

# Автоматизированная система дозирования сухой шихты в производстве электродной продукции

Станислав Сошкин, Владимир Фокин, Александр Антонян, Николай Сорокин

Создание описываемой в статье системы производилось в условиях действующего производства. Её внедрение позволило за счёт применения современных средств автоматизации, частотного управления приводами и конструкционных доработок значительно повысить точность дозирования и производительность, а также существенно улучшить информационное обеспечение технологического процесса и его управляемость.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Технологические процессы дозирования и смешивания сухой шихты и пека лежат в основе производства «зелёных» заготовок, используемых в дальнейшем для получения электродной продукции. Из [1] известно, что качество коксо-пековой композиции, полученной в результате смешивания, существенным образом влияет на характеристики конечных изделий, а с учётом большого времени производственного цикла и огромных энергетических затрат — на эффективность электродного производства в целом.

В данной работе рассмотрен опыт создания АСУ ТП дозирования сухой шихты. Внедрение такой системы позволяет повысить качество приготавливаемых смесей и производительность дозирочных линий с использованием

действующего дозирочного оборудования за счёт более эффективного решения вопросов контроля и управления.

Объектом управления является дозирочная линия ОАО «Новочеркасский электродный завод», представляющая собой типовую систему периодического дозирования и имеющая типовую технологическую схему приготовления композиции определённого состава и реологических свойств. Исходное сырьё для составления шихтовых композиций по заданным рецептам располагается в 29 сортовых бункерах запаса. В качестве исходных могут использоваться следующие материалы: кокс различных фракций, технический графит, «зелёный» бой, пылевые фракции и специальные добавки. При помощи

«ка» шихтовой смеси и доставка её к смесильному агрегату выполняется при помощи дозирочной тележки, управляемой оператором-дозировщиком.

До внедрения описываемой АСУ ТП управление дозированием шихты и регистрация веса отсыпанных доз выполнялись при помощи самописцев КСП-4, снабжённых блоками электронных компараторов. Преобразование сигнала от тензодатчиков взвешивающих устройств выполнялось при помощи электронных блоков ПА-1А. Общая погрешность системы задания рецепта и измерения веса отсыпанных доз составляла не менее 10 кг на фракцию.

## ОСНОВНЫЕ ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ

При модернизации дозирочной линии и разработке новой системы управления предполагалось решить следующие задачи, возникшие за счёт ужесточения требований к качеству электродной продукции, предъявляемых в условиях современного рынка:

- повышение эффективности работы заготовительного передела смесильно-прессового производства в условиях ограниченных ресурсов управления;
- повышение точности дозирования;
- синхронизация работы агрегатов дозирочной линии и ускорение процессов дозирования;



