

Система управления комплексом коксовой батареи

Виктор Веременко, Владимир Замошник, Анна Дерксен, Максим Бахарев, Александр Абрамов, Алексей Веременко, Александр Дёмин

В статье описывается АСУ ТП комплекса коксовой батареи. Данная система включает в себя несколько самостоятельных производственных объектов, объединённых в единую сеть и связанных друг с другом по технологическому циклу. Ряд основных задач системы управления решается средствами SCADA GENESIS32.

Введение

Одним из масштабных проектов, выполненных ЗАО «Тяжпромсервис» (город Новокузнецк), стал проект АСУ ТП комплекса коксовой батареи № 5 на ОАО «Алтай-Кокс» (город Заринск). 20 октября 2006 года этот комплекс сдан в промышленную эксплуатацию (рис. 1).

ОАО «Алтай-Кокс» производит химическую переработку каменного угля, в результате которой наряду с коксом получают высококалорийный коксовый газ. Разнообразные химические продукты, содержащиеся в коксовом газе, являются основным сырьем для многих производств.

Кокс используется при выплавке чугуна в доменных печах. От его свойств в значительной степени зависят технико-экономические показатели работы доменной печи [1]. Для того чтобы добиться высокого качества кокса, при строительстве новой современной коксовой батареи (КБ) была поставлена задача: обеспечить надёжное бесперебойное управление всем комплексом, начиная от подготовки сырья и заканчивая отгрузкой готовой продукции.

Задачи

Основные задачи, поставленные перед АСУ ТП:

- управление механизмами поточно-транспортных систем углеподготовительного цеха (УПЦ) и коксортировки;
- сблокированная работа коксовых машин;



Рис. 1. ОАО «Алтай-Кокс»: коксовая батарея № 5

- непрерывный контроль и автоматическое управление обогревом коксовой печи;

- контроль и автоматическое регулирование основных технологических параметров на участках переработки коксового газа;
- диагностика и архивирование отказов оборудования, предельных зна-



Пульт оператора АСУ ТП коксовой батареи, расположенный в служебном корпусе КБ № 5

