



### АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА НЕПРЕРЫВНОГО ДОЗИРОВАНИЯ ШИХТЫ

**Б.А. Святлов, Н.П. Головачев, О.Е. Привалов,  
В.А. Трапезин, А.В. Плетнев, С.В.Хлыст,  
В.И. Гонтарь, П.А. Пшеничников (Аксуский завод ферросплавов)**

*В ходе модернизации систем непрерывного дозирования шихты, функционирующих на Аксуском заводе ферросплавов (АЗФ), НПП "Томская электронная компания" совместно с ЗАО "Сибтензоприбор" создали технологическую линию дозирования и комплектную АСУТП для дозирочного отделения 3 (ДО-3) цеха №1 АЗФ с применением оборудования компании Schneider Electric. Рассмотрены основные технические решения, заложенные при реализации данной системы, структура АСУТП и преимущества для пользователей, полученные в результате использования системы.*

На Аксуском заводе ферросплавов (АЗФ) в ДО-3 длительное время эксплуатировалась система дозирования шихты, состоявшая из 18 тензометрических дозаторов порционного типа "4312 Д1". Механическое оборудование системы технически и морально устарело, имело большой процент износа и требовало капитального ремонта. Наличие промежуточного взвешивающего бункера в дозаторах порционного типа требовало двойной пересыпки материала, что ограничивало производительность дозирования, особенно для плохо сыпучих и вязких компонент шихты. Выполнение поставленной задачи оказалось невозможным без полной модернизации механической части весодозирующего оборудования и системы управления. Из анализа информации по системам дозирования следует, что более производительными являются дозаторы непрерывного действия по отношению к порционным.

В процессе эксплуатации были выявлены недостатки работы систем непрерывного дозирования, реализованные на базе рычажных дозаторов консольного типа "4195 Пр":

а) малый динамический диапазон и нестабильность регулировки потока шихты с помощью электровибратора и переходного лотка, вследствие чего возможны неуправляемые процессы залипания на переходном лотке вязких компонент и самотек хорошо сыпучих материалов, что затрудняет поддержание заданных соотношений компонент; ограничивает производительность дозатора;

б) большой механический гистерезис измерений веса по причине большой массы рычажной системы дозатора;

в) не всегда выдерживаемое точное расположение подающего лотка относительно конвейера для подачи шихты в область точки опоры весов;

г) периодический выход из строя катушек и ярма вибраторов из-за больших нагрузок, ремонт которых не всегда выполним в условиях завода;

д) высокий уровень шума и запыленности при работе дозатора, что не соответствует требованиям современного производства;

е) системы управления дозаторами "4195 Пр" в свою очередь обладает рядом недостатков:

- реализована на аналоговых электронных компонентах и электромеханических устройствах, предназначена для управления непосредственно дозаторами и не допускает изменений или внесения в нее новых функций;
- отсутствует возможность ввода/вывода информации из системы управления для использования;
- дрейф нуля аналоговых устройств управления дозаторами требует регулярного проведения тарирования;
- отсутствуют функции контроля работоспособности устройств и действий оператора;
- громоздкая схема управления автоматике дозирования реализована на электромагнитных реле и имеет малую надежность.

При создании технологической линии дозирования необходимо было решить задачи:

а) автоматически обеспечить необходимую точность соотношения компонент отгружаемой шихты (до 1%), заданного в рецепте, в режимах прерывистой и непродолжительной подачи материала при: неравномерности подачи материалов за счет его плохой сходимости и большого разброса гранулометрического состава (до 300 мкм); изменении количества поданного восстановителя (уголь, кокс) с учетом влажности; изменении процентного содержания основного компонента в руде;

б) обеспечить учет расхода дозируемых материалов с заданной метрологической точностью (0,5...1 %); высокий уровень надежности оборудования; полный контроль за работой весодозирующего оборудования и АСУТП; информационную прозрачность системы управления при подключении сервера системы дозирования к общезаводской вычислительной сети.

Для реализации поставленных задач с учетом устранения недостатков, существующих на АЗФ систем непрерывного дозирования, НПП "Томская электронная компания" совместно с ЗАО "Сибтензоприбор" создали технологическую линию дозирования и комплектную АСУТП для ДО-3 цеха №1 АЗФ. В реализа-

ции данной системы были использованы дозаторы конвейерного типа ДВЛ-Н с установкой их непосредственно под накопительным бункером. При этом нижняя часть последнего – отрезная с вибрирующим конусом, что позволяет осуществлять подачу шихтовых материалов непосредственно из накопительного бункера на ленту конвейера дозатора через формирующие воронки дозаторов без вибропитателя. Отсутствие быстроизнашиваемых вибропитателей и промежуточных подающих лотков устраняют дополнительное налипание и самотек шихтовых материалов из бункера накопителя, и, как следствие, увеличивается скорость подачи шихты и точность дозирования. Дозаторы ДВЛ-Н выпускаются ЗАО "Сибтензоприбор" и укомплектовываются системой управления СД-01 (производство НПП "Томская электронная компания"). Следует отметить, что дозатор конвейерного типа ДВЛ-Н внесен в Государственный реестр Российской Федерации (RU.C.28.007.A № 10205) и Республики Казахстан (№ KZ.02.03.00130-2002/21353-01).

