

# Программно-технический комплекс АСУ ТП газоочистки ферросплавных электропечей

*Болат Святлов, Николай Головачёв, Николай Титов, Владимир Трапезин, Анатолий Кривоносов, Валерий Корнейчук, Геннадий Фомин*

Описан программно-технический комплекс АСУ ТП газоочистки ферросплавных электропечей № 11 и № 12 Аксуского завода ферросплавов (филиал ОАО ТНК «КАЗХРОМ»), введённый в эксплуатацию в декабре 2002 года.

## ВВЕДЕНИЕ

В республике Казахстан вопросам экологии уделяется серьёзное внимание. Поэтому одной из первоочередных задач при модернизации производства на флагмане ТНК «КАЗХРОМ» — Аксуском заводе ферросплавов (АЗФ) — руководство данного предприятия наметило строительство и внедрение современных (с использованием АСУ ТП) комплексов газоочистки (ГО) ферросплавных электропечей (ЭП). В первую очередь такими комплексами оснащались ЭП № 11 и № 12 (рис. 1). Проект был выполнен харьковским институтом ГИПРОСТАЛЬ. Программно-технический комплекс (ПТК) АСУ ТП ГО создавался специалистами корпорации «МАСТ-ИПРА» и ОАО «ХАРТРОН», ныне работающими в ООО «ХАРТЭП» упомянутой корпорации. Строительство, монтаж и наладка всех механизмов, установок, фильтров, дымососов и т.д. проводились АЗФ с привлечением соответствующих специализированных организаций. Ввод в эксплуатацию АСУ ТП был осуществлён специалистами ООО «ХАРТЭП» совместно с сотрудниками Управления автоматизации производства, информатизации и связи (УАИС) завода.

Внедрение АСУ ТП по сравнению с применением в комплексах газоочистки только средств КИПиА позволяет перейти на качественно новый уровень контроля и управления технологическими процессами:

- **повысить оперативность управления** за счёт централизованного получения в электронном виде объективных данных о технологическом процессе, их последующей обработки, учёта и отображения на соответствующих рабочих местах;
- **повысить технологическую и производственную дисциплину в процессе управления газоочисткой** за счёт реализации функций контроля технологических параметров, учёта аварийных и предупредительных сообщений системы с регистрацией соответствующих действий технологического персонала;
- **повысить надёжность работы технологического оборудования и контрольно-измерительных средств** за счёт непрерывного контроля их исправности;
- **повысить эффективность работы установок рукавных фильтров** за счёт автоматической локализации неис-

правных элементов управления регенерацией и отключения нерабочих секций из тракта газоочистки;- **усилить контроль за качеством очистки** за счёт установки пылемеров и автоматизированного ведения экологического мониторинга.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ГАЗООЧИСТКИ

В установке газоочистки осуществляются следующие основные технологические процессы:

- отбор газовой смеси от электропечей № 11 и № 12 и её очистка в рукавных фильтрах,
- регенерация рукавов фильтра,
- пневмотранспортировка пыли из бункеров секций фильтра в общие бункеры-сборники пыли,
- выгрузка пыли из общих бункеров.

Технологическая схема установки газоочистки приведена на штатной мнемосхеме (рис. 2). С ней непосредственно работает оператор, и для его удобства на мнемосхеме отображаются значения основных параметров, а также состояния клапанов, задвижек и двигателей.