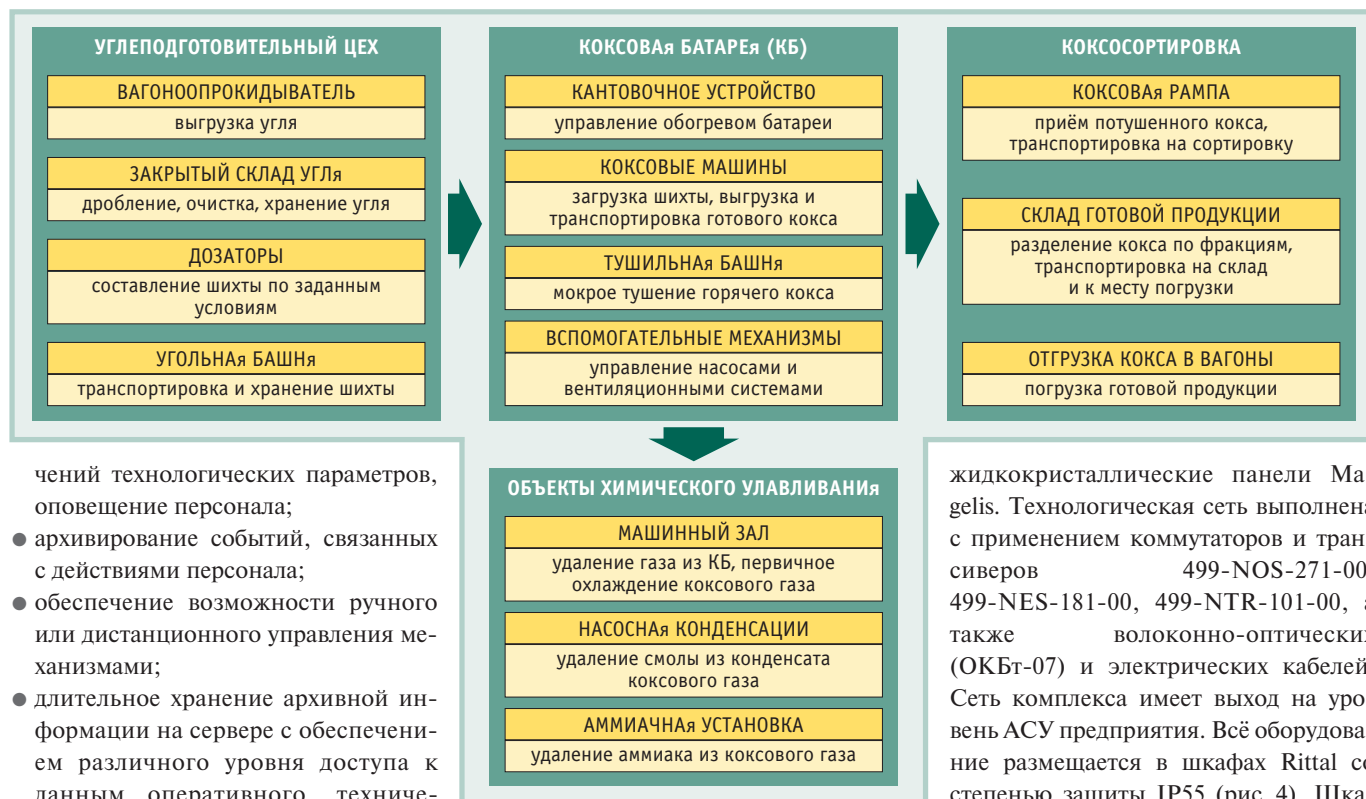


Рис. 2. Архитектура системы управления объектами комплекса

чений технологических параметров, оповещение персонала;

- архивирование событий, связанных с действиями персонала;
- обеспечение возможности ручного или дистанционного управления механизмами;
- длительное хранение архивной информации на сервере с обеспечением различного уровня доступа к данным оперативного, технического и административного персонала, создание различных отчетных форм.

По заданию ОАО «Алтай-Кокс» специалистами ЗАО «Тяжпромсервис» были выполнены следующие работы:

- разработка проектной документации;
- изготовление и поставка шкафов с контроллерами, компьютерами и коммутационным оборудованием для информационной управляющей сети;
- шеф-монтаж и пусконаладочные работы;
- сдача объекта в эксплуатацию.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УЧАСТКИ КОМПЛЕКСА И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АСУ ТП

Характеристика объекта

Архитектура системы управления объектами комплекса КБ № 5 представлена на рис. 2. Каждый из участков комплекса сам по себе представляет локальную систему, отдельный законченный объект управления с большим количеством параметров. Но для обеспечения слаженной непрерывной работы всего комплекса требовалось предусмотреть обмен данными между участками. В табл. 1 приведены данные, отражающие распределение дискретных и аналоговых сигналов системы управления по участкам комплекса.

жидкокристаллические панели Magelis. Технологическая сеть выполнена с применением коммутаторов и трансиверов 499-NOS-271-00, 499-NES-181-00, 499-NTR-101-00, а также волоконно-оптических (ОКБт-07) и электрических кабелей. Сеть комплекса имеет выход на уровень АСУ предприятия. Всё оборудование размещается в шкафах Rittal со степенью защиты IP55 (рис. 4). Шкафы PLC электровоза и ПК дополнительно оборудованы кондиционерами и источниками бесперебойного питания APC Smart-UPS. Для управления приводами постоянного тока используются преобразователи DCS800.

На коксовой батарее и участках химического улавливания используются датчики и приборы Metran, а на участке коксовых машин — датчики Amedas.

Программное обеспечение

Программное обеспечение для PLC разработано с помощью пакета Concept.

Задачи сбора и архивирования данных, а также реализации оперативного диспетчерского управления решены при помощи компонентов SCADA-пакета GENESIS32 (фирма Iconics). Так, экраны SCADA-системы выполнены и поддерживаются средствами приложения GraphWorX32 (GWX32-V7.2).

Таблица 1

Распределение сигналов системы управления по участкам комплекса

Участок	Сигналы	Дискретные входные	Дискретные выходные	Аналоговые входные	Аналоговые выходные
Угледоготовительный цех и коксортировка		3586	638	153	—
Углезагрузочная машина		592	192	10	8
Коксовыталкиватель		496	192	12	8
Дверсъемная машина		304	96	10	8
Электровоз		48	32	10	8
Коксовая батарея		363	147	127	14
Аммиачная установка		32	16	26	6
Насосная конденсации		46	13	54	20
Машинный зал		63	32	130	11
Всего по комплексу		5530	1358	532	83

