



## АСУ в сахарном производстве

Микропроцессорная система управления станциями сокодобывания и сокоочистки обеспечила Ждановскому сахарному заводу (Винницкая область) повышение производительности технологического оборудования и качества «сладкой продукции»

Сидлецкий В. М., Швед С. Н.,  
Кушков В. Н.

# Процесс в деталях

Процесс получения сока диффузионным способом состоит в противоточном высолаживании нарезанной стружки сахарной свеклы горячей водой. При этом сахара и часть несахаров постепенно переходят в воду. Экстракция сахара из свеклы осуществляется в непрерывно действующих аппаратах, среди которых наиболее часто применяются колонные, наклонные двухшнековые и ротационные диффузионные конструкции. Типовая колонная диффузионная установка содержит высолаживатель, ошпариватель, подогреватели сока и оборудование подготовки воды.

Для станции сокоочистки очень важен технологический режим, от которого зависит доброкачественность сиропа при уваривании диффузионного сока (ДС). При повышении доброкачественности очищенного сока на одну единицу можно получить дополнительно 0,2—0,25 % сахара от массы свеклы, поступающей на переработку. Для получения высокого эффекта очистки ДС необходимо выделить несахара из сока, максимально использовать адсорбционное свойство

частиц карбоната кальция, быстро отделять созданный осадок.

Технологическая схема процесса очистки включает преддефекацию, холодно-горячую дефекацию, сатурацию с последующей фильтрацией сока, дефекацию перед 2-й сатурацией, 2-ю сатурацию с фильтрацией и сульфитацию.

### Задачи контроля и управления

При работе установки необходимо поддерживать оптимальные значения качественных показателей, в частности концентрацию сухих веществ в ДС и количество сахара в жоме. Непосредственное управление этими параметрами невозможно, поэтому возникает необходимость их регулирования путем изменения косвенных параметров, к которым относятся показатели материального баланса, теплового режима, нагрузки аппаратов. На станции требуемый режим обеспечивается за счет введения следующих контуров:

- контроля и управления расходом стружки по ленточным весам, установленным на транспортере;
- стабилизации производительности свеклорезок;
- поддержания уровня сока в колонне;
- стабилизации откачки ДС;
- регулирования откачки сока из колонны;

- контроля содержимого сухих веществ ДС на выходе из ошпаривателя;
- стабилизации температуры питательной воды и циркуляционного сока, за счет которой достигается необходимый температурный режим;
- контроля pH сока в колонне;
- измерения перепада давления на ситах колонны и ошпаривателя;
- определения удельной нагрузки на электродвигателях приводов ошпаривателя и колонны.

Автоматизированная система управления (АСУ) станции сокоочистки выполняет следующие задачи:

- стабилизацию расходов сока на первую и вторую сатурации, в зависимости от расхода диффузионного сока на производство и с учетом уровней в холодном дефекаторе и сборнике фильтрованного сока первой сатурации;
- регулирование соотношений расходов циркуляционного сока 1-й сатурации к расходу сока на производство, общего расхода известкового молока к расходу сока на производство, расхода известкового молока на 2-ю сатурацию к расходу сатурируемого сока;
- стабилизацию pH сока на конечной ступени преддефекации;
- регулирование подачи газа в сатуратор 1А по разомкнутой схеме в

#### ANNOTATION

Microprocessor control system for juice production and purification stations

связи с неинформативностью значения рН с учетом расхода сатурируемого сока:

- стабилизацию рН соков 1-й и 2-й сатураций воздействием на расход сатурационного газа;
- регулирование давлений сатурационного газа в коллекторе и перед форсунками на 2-й сатурации;
- регулирование температур сока перед 1-й и 2-й сатурациями, а также перед фильтрацией сока 1-й сатурации;
- контроль уровней во всех сборниках отделения и буферных сборниках примыкающих участков процесса;
- контроль концентрации содержания  $CO_2$  в сатурационном газе.