Отбор газовой смеси от каждой электропечи и очистка её от пыли осуществляются технологическим оборудованием, построенным по блочной схеме. В состав подсистемы очистки газовой смеси каждой электропечи входит следующее технологическое оборудование: газопроводы,



Рис. 1. Здание газоочистки на Аксуском заводе ферросплавов

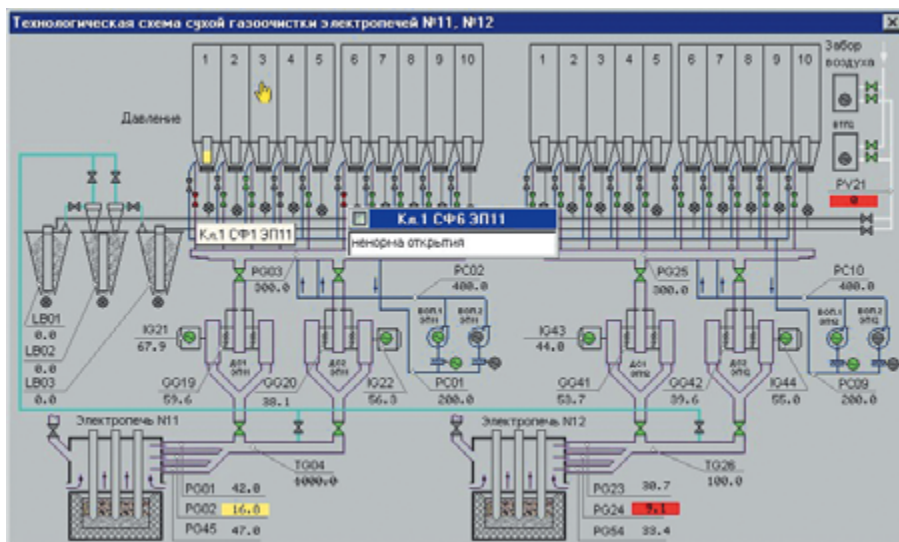


Рис. 2. Мнемосхема установки сухой газоочистки электропечей

2 дымососа (ДС) ДН-26х2-0,62, направляющие аппараты с приводами МЭО для регулирования потоков отбираемой каждым ДС от электропечи газозвушной смеси, клапаны, установленные в каждом из 3 газоходов отбора газозвушной смеси из-под «зонта» электропечи и имеющие приводы МЭО для регулирования разрежений газозвушной смеси, клапан с электроприводом, установленный в шахте электропечи, клапаны на всасывание и нагнетание каждого ДС.

Приводы МЭО снабжены пускателями бесконтактными реверсивными (ПБР). Над каждой ЭП установлен «зонт», из-под которого по 3 газоходам через клапаны двумя дымососами непрерывно производится отбор газозвушной смеси от электропечи и подача её под избыточным давлением через клапаны «Кл.1» в рукавные фильтры, сгруппированные в секциях 1-10.

Газозвушная смесь, очищенная от пыли в секциях фильтра, выходит в атмосферу.

Допускается временная работа подсистемы отбора газозвушной смеси по каждой электропечи на одном дымососе (при неисправности и её устранении в другом ДС) при малых объёмах газозвушной смеси от «зонтов» электропечей.

Регенерация рукавов фильтра секций 1-10 для каждой электропечи производится независимо работающим, идентичным по составу технологическим оборудованием. В состав подсистемы регенерации рукавов фильтра газоочистки каждой электропечи входит следующее технологическое оборудование: 2 дымососа ДН-19М (один ДС работает, второй находится в резерве в выключенном состоянии), направляющие аппараты с приводами МЭО и ПБР, клапаны «прямой продувки» и клапаны «обратной продувки» с электроприводами (по одной паре на каждую секцию фильтра) и газопроводы «обратной продувки» рукавов секций фильтра.

Подсистема пневмотранспортировки пыли из бункеров секций фильтра является единой для обеих электропечей. В состав подсистемы входит следующее технологическое оборудование: 2 воздухоподогревателя — турбокомпрессоры ТВ-200-1,4М1-01, винтовые конвейеры и шлюзовые питатели в бункере каждой секции фильтра, 3 общих бункера (сборники пыли со шлюзовыми питателями), клапаны и задвижки с электроприводами, воздухопроводы и пылепроводы транспортировки пыли, выгружаемой из бункеров секций фильтра в общие бункеры.