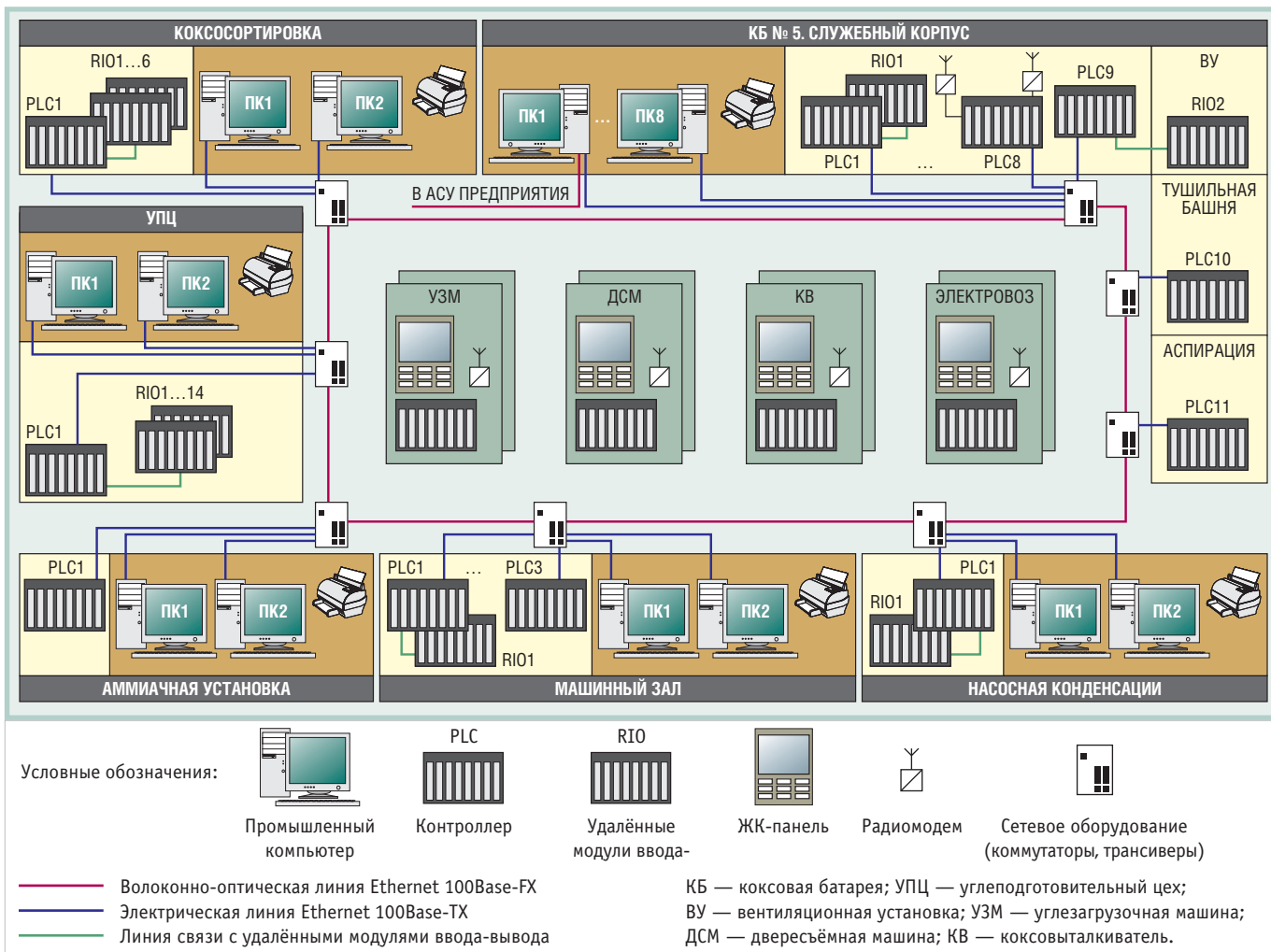


Рис. 3. Структурная схема АСУ ТП комплекса коксовой батареи

Фактически каждый участок имеет свою SCADA-систему, которая развёрнута на соответствующих ПК (один рабочий, один резервный), установленных непосредственно на участке либо в диспетчерской коксовой батарее. Но при этом в системе управления есть единый сервер данных, который осуществляет архивирование и хранение данных с каждого из отдельных участков.

Распределение основных программно-технических средств АСУ ТП по участкам комплекса отражает табл. 2.