Общий вид смесильно-прессового цеха

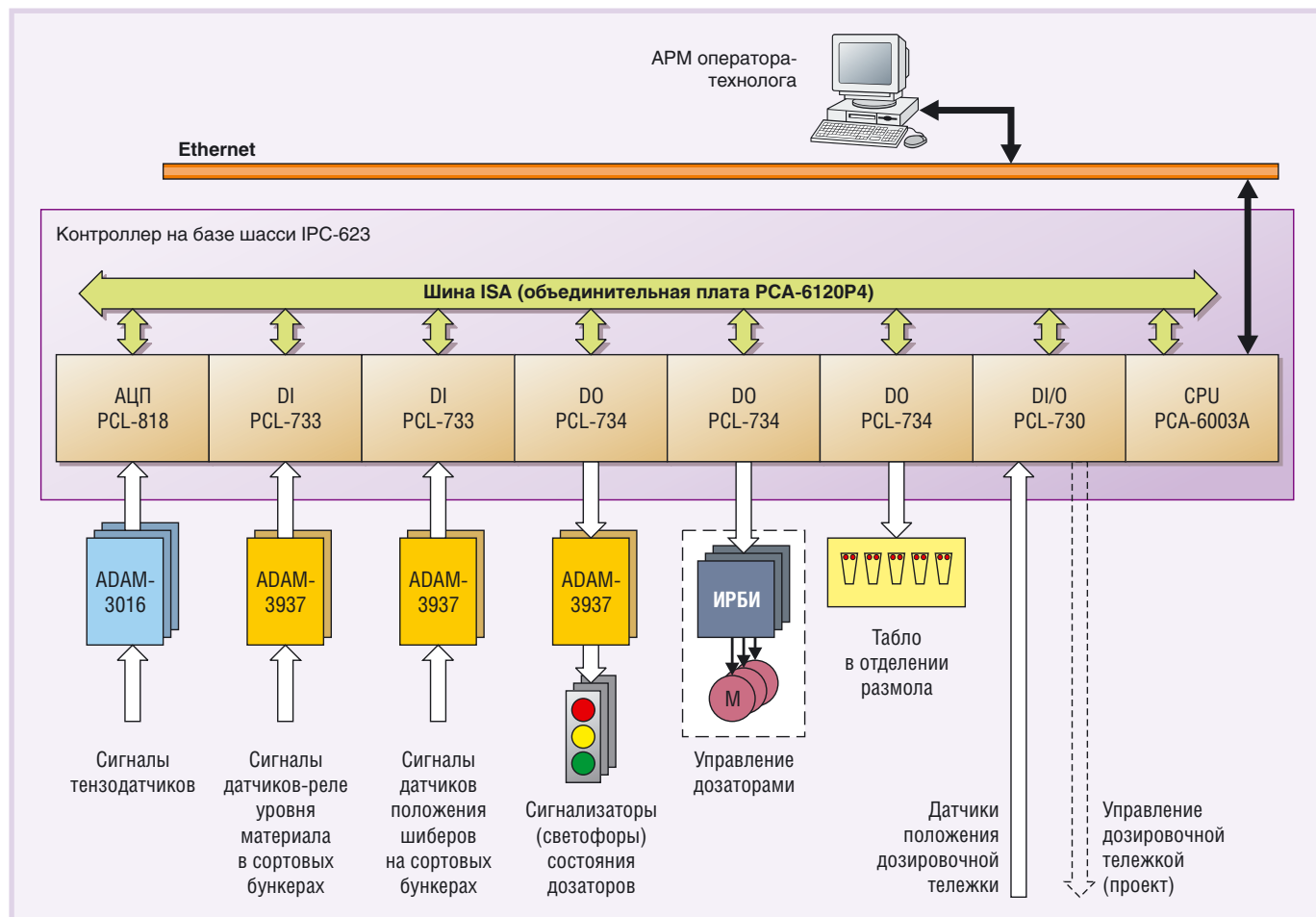


Рис. 1. Структура комплекса технических средств АСУ ТП дозирования сухой шихты

- повышение степени воспроизводимости качественных показателей электродной массы перед прессованием.

Учитывая, что создание и внедрение АСУ ТП дозирования сухой шихты необходимо выполнять в условиях действующего производства, было решено использовать существующую схему дозирования со следующими доработками системы управления:

- автоматическое измерение уровня загрузки сортовых бункеров и формирование сигналов для отделения размола и загрузки;
- увеличение точности дозирования за счёт применения на шнековых питателях электроприводов с частотным регулированием скорости вращения;
- применение современных тензометрических взвешивающих устройств и совершенствование схемы силовой передачи на дозирочных бункерах с целью повышения точности взвешивания и максимального исключения влияния механической погрешности;
- ведение базы рецептов дозирования, автоматизация выбора рецепта;
- автоматизация настройки дозирочного оборудования;

- постоянный мониторинг технологического процесса в режиме реального времени;

- автоматическая диагностика оборудования линии и своевременное формирование отчётных документов по дозированию шихты.

Все перечисленные задачи решены в АСУ ТП дозирования сухой шихты, разработанной специалистами НПК «Югцветметавтоматика» и управления автоматизации Новочеркасского электродного завода.

### ОПИСАНИЕ АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Для построения комплекса технических средств системы управления решено было использовать оборудование фирмы Advantech, хорошо зарекомендовавшее себя при реализации систем автоматизации, уже существовавших на заводе к моменту начала работ над описываемым проектом.