После окончания выгрузки пыли из бункера каждой секции фильтра электропечей № 11 и № 12 по сигналу датчика уровня либо по заданной оператором с верхнего уровня (ВУ) АСУ ТП продолжительности выгрузки пыли из одного бункера винтовой конвейер и затем шлюзовой питатель бункера этой секции фильтра выключаются.

Выгрузка пыли из общих бункеров в грузовой автотранспорт не автоматизирована и производится периодически по установленному графику.

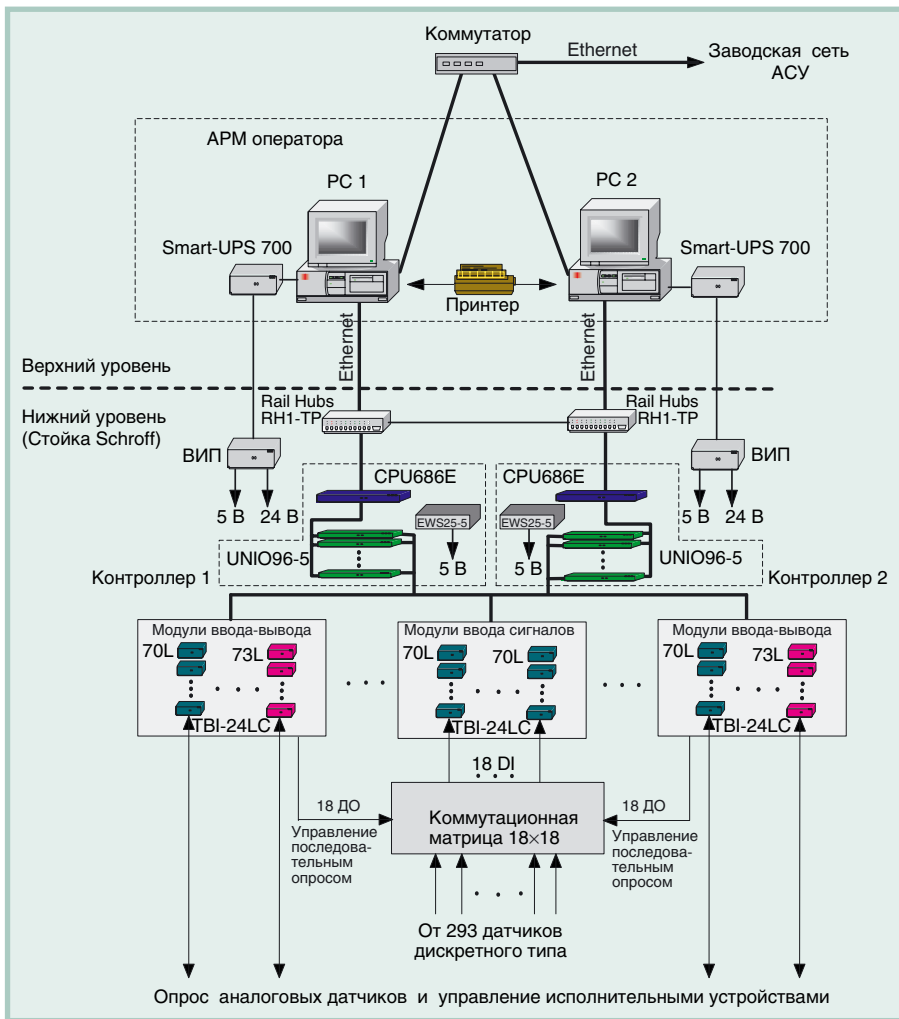
Кроме автоматического управления механизмами газоочистки, предусмотрена возможность управления каждым механизмом ГО в ручном режиме управления: дистанционно — оператором с ВУ АСУ ТП или со щитов местного управления на каждом щите мест-

ного управления (кроме щитов управления шлюзовыми питателями общих бункеров и щитов управления дымососами) имеется соответствующий переключатель.