На каждой станции АСУ выполняет следующие функции:

- принятие и последующую обработку сигналов от датчиков температуры, давления, уровня, расхода, концентрации, величины рН;
- реализацию рабочих алгоритмов, алгоритмов аварийных ситуаций, подачу управляющих сигналов на соответствующие исполнительные механизмы;
- контроль состояния приводов оборудования;
- требуемые блокировки при управлении оборудованием;
- передачу диагностирующей информации, сигналов с датчиков и исполнительных механизмов на операторскую станцию;

## SCADA-системы на украинском рынке

Наименование SCADA-системы	Компания-разработчик	Поставщик в Украине
Genesis32	Ionics (США), <a href="http://www.ionics.com">www.ionics.com</a>	«Логикон», <a href="http://www.logicon.ua">www.logicon.ua</a>
Citect	Citect (Австралия), <a href="http://www.citect.com">www.citect.com</a>	«КСК-Автоматизация», <a href="http://www.csc-a.com.ua">www.csc-a.com.ua</a>
EFACTION md	«РАУТ-автоматик» (Украина), <a href="http://www.raut-automatic.kiev.ua">www.raut-automatic.kiev.ua</a>	«РАУТ-автоматик», <a href="http://www.raut-automatic.kiev.ua">www.raut-automatic.kiev.ua</a>
InTouch	Wonderware (США), <a href="http://www.wonderware.com">www.wonderware.com</a>	«Клинкманн Украина», <a href="http://www.klinkmann.kiev.ua">www.klinkmann.kiev.ua</a>
iFix	Intellution (США), <a href="http://www.gefanuautomation.com">www.gefanuautomation.com</a>	«ИндаСофт», <a href="http://www.indusoft.ru">www.indusoft.ru</a>
Trace Mode	AdAstra (Россия), <a href="http://www.adastra.ru">www.adastra.ru</a>	«АдАстра Украина», <a href="http://www.adastra.ru">www.adastra.ru</a>
MoviconX	Progea (Италия), <a href="http://www.progea.com">www.progea.com</a>	«СВ Альтера», <a href="http://www.svaltera.kiev.ua">www.svaltera.kiev.ua</a>
Master SCADA	«ИнСат» (Россия), <a href="http://www.insat.ru">www.insat.ru</a>	«Логикон», <a href="http://www.logicon.ua">www.logicon.ua</a>
WinCC	Siemens AG (Германия), <a href="http://www.siemens.com">www.siemens.com</a>	«Сименс Украина», <a href="http://www.siemens.ua">www.siemens.ua</a>

- оперативный централизованный контроль в режиме реального времени и вывод информации о ходе технологического процесса в графической форме;
- предупредительную и аварийную сигнализацию об отклонениях измеренных или расчетных значений технологических параметров от допустимых пределов;
- контроль ввода оператором заданий и уставок с целью предотвращения возможных ошибок;
- прием от оператора команд управления исполнительными механизмами в дистанционном режиме работы со щита;
- формирование и отображение архивной информации о параметрах технологического процесса, состоянии оборудования и сигналах управления;

- архивирование значений технологических параметров работы оборудования, ведения протокола нарушений и технологического журнала работы системы и действий оператора.

АСУ представляет собой трехуровневую иерархическую систему (нижний уровень — датчики и исполнительные механизмы, средний — контроллер, коммутационная аппаратура, преобразователи для двигателей постоянного и переменного тока, верхний — АРМ оператора).

АСУ обеих станций — интегрированная система, отвечающая принципам унификации и взаимозаменяемости, в которой согласованы следующие характеристики компонентов:

- механические (физические размеры);
- электрические (частота и уровень сигналов, питания, кабели);
- информационные (коммуникации, мониторинг управления);
- функциональные (решаемые задачи).

Все элементы системы смонтированы в промышленных монтажных шкафах, на передних панелях которых размещены элементы оперативного управления.

### Средства управления объектом

При проектировании системы была предусмотрена возможность перехода с автоматического режима на ручной и обратно, причем переход на автомат должен был быть безударным. Возможность перехода реализована со щита управления диффузией с помощью вторичных приборов фирмы «Микрол», со щита управления сокоочисткой — с помощью индикаторов и пневматических панелей производства ДП «Сахавтомат инж.», а также из SCADA-системы, установленной на рабочих станциях оператора.