АСУТП ДО-3 имеет трехуровневую иерархию.

На нижнем уровне расположены 18 локальных подсистем управления дозаторами СД-01, каждая из которых посредством блока задания параметров (БЗП-08) и элементов коммутации обеспечивает:

- полный набор функций по заданию параметров дозирования, учету, контролю и управлению дозатором с реализацией режимов: дозирование/добавка, гравиметрический или объемнометрический. Каждая подсистема дозирования может работать в автономном режиме как отдельный дозатор, при этом возможна работа дозаторов в группе с поддержанием заданной производительности и обеспечением метрологических характеристик (0,5...1% относительной погрешности);
- сбор всех сигналов с датчиков дозатора без дополнительных промежуточных вторичных преобразователей;
- управление электроприводом конвейера, накладными вибраторами накопительного бункера, реализует алгоритм "пульс-пары" с программируемыми параметрами;
- аварийную сигнализацию и настраиваемую противоаварийную защиту оборудования дозатора;
- наладочный режим местного управления, позволяющий включать движение лент конвейеров дозаторов с постов местного управления. Данный режим позволяет производить контроль и наладку элементов ДВЛ-Н, работать в объемнометрическом режиме при заданной скорости вращения конвейера, которая задается с панели управления частотного преобразователя (в каждой подсистеме).
- возможность проведения диагностических, наладочных и метрологических процедур, поддерживающих оборудование ДВЛ-Н в рабочем состоянии;
- обмен информацией по CAN-шине с внешней системой управления.

На среднем уровне находятся ПЛК Quantum фирмы Modicon с использованием двух резервируемых пане-

лей управления Magelis, к одной из которых подключен принтер. ПЛК обеспечивает выполнение основных функций системы дозирования и управление технологической линией дозирования в целом, в том числе:

- обмен данными с локальными подсистемами СД-01;
- адаптивное регулирование соотношения компонент шихты по заданной рецептуре с обеспечением метрологических характеристик (0,5...1% относительной погрешности) в режимах "поддержание соотношений веса компонент, заданных в рецепте", и "отгрузка добавочных весов компонент". В процессе дозирования одновременно могут участвовать до 18 дозаторов;
- сбор данных с датчиков адаптации (влажность, процентное содержание основного компонента), с датчиков уровня шихты в пересыпных бункерах и датчиков состояния оборудования тракта шихтоподачи (ТШП);
- встроенную систему диагностики и самодиагностики оборудования ПТК АСУТП, технологической линии дозирования и ТШП;
- визуализацию и обеспечение взаимодействия оператора дозировки с системой посредством панелей управления Magelis: задание рецептов и добавок, наименования компонент, их влажности; управление дозированием шихты; контроль и деблокировка аварийных сообщений;
- обеспечение режимов работы системы посредством элементов коммутации: автоматический (рецепт / полуавтомат / добавка); ручной;
- формирование, хранение и вывод на печать отчетов по расходу и соотношению компонент шихты для печей за каждую подачу и за смену.
- обмен информацией по локальной вычислительной сети Ethernet.

На верхнем уровне расположен SQL-сервер АСУТП ДО-3 с БД для хранения информации о ходе ТП дозирования, в функции которого входят:

- обмен данными с ПЛК Quantum посредством программы "Сервер ввода/вывода";
  - регистрация текущего состояния и отчетов о результатах работы системы, формирование и хранение архивов о работе системы, сохранение информации в СУБД, поддерживающей язык запросов SQL;
  - обмен информацией с абонентами вычислительной сети Ethernet.
- Иерархическое (трехуровневое) построение системы обеспечивает естественное резервирование функций управления, повышает надежность и выживаемость системы в реальных условиях эксплуатации:
- нижний уровень системы самодостаточен для управления одним или группой дозаторов, но требует определенных навыков от оператора при ручном вводе задания и считывании результата дозирования посредством блока БЗП-08. Локальные подсистемы управления дозаторами СД-01 полностью взаимозаменяемы;
  - средний уровень посредством ПЛК Quantum, панелей оператора Magelis и принтера полностью обеспечивает весь сервис управления системой и адаптивное

управление производительностью. Глубина архивных данных в памяти контроллера — 10 сменных отчетов и 20 отчетов по подачам для каждой печи. На данном уровне отсутствует архив оперативных данных;

- верхний уровень обеспечивает хранение в БД SQL-сервера АСУТП ДО-3 отчетов и необходимых оперативных данных, получаемых из ПЛК Quantum. Глубина архива — один год с разбивкой по месяцам. На данном уровне возможен обмен информацией с существующей цеховой информационно — измерительной системой ИИС-1.