## Основные задачи АСУ ТП газоочистки

К основным задачам АСУ ТП газоочистки относятся следующие:

- автоматический периодический опрос значений технологических параметров и положения исполнительных органов с цветовым и текстовым отображением на мониторах АРМ;
- автоматический контроль появления предаварийных и аварийных значений параметров с отключением соответствующего оборудования при появлении аварийных значений параметров для предотвращения выхода его из строя, вплоть до выключения всей установки;
- автоматическое и дистанционное управление механизмами и приводами ГО электропечей № 11 и № 12;
- выполнение режима автоматического управления газоочисткой даже при полном выходе верхнего уровня АСУ ТП из штатной программы работы либо при обесточивании аппаратуры верхнего уровня АСУ ТП;
- автоматическое поддержание по каждой электропечи равенства потоков газозвушной смеси, проходящих через дымососы № 1 и № 2, путём регулирования (выравнивания) токов нагрузки электродвигателей дымососов;
- автоматическое регулирование разрежения перед каждым клапаном, установленным в газоходах отбора газозвушной смеси от электропечей в соответствии с технологическими заданиями, вводимыми оператором-технологом с ВУ АСУ ТП, а также дистанционное управление с ВУ АСУ ТП каждым из этих клапанов;
- архивирование всей информации, поступающей от объекта, с возможностью её просмотра на верхнем уровне АСУ ТП за любой промежуток времени календарного года;
- автоматическое формирование протокола событий (фиксация с указанием времени возникновения всех нештатных ситуаций, восстановления их штатного состояния, а также действий оператора с использованием средств пользовательского интерфейса АСУ ТП) с возможностью просмотра его на ВУ АСУ ТП за лю-



Условные обозначения:

PC — рабочая станция;  
DI — дискретный входной сигнал;

ДО — дискретный выходной сигнал;  
ВИП — вторичный источник питания.

Рис. 3. Структурная схема программно-технического комплекса газоочистки электропечей

- бой промежуток времени календарного года;
- формирование отчетной документации по формам, согласованным с заказчиком;
  - возможность распечатки на принтере трендов по любому измеряемому параметру, протоколов событий, отчетной документации за любой промежуток времени календарного года;
  - обеспечение программных мер защиты от ошибочных действий персонала при эксплуатации.

### СТРУКТУРА И СОСТАВ ПТК

Структурная схема ПТК АСУ ТП ГО представлена на рис. 3.

Состав комплекса во многом определили требования технического задания по защите от пыли и обеспечению повышенной виброустойчивости используемых аппаратных средств. Данные требования были связаны с тем, что оборудование АРМ оператора и стойка с контроллерами планировались к установке в помещении операторской, куда может проникать токопроводя-

щая пыль и где неизбежна вибрация пола из-за наличия в том же корпусе мощных дымососов. Всё это пришлось учитывать при проектировании.

В табл. 1 показано количество входных сигналов от датчиков и выходных сигналов на исполнительные устройства в АСУ ТП ГО электропечей № 11 и № 12.

В состав **верхнего уровня** ПТК входят: 1) рабочая станция (PC) верхнего уровня — 2 шт., каждая включает:

- системный блок в промышленном исполнении фирмы Advantech (процессорная плата PCA-6179 с производительностью Pentium III и ОЗУ ёмкостью 128 Мбайт, накопитель на жёстком диске ёмкостью 40 Гбайт, шасси промышленного компьютера IPC-6806WHP с источником питания 150 Вт),
  - видеомонитор с пылезащитным кожухом (конструктив 7709035) фирмы Rittal — 1 шт.,
  - клавиатуру защищённую TKG-083-KGEN-PS/2-KY2 фирмы Indukey — 1 шт.;
- 2) принтер, подключаемый к одному из системных блоков PC и доступный для использования с любой PC — 1 шт.;
- 3) источник бесперебойного питания Smart-UPS 700 фирмы APC — 2 шт.