### ПОДРОБНОСТИ

## Средства взаимодействия с объектом

Все датчики, исполнительные механизмы и преобразователи, используемые в системе, представляют собою серийные компоненты и имеют унифицированные сигналы 4–20, –20 мА, 20–100 кПа.

Для измерения разницы давлений и уровня вязких, агрессивных и загрязненных сред (сокогруженная смесь, сульфитированная вода) применяются датчики давления компании KovoId внешней мембраной (о сенсорах этой фирмы читайте в «ДИТ» № 4/2007 на с. 38).

Датчики температуры — термометры сопротивления ТСП производства АОЗТ «Тера».

рН-метрия выполняется датчиками и вторичными приборами, выпускаемыми ООО «ВП Ди-С» (Обухов).

Концентрация  $CO_2$  контролируется оптическим анализатором 122ФА01 С-М, производимым «Современные оптические технологии» (Киев) базе разработки НИИ «Украналитприбор».

Расходомеры — производства компаний Siemens и Endress+Hauser (а также уже эксплуатируемые на предприятии).

Для измерения напряжения и тока на двигателях постоянного тока свеклорезок, приводов колонны, ошпаривателя и насосов сокоотружки используются преобразователи постоянного напряжения (0–440В/4–20мА) и трансформаторы тока (0–100А/4–20мА) фирмы «Микрол» (Ивано-Франковск).

Исполнительные устройства — пневматические механизмы МИП и ПСП.

Для регулирования скорости двигателей приводов постоянного тока применены заводские тиристорные преобразователи.

Для плавного регулирования скорости асинхронных двигателей установлены частотные преобразователи 8200 Vector фирмы Lenze.

С помощью 2 унифицированных аналоговых выходов на частотном преобразователе обеспечена возможность контроля силы тока и напряжения на входе двигателя (при необходимости можно контролировать и частоту). При этом отпала необходимость в использовании преобразователей постоянного напряжения и трансформаторов тока, которые применялись для двигателей постоянного тока.

Для автоматического управления системой использован контроллер фирмы VIPA с процессором SPEED7. В нем выполнение операции с плавающей запятой занимает 0,084 мкс, а операция над битом или словом — 0,014 мкс. Благодаря этому время цикла ПЛК может составить всего 100 мкс.

Процессор поддерживает систему инструкций S7-300/S7-400 (Siemens) и может быть запрограммирован как с помощью ПО WinPLC7 (VIPA), так и с помощью STEP7 (Siemens).

Программа управления процессом написана с помощью ПО WinPLC7, который значительно дешевле, чем STEP7. В программе можно использовать до 1024 функциональных блоков, до 1024 функций и до 2047 блоков данных (при написании программы возможно формирование комментариев на русском, украинском, английском языках).

Процессорный модуль имеет RAM+FLASH-память от 256 КБ до 2 МБ (в проекте карточка расширения памяти не использовалась, хотя такая возможность существует). Система построена по модульному принципу, модули System 300 (VIPA) механически полностью идентичны модулям S7-300 и могут использоваться с ними в одной стойке на одной линейке. Модули рас-

ширения также допускают прямую взаимозаменяемость с однотипными модулями S7-300 (взаимозаменяемость определяется по каталогу — каталожные индексы модулей совпадают посимвольно). Инженерам, знакомым с SIMATIC S7, не требуется много времени для изучения нового оборудования.

Одной из важных особенностей процессоров SPEED7 является поддержка открытых интерфейсов (Ethernet и Profibus-DP master/slave), широко применяемых в промышленности. Это дает возможность подключать дополнительные аппаратные средства и облегчает интеграцию отдельных производственных участков в информационную сеть предприятия.

Данные контроллера передаются на компьютер с установленной SCADA-системой посредством OPC-сервера компании VIPA.