Структура комплекса технических средств АСУ ТП дозирования сухой шихты показана на рис. 1. Система построена по магистрально-модульному принципу и имеет трёхуровневую иерархическую структуру.

### Нижний уровень системы

Нижний уровень системы — уровень полевой автоматики и средств измерений. Он предназначен для сбора и преобразования информации, поступающей с датчиков, а также для передачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы (приводы шнековых питателей и шибера пылевых заслонок). Оборудование нижнего уровня скомпоновано в виде блоков местного управления (БМУ) и шкафов управления приводами шнековых питателей.



Рис. 2. Внешний вид блока местного управления (БМУ)

Таблица 1

Сигналы управления АСУ ТП дозирования сухой шихты

| Наименование групп сигналов                                        | Типы сигналов | Количество сигналов в группах |
|--------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------|
| Сигналы положения заслонок пылевых бункеров                        | DI            | 7                             |
| Сигналы управления скоростью вращения шнеков питателей             | DO            | 58                            |
| Сигналы состояния станций частотного регулирования приводов (ИРБИ) | DI            | 58                            |
| Сигналы управления светофорами                                     | DO            | 11                            |
| Показания весовых дозаторов                                        | AI            | 11                            |
| Положение дозирочной тележки                                       | DI            | 11                            |
| Сигналы предельных уровней материала в сортовых бункерах           | DI            | 58                            |
| Управление элементами индикации на табло в отделении размола       | DO            | 87                            |

Внешний вид БМУ показан на рис. 2. В нём размещена измерительная часть системы. Она представлена преобразователями ADAM-3016, нормирующими сигналы датчиков веса Тензо-М типа К2, на которых подвешены дозирочные бункеры. Кроме того, в БМУ установлены блоки развязывающих реле и блоки питания полевого оборудования.

Для управления двигателями шнековых питателей использованы станции частотного регулирования скорости вращения ИРБИ8-D(i). Применение частотно-регулируемых приводов даёт возможность варьировать скорость вращения шнеков в процессе дозирования, что в свою очередь позволяет

значительно повысить точность исполнения рецепта.

Оборудование нижнего уровня также представлено бесконтактными датчиками положения задвижек шиберов на пылевых бункерах и датчиками положения дозирочной тележки. Применение последних связано с необходимостью контроля работы оператора-дозировщика при составлении рецепта на нескольких дозирочных бункерах. Для этих же целей предназначены трёхцветные светофоры, установленные в непосредственной близости от дозаторов: зелёный цвет означает готовность дозатора к выгрузке, жёлтый сигнализирует



Рис. 3. Внешний вид шкафа управления с центральным контроллером, реализованным на базе промышленного шасси IPC-623

о работе дозатора в автоматическом режиме, а красный означает возникновение нештатной ситуации, требующей вмешательства персонала.

Сортовые бункеры тоже оснащены устройствами полевой автоматики. На них установлены датчики-реле максимального и минимального уровней материала, поступающего после рассева из отделения размола. Срабатывание датчиков минимального уровня материала приводит к блокировке работы того или иного питателя. Одновременно с этим на пульт управления поточно-транспортной системой (ПТС) отделения размола подаются световой и звуковой сигналы о необходимости срочного заполнения сортового бункера. Сигнализация о достижении максимального уровня позволяет избежать пересыпания материала в сортовых бункерах и предупреждает аварии оборудования ПТС.

### Средний уровень системы

Средний уровень системы предназначен непосредственно для реализации логики управления. Эта задача решается центральным контроллером АСУ ТП дозирования, который оснащён необходимым комплектом устройств связи с объектом (УСО), включающим модули цифрового ввода и вывода, а также модуль аналогового ввода.