В состав **нижнего уровня** ПТК входит одна стойка серии PROLINE (изготовления фирмы Schroff) с резервированным контроллером и нерезервированными платами TBI-24LC фирмы Fastwel с модулями ввода-вывода OpenLine серий 70L и 73L фирмы Grayhill. Общее количество плат TBI-24LC — 21 штука. Приём и выдача сигналов в стойку производится через клеммники фирмы WAGO. Общий вид стойки нижнего уровня ПТК приведен на рис. 4.

- Каждый контроллер включает:
- 8-слотовый каркас 5278 фирмы Octagon Systems;
  - процессорную плату CPU686E фирмы Fastwel;
  - 5 плат ввода-вывода UNIO96-5 фирмы Fastwel;
  - блок питания EWS25-5 фирмы Nemic-Lambda.

Одноимённые входные или выходные контакты плат UNIO96-5 двух контроллеров подключаются к одному соответствующему контакту плат TBI-24LC, реализуя схему «монтажное ИЛИ».

С целью уменьшения количества входных дискретных модулей и соответственно плат TBI24LC входные сиг-

Таблица 1

Входные сигналы от датчиков и выходные сигналы на исполнительные устройства АСУ ТП ГО электропечей № 11 и № 12

Тип сигнала	Характеристика или параметры сигнала	Количество	
Дискретный входной	«Сухой» контакт	293	
Дискретный выходной	~220 В; 1 А	202	
	=24 В; 0,1 А	20	
Аналоговый входной	Сигнал от термопреобразователя сопротивления медного (ТСМ)	4...20 мА	94
			30
Аналоговый выходной	—	0	



налы вначале попадают на диодную коммутационную матрицу, а затем уже в уменьшенном количестве — на входные модули серии 70L (70L-IDC5B).

Программно обеспечивается последовательный во времени опрос каждым контроллером информации от матрицы и входных модулей серии 73L (73L-П420 и 73L-ITR4100). Выдача сигналов на выходные модули серии 70L (70L-OAC5A, 70L-ODC5) производится только из основного контроллера. При отказе основного и переключении на резервный контроллер выдача сигналов производится из резервного контроллера. Питание модулей ввода-вывода серий 70L и 73L производится через диодную развязку от резервированных вторичных источников питания (ВИП), построенных на модулях EWS100-5 и EWS15-24 фирмы Nemic-Lambda. В свою очередь, каждый канал верхнего уровня и каждый ВИП запитываются от одного из резервированных источников бесперебойного питания Smart-UPS 700.

На клеммниках в цепях выходных модулей 70L-OAC5A в целях защиты от всплесков напряжения при коммутациях в сети 220 В, которые в реальных условиях эксплуатации достигают ве-

личин до 600 В, были установлены варисторы, полностью решившие задачу защиты модулей.

В состав **сетевых устройств**, объединяющих основной и резервный контроллеры нижнего уровня и рабочие станции верхнего уровня АСУ ТП в единую локальную сеть Ethernet, входят:

- коммутатор Ethernet RH1-TP серии Rail Hubs фирмы Hirschmann — 2 шт.;
- Ethernet-кабели (витая пара, категория 5).

Оригинальность реализованного решения по резервированию устройств нижнего уровня заключается в том, что удалось зарезервировать процессорный модуль и платы ввода-вывода UNIO96-5 без дополнительного специального коммутатора, хотя это потребовало серьёзного усложнения связей и прикладного программного обеспечения. Использованные в проекте модули ввода-вывода OpenLine — двухканальные, легко заменяются без демонтажа платы и имеют высокую надёжность, поэтому их резервирование было признано целесообразным. Исключение сделано только для модулей сигналов управления коммутационной матрицей