Участки УГЛЕПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ЦЕХА И КОКСОРТИРОВКИ

Основной участков УПЦ и коксортировки являются поточно-транспортные системы (ПТС), обеспечивающие соответственно подготовку к загрузке и загрузку угля в угольную башню, транспортировку и сортировку кокса по фракциям с последующей загрузкой в вагоны. Важнейшей операцией в работе этих участков является запуск механизмов, входящих в состав ПТС, в строгом

соответствии с блокировочной зависимостью и заданными интервалами времени. Управление механизмами ПТС каждого из участков осуществляет PLC с распределённым вводом-выводом (с удалёнными модулями ввода-вывода).

PLC обеспечивает последовательный запуск механизмов, контроль токовой нагрузки и скоростных режимов, защиту от аварийных ситуаций. Контроль работы осуществляется с

ПК, установленных в диспетчерских УПЦ и коксортировки. Оператор может устанавливать режимы работы механизмов, производить запуск ПТС, наблюдать за состоянием механизмов участка и степенью их готовности к запуску. В случае возникновения отказов оборудования или неготовности к работе механизмов участка SCADA-система отображает на экранах мониторов и архивирует предупреждающие и аварийные сообщения (рис. 5).

Таблица 2

Распределение основных программно-технических средств АСУ ТП по участкам комплекса

Участок	Оборудование	PLC	ПК	ЖК-панели	SCADA-система, рабочие места с лицензиями
Углеподготовительный цех		15	2	—	2 × GWX32-V7.2 unlimited
Углезагрузочная машина		1	—	1	—
Коксовыталькатель		1	—	1	—
Дверсьёмная машина		1	—	1	—
Электровоз		1	—	1	—
Коксовая батарея		13	8	—	2 × GWX32-V7.2, 500 2 × GWX32-V7.2, 150 2 × GWX32-V7.2, 1500
Аммиачная установка		1	2	—	2 × GWX32-V7.2, 150
Насосная конденсации		2	2	—	2 × GWX32-V7.2, 150
Машинный зал		4	2	—	2 × GWX32-V7.2, 300
Коксортировка		7	2	—	2 × GWX32-V7.2 unlimited



Рис. 4. Шкаф Rittal с промышленными компьютерами

Коксовая БАТАРЕЯ

Коксовая батарея состоит из двух полубатарей (рис. 6), расположенных симметрично относительно угольной башни. АСУ ТП коксовой батареи выполняет задачу управления двумя кантовочными устройствами (КУ), регуляторами подачи отопительного коксового газа, регуляторами разрежения в борах, регуляторами давления в газосборниках по сторонам батареи и раз-

режения в общем газосборнике (для каждой полубатареи). Также на участке коксовой батареи ведётся контроль и архивирование параметров (рис. 7), управление тушением кокса, работой механизмов и установки беспылевой выдачи кокса (БВК).

КУ — один из самых ответственных механизмов коксовой батареи, предназначенный для периодического изменения направления потоков газа, воздуха и продуктов горения в обогревательной системе КБ. Данное устройство приводится в движение гидравлическим приводом, управление которым ведёт PLC. Для обеспечения бесперебойной периодической работы КУ, исходя из условий эксплуатации КБ, было выполнено полное резервирование управляющего PLC. Рабочий и резервный контроллеры работают параллельно, но выходы резервного контроллера заблокированы; в случае отказа рабочего контроллера резервный автоматически продолжает выполнение программы с последнего выполненного шага. Переключение на рабочий контроллер производится только по команде оператора после устранения неисправности. В случае полной потери напряжения предусмотрена возможность закончить начатый цикл кантовки: механизм КУ приводится в движение от пневматического аккумулятора, а управление ведёт PLC, запитанный через источник бесперебойного питания.

Резервирование PLC реализовано и для контроллера КИП, с целью обеспечить непрерывное автоматическое регулирование важнейших параметров обогрева КБ: давления отопительного коксового газа, перепада давления в газосборниках, разрежения в борах и

разрежения в общем газосборнике. Давление в газосборниках — это наиболее нестабильный параметр, поэтому резервирование здесь выполнено и по механизму: по выбору персонала управление ведётся либо пневматическим клапаном, либо МЭО (механизмом электрическим однооборотным, фактически — заслонкой с электрическим приводом). Программы регулирования реализованы при помощи инструментальных средств пакета Concept.