Центральный контроллер вместе с кроссовыми панелями ADAM-3937 помещён в 19-дюймовую стойку – шкаф управления. Внешний вид шкафа управления показан на рис. 3. Кроме шкафа управления, в состав оборудования среднего уровня входит кроссовый шкаф, в котором производятся



Рис. 4. Внешний вид панелей кроссового шкафа

сбор и распределение всех управляющих сигналов. Внешний вид панелей кроссового шкафа показан на рис. 4. Степень защиты оборудования от воздействия внешних факторов — не менее IP54. Центральный контроллер реализован на базе промышленного шасси IPC-623 и платы центрального процессора PCA-6003, выполненной в формате PICMG. Кроме платы центрального процессора, на объединительной плате промышленного шасси установлены следующие модули УСО:

- дискретного ввода (плата PCL-733), дискретного вывода (плата PCL-734),
- дискретного ввода-вывода (плата PCL-730, предназначенная для диагностики положения дозирочной тележки и анализа состояния шибберов на пылевых дозаторах),
- аналого-цифрового преобразования сигналов, поступающих от преобразователей ADAM-3016 (плата PCL-818).

Применение IBM PC совместимого контроллера с открытой архитектурой позволило разработчикам оптимально скомпоновать оборудование для обслуживания достаточно большого количества сигналов управления, а также расширило возможности выбора базового программного обеспечения.

Перечень сигналов управления приведён в табл. 1.

### Верхний уровень системы

Верхний уровень системы (АРМ оператора-технолога) является административным и предназначен для представления процесса дозирования для оперативного персонала, анализа тех-

нологических ситуаций и протоколирования хода технологического процесса. Аппаратное обеспечение этого уровня представлено типовым офисным компьютером на базе процессора Pentium 4 с объёмом ОЗУ 128 Мбайт и жёстким диском 80 Гбайт. Для связи с контроллером среднего уровня системы используется канал Ethernet 100Base-T, поддерживаемый встроенными стандартными сетевыми средствами как со стороны процессорной платы контроллера, так и со стороны компьютера АРМ оператора-технолога.

### ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Программное обеспечение верхнего и нижнего уровней разработано с использованием SCADA-системы Trace Mode версии 5.09 и запускается под управлением исполнительных модулей (МРВ, МикроМРВ и Supervisor).

Программное обеспечение выполняет следующие функции:

- считывание значений технологических параметров;
- отображение технологического процесса на экране монитора АРМ оператора-технолога;
- управление технологическим процессом дозирования сухой шихты в соответствии с набором технологических алгоритмов и введённым рецептом дозирования;
- отображение загрузки и выгрузки дозирочных бункеров в виде временных трендов с возможностью последующей распечатки;
- документирование величины отсыпанных масс и отклонений от рецепта с последующей распечаткой сформированных отчётов по утверждённым шаблонам;
- программная калибровка и тарировка показаний тензодатчиков с последующей записью в файл;
- ведение архива рецептов с указанием информации планово-производственного характера (дата, время ввода, смена, фамилия мастера и т.д.);
- диагностика и отработка нештатных ситуаций в работе оборудования и ошибок в действиях технологического персонала;

- ведение отчёта тревог с возможностью квитирования сообщений и печати сменного журнала.

На рис. 5 показан пример рабочего экрана Supervisor, предназначенного для калибровки устройств весовой подсистемы АСУ ТП.

### Выводы

В настоящее время представленная АСУ ТП находится в процессе опытной эксплуатации, выполняется точная настройка аппаратной части и окончательная отработка алгоритмов дозирования. Однако уже сейчас можно констатировать следующие результаты:

- значительно улучшены управляемость и информативность процесса дозирования;
- применение более точных современных тензодатчиков и первичных преобразователей, а также устройств цифрового отображения позволило осуществлять контроль веса отсыпанных масс с точностью до 1 кг;
- применение приводов с частотным управлением наряду с конструктивной доработкой дозаторов создали предпосылки для достижения заданной точности дозирования  $\pm 0,5\%$  на рецепт. ●

### ЛИТЕРАТУРА

1. Будзинский А.С., Филимонов В.А., Авраменко П.Я. Системы дозировки сухой шихты для электродной промышленности // Цветная металлургия. 1989. № 12. С. 39-41.

**Авторы – сотрудники НПК «Югцветметавтоматика», телефон: (8672) 74-6334 и ОАО «Новочеркасский электродный завод», телефоны: (86352) 33-474, 94-184**



Рис. 5. Пример рабочего экрана системы управления