиконт Р-130 (нижний уровень АСУТП синтеза ДХП).

На втором этапе – ввод в эксплуатацию системы в целом, включая СПАЗ и верхний уровень АСУТП синтеза ДХП.

Для реализации информационных и управляющих функций верхнего уровня проектирование АСУТП осуществляется в рамках отечественной SCADA-системы Trace Mode фирмы Adastra Research Group, Ltd., вер. 4.23.

Для обеспечения функционирования мониторов РВ Trace Mode вер. 4.23 ПК, входящие в состав АРМ,

должны быть совместимы с IBM PC AT и иметь: оперативную память 16 Мб; объем "верхней" памяти не менее 93 Кб; монитор SVGA с объемом памяти видеоплаты не менее 1 Мб; диск-вод жесткого диска не менее 540 Мб; манипулятор типа мышь; стандартную клавиатуру 101/102.

Использование инструментальной системы Trace Mode для создания "верхнего" уровня АСУТП в рамках данного проекта представляется наиболее рациональным, этот выбор обусловлен следующими факторами:

- относительной простотой проектирования с помощью данного программного пакета;
- наличием встроенной поддержки системой связи с внешними контроллерами Р-130;
- непрерывным совершенствованием самой системы Trace Mode с расширением ее функций и обеспечением доброжелательного взаимодействия (инженерной поддержки и консультаций) фирмы с разработчиками АСУТП;
- невысокой стоимостью всей инструментальной системы, а также невысокой ценой одного канала регулирования;
- простотой наращивания и последующей модернизации всего проекта в целом;
- в настоящее время в рамках ЗАО "Каустик" функционируют несколько АСУТП, "верхний" уровень которых создан при использовании пакета Trace Mode;
- наличием на предприятии квалифицированного персонала, способного разработать "верхний" уровень АСУТП в рамках инструментальной системы Trace Mode.

Общая характеристика информационной нагрузки АСУТП синтеза раствора ДХП: число контролируемых параметров – 201; число входных каналов: аналоговых от датчиков и первичных преобразовате-

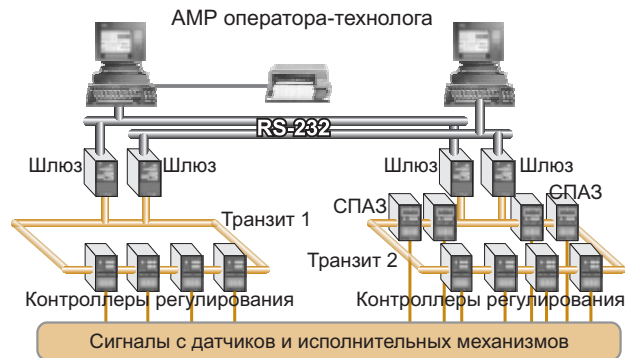


Рис. 1. Структурная схема АСУТП стадии синтеза ДХП.

лей – 70; дискретных от концевых выключателей отсечных клапанов – 12; дискретных от магнитных пускателей насосов – 21; дискретных от кнопок центрального пульта – 5; число выходных каналов аналогового регулирования – 25; число выходных дискретных каналов – 6.

На мониторах АРМ возможность сигнализации отклонений от технологических границ обеспечена для всех контролируемых параметров. Кроме сигналов от датчиков и преобразователей на специализированных экранах АРМ (предназначенных только для инженеров-электронщиков) осуществляется контроль и индикация переменных, коэффициентов и констант на входах/выходах алгоблоков в алгоритмической структуре промышленных контроллеров Ремиконт Р-130 и обеспечивается возможность их изменения в РВ.

В целом, реализуемые на АРМ верхнего уровня АСУ функции можно классифицировать по шести классам:

- индикация параметров ТП (в цифровой и графической форме) и сигнализация нарушений режима;
- управление из кадра (с экрана) ТП, реализуемое через промышленные контроллеры нижнего уровня АСУТП;
- визуализация работы контуров регулирования;
- ведение архивов всех параметров с предоставлением данных в виде архивных трендов (как наиболее наглядной формы отображения);
- ведение архивного протокола работы СПАЗ;
- управление переходом по экранам (кадрам).