Внедрение АСУ ТП на участке коксовой батареи имеет следующие позитивные последствия:

- система контроля действий персонала и отслеживания аварийных ситуаций позволяет максимально быстро и точно определить и устранить причину неисправностей оборудования, что особенно важно для непрерывного технологического процесса;
- использование современной измерительной аппаратуры и высокая точность регулирования позволяют повысить качество готовой продукции, обеспечивают оптимальные условия для работы оборудования и увеличивают срок его безаварийной работы;
- введение в эксплуатацию установки БВК и применение пароинъекции при загрузке коксовой печи позволяют резко уменьшить количество вредных выбросов в атмосферу.

Участок КОКСОВЫХ МАШИН

Всего на батарее используется 2 комплекта коксовых машин по 4 машины в каждом. Один комплект является рабочим, а второй находится в «горячем» резерве. Одновременно в процессе выдачи кокса из печи участвуют 4 коксовые машины: углезагрузочная, две-

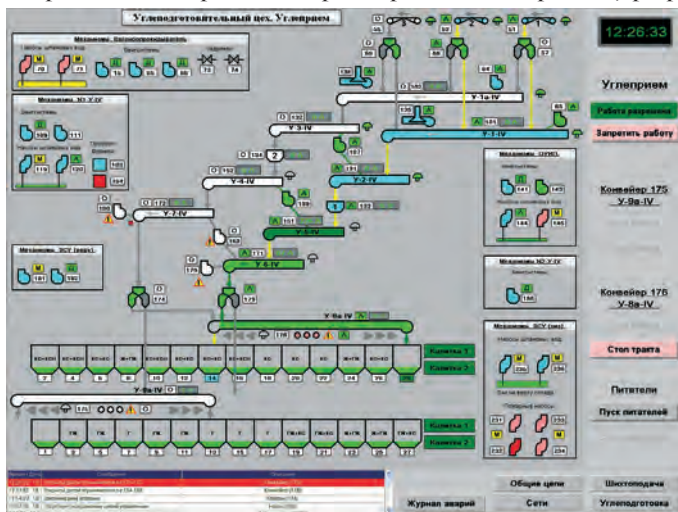


Рис. 5. Экран «Углеподготовительный цех. Углеприём»

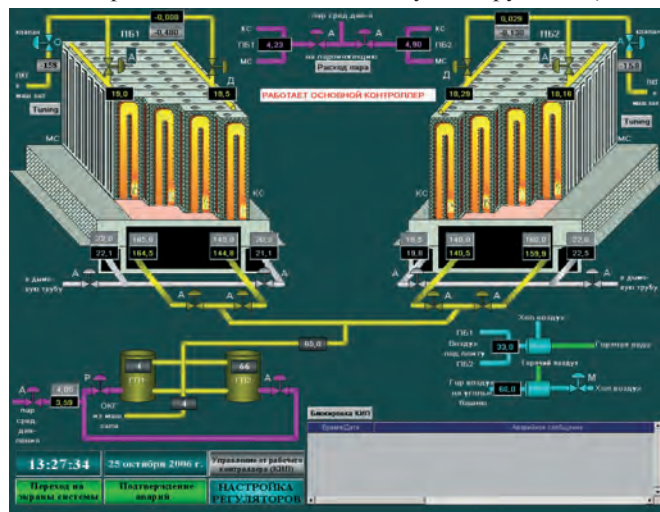


Рис. 6. Экран «Коксовая батарея»

ресъёмная, коксовыталкиватель и электровоз.

Основная особенность этого участка в том, что коксовые машины — это подвижные объекты, требующие синхронизации работы приводов передвижения с другими технологическими операциями всех машин. В данной ситуации важнейшей является задача позиционирования и точной остановки машин (± 5 мм при массе машин от 250 до 450 тонн и скорости передвижения около 1 м/с).

Координацию работы всех коксовых машин осуществляет master PLC, расположенный в помещении под угольной башней. Master PLC следит за положением машин, выдает команды на их позиционирование у печи соответственно графику выдачи, собирает информацию с каждой машины и отправляет её в SCADA-систему «Коксовые машины» для отображения в диспетчерской коксовой батареи и в SQL-сервер для архивирования.

Каждая коксовая машина — обособленный объект; она оснащена PLC, который осуществляет управление электрическими и гидравлическими приводами. В кабине машиниста установлена жидкокристаллическая панель, позволяющая следить за состоянием машины, изменять режимы работы, диагностировать неисправности и выполнять задания master PLC (рис. 8).