При создании системы автоматизации на одной станции необходимо было установить 15 модулей расширения, а на второй станции — 10 модулей. К особенностям этой системы можно отнести то, что каждый ПЛК размещен на одной стойке. Чтобы создать такую же систему на S7-300, необходимо использовать модули IM360, IM361 или IM365 (допускается на стойке до 8 модулей), при ис-

пользовании контроллера SPEED7 в этом нет необходимости (допускается использовать до 32 модулей на одной стойке). В целом, если сравнить с однотипным процессором от Siemens, производительность контроллеров VIPA выше в 15 раз, а цена ниже на 20—30 %.

На базе программного пакета Genesis32 разработан человеко-машинный интерфейс, позволяющий контролировать технологический процесс, а также одновременно управлять узлами и механизмами на всех стадиях работы. На экране монитора можно контролировать все технологические параметры, включая скорости вращения трубовалов и насосов, управляемых частотными и тиристорными преобразователями. Для отображения аварийных сообщений используется графическая диагностика. С помощью дисплейной мнемосхемы оператор может выбрать технологический режим. Кроме того, на экране отображаются данные производственной статистики и анализа работы.

**Система управления станциями диффузии и сокоочистки позволяет:**

- стабилизировать расход стружки при автоматическом управлении свеклорезками и контроле уровней в бункере;
- рационально проводить подготовку питательной воды;
- эффективно управлять гидродинамическим и температурным режимами;
- оптимизировать технологический процесс;
- обеспечить ритмичность подачи сокового потока и согласовать производительность отделений с производительностью смежных отделений;
- повысить надежность системы;
- осуществлять удобное управление процессом и производить анализ работы станции.

При введении в эксплуатацию АСУ экономический эффект достигается за счет:

- повышения производительности диффузионной установки;
- увеличения содержания сахара в ДС;
- повышения эффекта очистки сока и его фильтруемости;
- сокращения потерь сахара на участке очистки и последующих участках производства;
- снижения расхода энергии, извести, сатурационного газа. **АТ**

**ПОДРОБНОСТИ**

**Системные коммуникации**

Коммуникации SPEED7 соответствуют технологиям SIMATIC. Используемый при создании проекта процессорный модуль CPU 315-4NE11 компании VIPA имеет встроенные коммуникационные средства MPI, Profibus DP-мастер и Industrial Ethernet в качестве стандартных. Один порт Ethernet служит для связи с программаторами и средствами операторского интерфейса, второй поддерживает протоколы TCP/IP, UDP, ISO-on-TCP с RFC1006.

В реализованном проекте первый порт используется для конфигурирования, программирования, наладки и диагностики контроллера с помощью WinPLC7 (версии 3.55) в режиме on-line, второй — для двух групп соединений: связь с программой SCADA/HMI Genesis32 (версии 7) через VIPA OPC Server и с контроллером-партнером через S5-совместимые коммуникации на транспортном протоколе TCP/IP.

При первом запуске порт CPU не имеет IP-адреса и маски подсети. Присвоение производится через аппаратную конфигурацию с помощью «минимального проекта» и пересылки его через MMC или MPI.

В процессе конфигурирования сети инструмент WinPLC7 сам формирует значения

большинства элементов: наименования соединений, идентификаторы S7-подсетей, соединений и передаваемых блоков, адреса портов (которые изменять нет особой необходимости). «Вручную» требуется настроить IP-адреса, отследить соответствие конфигурации партнера и установить один из трех возможных режимов соединения:

- пассивная форма выборки (данные запроса) позволяет системе партнера запрашивать данные CPU (партнер имеет прямой доступ к областям памяти сервера);
- пассивная форма записи (данные записи) позволяет системе партнера записывать данные в область данных CPU (партнер имеет прямой доступ к областям памяти сервера);
- послать/получить — этот режим позволяет программе управлять коммуникацией к CPU или прикладной программе партнера через сформированное подключение.

При взаимодействии с контроллером-партнером ПЛК нуждается лишь в библиотечных функциях VIPA AG\_SEND и AG\_RECV для пересылки-приема данных и в соответствующей программной поддержке.