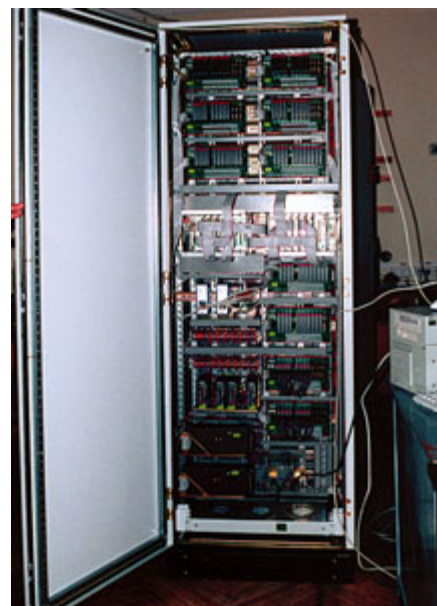


Рис. 4. Общий вид стойки нижнего уровня ПТК

(2×18 ДО), отказ каждого из которых может привести к искажению большого количества входных сигналов.

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Программное обеспечение АСУ ТП создано с помощью инструментальных средств системы автоматизированного проектирования Синтар-2В разработки фирмы «Информатика» (г. Харьков).

Система Синтар-2В позволила реализовать все ранее сформулированные задачи АСУ ТП. Она состоит из подсистем верхнего (SCADA Синтар-В) и нижнего (SOFTLOGIC-система Синтар-2) уровней.

Синтар-В представляет собой полнфункциональную инструментальную систему, предназначенную для разработки программного обеспечения рабочих станций. Она включает библиотеку настраиваемых визуальных компонентов, которая обеспечивает широкий диапазон средств отображения и управления технологическими процессами.

Синтар-2 — это инструментальная система для создания программного обеспечения IBM PC совместимых контроллеров. Созданные программы загружаются в контроллеры и обеспечивают выполнение задач нижнего уровня АСУ ТП. В системе Синтар-2 поддерживаются 3 языка:

- графический язык СПРУТ (язык функциональных блоков);
- текстовый язык ЛОГАР (язык логических и арифметических формул, ориентированный на пользователей-непрограммистов);

- подмножество стандартного Паскаля (для пользователей-программистов).

### **Особенности комплекса и опыт эксплуатации**

Отличительными особенностями разработанного программно-технического комплекса АСУ ТП газоочистки ферросплавных электропечей являются:

- высокая надёжность и помехозащищённость (наработка на отказ для используемых блоков, плат, модулей составляет не менее 100 тысяч часов, срок эксплуатации аппаратуры комплекса — не менее 10 лет);
- оригинальное решение по резервированию устройств, отказ которых может привести к неработоспособности всех или большинства механизмов комплекса газоочистки;
- гальваническая изоляция между входами и выходами аналоговых и дискретных сигналов с диэлектрической прочностью не менее 1500 В;
- обеспечение основной приведённой погрешности измерения аналоговых сигналов от датчиков не хуже  $\pm 0,5\%$ ;
- организация электропитания аппаратуры комплекса от 2 источников бесперебойного питания (основного

и резервного) и контроля состояния первичной сети средствами ПТК (фиксация отключения сети, сопоставление времени отсутствия сети с возможностями аккумуляторов UPS, штатное выключение всего оборудования при приближении к предельному времени отсутствия сети);

- конструктивное исполнение аппаратных средств комплекса со степенью защиты IP54.

Система была введена в эксплуатацию в октябре 2002 года. Единичные сбои на начальном этапе не носили принципиальный характер и устранялись в рабочем порядке, в основном силами специалистов завода.

Успешный опыт эксплуатации ПТК АСУ ТП газоочистки электропечей № 11 и № 12 Аксуского завода ферросплавов подтвердил правильность изложенных технических решений. ●

**Авторы — сотрудники  
Аксуского завода ферросплавов  
ОАО ТНК «КАЗХРОМ»  
и ООО «ХАРТЭП»  
корпорации «МАСТ-ИПРА»  
Телефоны: +7 (31837) 523-22,  
+380 (572) 1766-88/99**