Для передачи информации между машинами используется радиомодемная связь. Стационарные и подвижные радиомодемы имеют собственные IP-адреса, под этими адресами PLC машин представлены в общей сети комплекса. Инженеры, имеющие право на изменение программ, осуществляют доступ к программе PLC любой коксовой машины из служебного корпуса коксовой батареи.

SCADA-система «Коксовые машины» отображает положение всех машин на батарее, собирает и архивирует технологические данные (токи двигателей, показания температуры, скорость машин), формирует, выдает и архивирует аварийные сообщения по каждой машине.

Для реализации задачи позиционирования машин и точной остановки у заданной печи используются:

- импульсные датчики, установленные на машине;
- П-образный датчик позиционирования, установленный на машине;
- кодовые пластины, установленные напротив каждой печи.

Проезжая через пластины, позиционер считывает код и передает его в контроллер, а тот, в свою очередь, определяет позицию машины на батарее. Привод передвижения машины — многодвигательный, четыре пары двигателей постоянного тока управляются одним рабочим преобразователем. Определяя позицию машины, контроллер рассчитывает необходимое расстояние до заданной печи и задает преобразователю оптимальную скорость движения машины. Это позволяет осуществить задачу точной остановки машины в автоматическом режиме (рис. 9).

Ещё одна важная задача решается АСУ ТП участка коксовых машин — это автоматический приём кокса (АПК). Система АПК позволяет синхронизировать скорость движения выталкивающей штанги и вагона, принимающего кокс. Для этого скорость штанги коксовыталкивателя измеряет-

ся импульсным датчиком, передаётся по радиоканалу непосредственно в PLC электровоза, а тот, в свою очередь, задаёт величину скорости преобразователю привода передвижения. Всё это позволяет обеспечивать равномерный приём кокса в вагон.

В результате автоматизации участка коксовых машин были решены задачи, которые не удавалось решить на производстве ранее:

- автоматическое позиционирование и точная остановка машин;
- автоматический приём кокса;
- загрузка печей с контролем веса;
- точное определение позиций всех машин, находящихся на связи (в любой момент времени машинисту любой машины доступна информация о позиции остальных машин);
- контроль технологических параметров и передача их в информационную сеть предприятия;
- диагностика работы механизмов, находящихся на машинах.

Данная АСУ ТП позволила сократить время технологических операций, повысить качество работы оборудования, значительно облегчить работу технологическому персоналу батареи.

ОБЪЕКТЫ ХИМИИ

АСУ ТП объектов химии охватывает следующие технологические процессы: охлаждение прямого коксового газа и конденсация содержащихся в его составе паров воды и смолы, очистка газа от туманообразной смолы в электрическом поле высокого напряжения, а также хемосорбционные процессы, происходящие при улавливании из коксового газа аммиака, пиридиновых оснований и сероводорода. Для отсасывания коксового газа из камер коксовой печи и транспортировки его вплоть до потребителей служат газовые насосы — нагнетатели.

Первичное охлаждение коксового газа осуществляется в газосборниках, при этом происходит интенсивная конденсация паров смолы, которая вместе с аммиачной водой стекает в механизированные осветлители насосной конденсации. Главной целью