Одной из основных проблем, возникших при реализации данного проекта, явилось обеспечение высокой точности дозирования на дозаторах конвейерного типа ДВЛ-Н при прерывистых и непродолжительных режимах подачи материала. Для решения данной проблемы в ПО СД-01 и методике настройки ДВЛ-Н использованы:

- специальный алгоритм измерения массы материала на "участке ленты" конвейера дозатора;
- учет массы отгруженного материала, происходящий в момент его схода с ленты конвейера дозатора;
- адаптивный учет веса ленты с автоматической коррекцией при изменении длины данной ленты;
- специальные режимы настройки каналов измерения длины, веса и скорости ленты, обеспечивающие высокоточное измерение массы шихты;
- простая и надежная методика проверки работоспособности дозатора с использованием имитационной цепи с коррекцией, учитывающей тип материала.

Для поддержания с высокой точностью соотношения компонент шихты, заданного в рецепте, при больших неравномерностях схода шихтовых материалов из накопительных бункеров на ленты конвейеров ДВЛ-Н, на базе ПО ПЛК TSX Quantum реализована адаптивная система управления производительностью дозаторов, входящих в рабочую группу регулирования (адаптивная система автоматического дозирования — АСАД). При изменении текущей производительности

одного из дозаторов система автоматически изменяет текущую производительность других дозаторов для поддержания заданного соотношения весов.

В контур регулирования АСАД введена коррекция по влажности и процентному содержанию основного компонента, в том числе с возможностью автоматической коррекции.

В настоящее время реализация данного проекта позволила добиться следующих результатов:

- увеличения скорости подачи шихты в 3 раза в сравнении с прежней системой дозирования и обеспечения возможности загрузки шихтой двух печей по выпуску феррохрома и марганцевых ферросплавов;
- обеспечения точности и стабильности поддержания соотношения компонент при дозировании (до 1%);
- обеспечения полного контроля работы устройств системы дозирования и тракта шихтоподачи;
- обеспечения высокой надежности и живучести системы за счет иерархического построения и естественного резервирования функций управления;
- улучшения условий работы обслуживающего персонала (сведены к минимальным значениям уровни шума и запыленности в рабочей зоне дозаторов);
- обеспечения возможности коррекции дозирования шихты по влажности восстановителя и содержания в руде основного компонента на основе данных, указанных в сертификатах поставщика.

При наличии анализаторов содержания основного компонента и анализаторов влажности восстановителя система способна автоматически производить коррекцию их соотношений, при этом будет уходить минимальное количество основного компонента в шлак, не потребуются дополнительное его восстановление, что приведет к максимальной экономии компонент шихты и электроэнергии.

Описанная система управления была также успешно реализована на АЗФ АО "ТНК Казхром" ДО-2 цех 6, ОАО "ЧЭМК" АС ШП ФП цех 7 и ОАО "ЦОФ Абашевская" ДО.

*Святлов Б.А., Головачев Н.П., Привалов О.Е., Трапезин В.А., Плетнев А.В., Хлыст С.В., Гонтарь В.И., Пшеничников П.А. — специалисты Аксуского завода ферросплавов — филиала АО ТНК "Казхром" (Республика Казахстан, Павлодарская область, г. Аксу).*

*Контактный телефон ЗАО "Шнейдер Электрик" (495) 797-40-00.  
E-mail: mikhail.makarov@ru.schneider-electric.com  
Http://www.schneider-electric.ru*

## БИБЛИОТЕКА

### ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ РЫНКА СНГ В ОБЛАСТИ ПРОГРАММНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ И РАЦИОНАЛЬНЫЙ ВЫБОР СРЕДСТВ ДЛЯ КОНКРЕТНОГО ОБЪЕКТА

Под редакцией зав. лаб. методов автоматизации производства Института Проблем Управления РАН Э.Л. Ицковича.

Объективные описания, анализ и сопоставление важнейших показателей средств отечественных и зарубежных производителей в обзорах:

**Выпуск 1.** "Программы связи операторов с ПТК (SCADA-программы) на рынке СНГ", Версия 8, 2004 г.;

**Выпуск 2.** "Микропроцессорные программно-технические комплексы (ПТК) отечественных фирм", Версия 7, 2004 г.;

**Выпуск 3.** "Сетевые комплексы контроллеров зарубежных фирм на рынке СНГ", Версия 3, 2005 г.;

**Выпуск 4.** "Микропроцессорные распределенные системы управления на рынке СНГ", Версия 4, 2005 г.;

**Выпуск 5.** "Перспективные программные и технические средства автоматизации: их стандартизация, свойства, характеристики, эффективность эксплуатации", Версия 3, 2004 г.;

Конкурсный выбор средств и систем под конкретные требования:

"Методика проведения конкурса" с приложением программы "Вычисление общей ранжировки конкурсных заявок и анализ работы экспертов". Версия 2, 2004 г.

Справки по приобретению любой из перечисленных работ можно получить у Э.Л. Ицковича по тел. и факсу (495) 334-90-21, по E-mail: itskov@ipu.rssi.ru