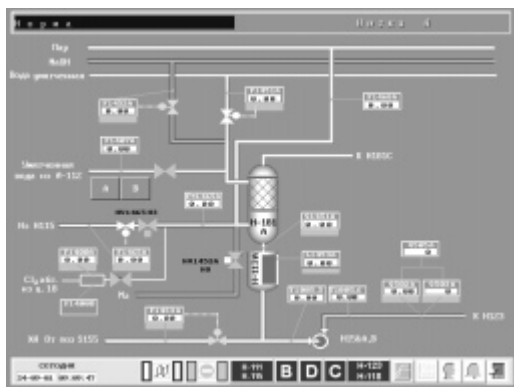


Рис. 2. Мнемосхема технологической нитки А.



Рис. 3. Обзорный кадр.

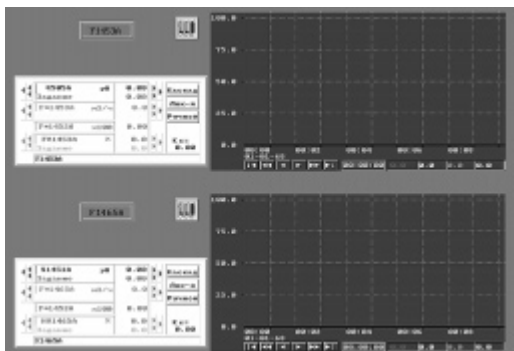


Рис. 4. Кадр "Контур регулирования".

При этом обеспечивается выполнение с АРМ соответствующих функций оператора-технолога:

- контроль текущих значений технологических параметров и наличия нарушений режима (срабатывания систем сигнализации и блокировок);
- управление из кадра (с экрана) величиной задания (каскадного и локального) регуляторам, величиной управляющего воздействия на клапан;
- возможность вызова на текущий экран любого необходимого информационного кадра для контроля и управления соответствующим узлом стадии синтеза ДХП.

На отдельных экранах АРМ предусмотрена дополнительная функция распечатки информации на принтере по требованию оператора – технолога.

Для удобства реализации общих функций АРМ оператора-технолога при разработке "верхнего" уровня АСУТП в инструментальной системе Trace Mode было принято разделение поля всех экранов на три области:

1. заголовок экрана, включающий: название кадра и строку протокола контроля параметров в рамках технологических границ (индицируется шифр параметра, вышедшего за технологические границы);

2. рабочая область (мнемосхема, обзорная таблица, кадр с панелями регуляторов, тренд, архивный тренд или протокол работы СПАЗ);

3. область системного меню с иконками для перехода в необходимую группу кадров, индикаторы текущей даты и времени, а также кнопки проверки звука и квитирования сигнализации.

Кроме того, идентичные узлы стадии синтеза ДХП на мнемосхемах АРМ отображаются идентично (технологические нитки А, В и D). Данное техническое решение делает эксплуатацию АРМ оператора – технолога удобной, а мнемосхемы – интуитивно понятными (рис. 2).

На экранах АРМ верхнего уровня АСУТП реализуются следующие типы информационных кадров: заставка АСУТП, мнемосхемы, обзорные кадры, кадры группового управления, текущие и архивные тренды, кадры "контур", просмотр журнала отчета тревог (протокол работы СПАЗ), специализированные экраны для инженеров электронщиков (доступ ограничен).

Кадры мнемосхем содержат схемы отдельных узлов процесса с

указанием взаимосвязи контуров регулирования параметров.

На мнемосхемах осуществляется полная индикация и сигнализация параметров, подразумевающая:

- индикацию в динамике полного шифра и текущего значения параметра в виде десятичного числа с плавающей запятой в физических единицах;
- сигнализацию изменением цвета выхода параметра за технологические границы.

Обзорные кадры представляют информацию о значениях и состоянии всех контролируемых и регулируемых технологических параметров по стадии, относящихся к данному АРМ (рис. 3).

Кроме этого, из кадров мнемосхем возможен выбор контура регулирования, управление которым осуществляется с использованием специальной панели. В рамках данного проекта используются панели двух типов: для одноконтурного регулятора и каскадного регулятора соотношений величин. На панели одноконтурного регулятора обеспечена возможность управления величиной задания регулятору, возможность переключения контура управления из автоматического режима на ручной и непосредственное управление величиной сигнала на клапан. На панели каскадного регулятора соотношений отображаются значения ведущей, ведомой и корректирующей величин (с соответствующими заданиями), коэффициент соотношения, а также задание на клапан и сигнал с клапана. Предусмотрены возможности управления величинами заданий регулятору, переключения контура управления между каскадным, локальным и ручным режимами. Любое изменение одного из параметров контура регулирования регистрируется на оперативном тренде. Пример кадра "Контур" приведен на рис. 4.

Кадры "текущие тренды" и "архивные тренды" представляют графики изменения во времени текущих или архивных значений семи параметров (в %) с их идентификацией цветом и стилем линий, а также индикацией значений пара-

метров по визиру в физических единицах. Между собой кадры "текущие тренды" и "архивные тренды" абсолютно идентичны, что делает их использование более удобным. Имеется возможность вывода архивных трендов на принтер.

Кадр "Журнал отчета тревог" представляет собой протокол работы СПАЗ, в котором фиксируются дата, время, шифр заблокированной позиции, сообщение для оператора—технолога, время квитирования (снятия звуковой сигнализации).

Остальные типы кадров АРМ располагаются на отдельных экранах. В их число входят специализированные кадры, предназначенные для инженеров электронщиков. Дан-

ные кадры осуществляют функции отладки базы каналов, а также ведение статистики по ошибкам, связанным с информационным обменом между АРМ и контроллерами.

Характеристика разрабатываемого проекта АСУ стадией синтеза раствора ДХП: используемое число экранов — 67; общее число каналов в базе каналов — 900.

Заключение

Внедрение АСУ стадии синтеза раствора ДХП позволило: снизить потери хлористого аллила; повысить выход ДХП; сократить число побочных хлорорганических продуктов на единицу готовой продукции; повысить качество получаемо-

го раствора ДХП, за счет снижения содержания продуктов побочных окислительно-восстановительных процессов ДХП, сократить образование хлорорганических примесей в конечном продукте синтеза. Кроме того, сокращение потерь хлористого аллила и числа побочных хлорорганических продуктов положительно сказывается на качестве сточных вод в экологическом аспекте.

Очевидно, что следующий этап оптимизации — математическое моделирование данного процесса синтеза с последующим внедрением полученной динамической модели в функционирующую АСУТП позволит существенно повысить вышеперечисленные показатели.

Работа выполнена силами экспериментальной лаборатории АСУТП ЗАО "Каустик" (г. Стерлитамак) совместно с ООО "САНАК-1" (г. Москва).

Авхадеев В.В. — ведущий инженер по автоматизации ЗАО "Каустик",

Веревкин А.П. — д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой АХТП Уфимского государственного нефтяного технического университета, Горин В.Н. — канд. техн. наук, ген. директор,

Лернер А.С. — канд. техн. наук, зам. ген. директора ООО "САНАК-1", Зайнетдинов Ф.Ф. — главный метролог,

Маталинов В.И. — зам. начальника производства №3 ЗАО "Каустик".

Контактные телефоны: (3473) 20-64-12, 29-26-29.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ САПР АСУТП

С.А. Баталов

(Уфимский технологический институт сервиса)

Рассматривается общесистемный подход к разработке САПР АСУТП как интегрированного производственного комплекса. Показано, что реализация предложенного подхода ведет к повышению уровня автоматизации ТП на стадиях проектирования и эксплуатации.

Разработка промышленной системы автоматизированного проектирования (САПР) АСУТП в области пищевой промышленности обусловлена необходимостью внедрения интегрированных производственных комплексов [1] с целью быстрой переориентации ассортимента и цен выпускаемой продукции в соответствии с требованиями рынка. Решение такой задачи связано с автоматизацией большого числа основных и вспомогательных производственных процессов. В работе использован общесистемный подход, базирующийся на использовании объектно-ориентированного метода создания САПР АСУТП на микро-, макро- и системном уровнях. При оформлении технического задания и проектного решения в соответствии с характеристиками объекта проектирования была выявлена необходимость интеграции систем локальной автоматики на модернизируемых производствах и вновь вводимых в эксплуатацию АСУТП с децентрализованной топологией.

К настоящему времени сформировалась тенденция использования компьютерных средств в составе АСУТП и интегрированных АСУ (ИАСУ), например ПТК Машинист, Диспетчер, Интегратор, АСОДУ предприятия, Оперативно-технический сервер данных [2, 3, 4].

Однако, такие узкопрофильные пакеты программ не отвечают в полной мере требованиям основополагающих принципов создания АСУТП и ИАСУ, сформулированным впервые академиком В.М. Глушковым (принципы системности, развития, совместимости, стандартизации и модификации, эффективности). В частности, терминология принципа системности создания сложных систем трактуется здесь в понятиях системных средств применяемой вычислительной техники, чем отвергается необходимость микро- и макро-анализа в процессе создания системы во взаимосвязи с объектом управления. Кроме этого, принцип модификации автоматизированных