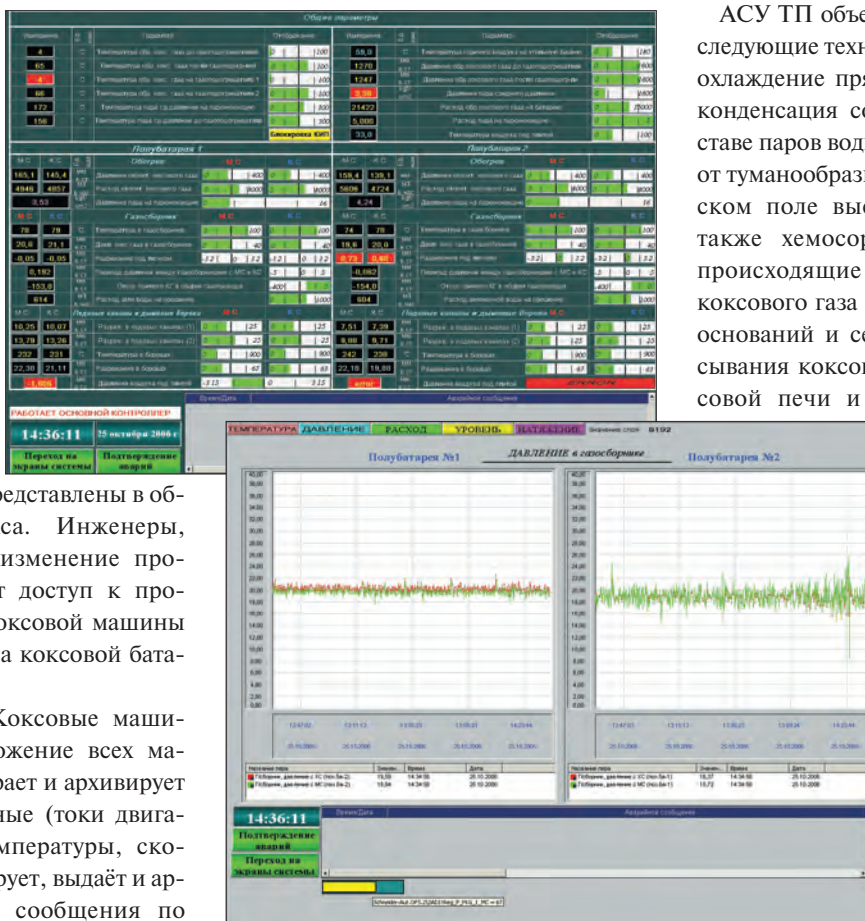


Рис. 7. Таблица контролируемых параметров и графики



Рис. 8. ЖК-панель в кабине машиниста



Рис. 9. Позиционирование коксовой машины с использованием датчиков и кодовых пластин

дальнейшего охлаждения газа является уменьшение его объёма для снижения расхода энергии на сжатие газа в нагнетателях. Выделение подавляющей части смолы в холодильниках позволяет исключить загрязнение аппаратуры для улавливания химических продуктов коксования и отложение смолы и нафталина в газопроводах. Значительное количество смоляного тумана оседает в турбоагнетателях под действием центробежной силы. Окончательная очистка газа от смоляного тумана производится в электрофильтрах. В процессе охлаждения газа часть аммиака растворяется в конденсирующихся водяных парах, образуя надсмольную воду. На аммиачной установке производится обесфеноливание аммиачной воды и выделение летучего и связанного аммиака из надсмольной воды [2].

На участке объектов химии контроллеры управляют механизмами, ведут автоматическое регулирование различных параметров (рис. 10). Шкафы с PLC и удалёнными модулями ввода-вывода установлены в помещениях насосной конденсации, машинного зала и аммиачного отделения. Пульты управления находятся в служебных корпусах.

Внедрение АСУ ТП на данном участке комплекса позволяет персоналу держать под контролем и своевременно диагностировать большое количество механизмов и оборудования, расположенного не только внутри служебных корпусов, но и на рабочей площадке. Автоматическое регулирование температуры коксового газа после промышленных газовых холодильников (ПГХ) и агрегатов воздушного охлаждения газа (АВОГ), автоматическое управление клапанами на газосборнике и байпасе нагнетателей позволили:

- снизить количество отложений смолы и нафталина в трубопроводах;
- уменьшить энергозатраты за счёт поддержания на заданном уровне объёма охлаждённого газа, поступающего на нагнетатель;
- стабилизировать работу машинного зала, обслуживающего не только комплекс КБ № 5, но и другие коксовые батареи завода;
- отслеживать и архивировать изменяемые параметры;
- изменять задание автоматическим регуляторам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплекс КБ № 5 производительностью более одного миллиона тонн кокса в год по своим технологическим, экономическим показателям, а также по уровню автоматизации не имеет аналогов в России. Ввод в эксплуатацию нового производства позволил организовать для жителей города 400 новых рабочих мест, что очень важно, так как ОАО «Алтай-Кокс» является градообразующим предприятием. Условия труда на новом комплексе качественно отличаются от условий на действующих батареях, характер труда стал более интеллектуальным и более привлекательным для высококвалифицированных кадров.

Существенным достижением явилось то, что в результате автоматизации технологических процессов удалось

снизить количество вредных выбросов в атмосферу на 46%.

Среди несомненных достоинств внедрённой АСУ ТП следует особо отметить открытость данной системы. В планах реконструкции завода предполагается расширить существующую систему за счёт модернизации действующих производств. Выбранная концепция построения АСУ ТП и используемые в ней программно-технические средства позволяют сделать это без особых проблем. ●

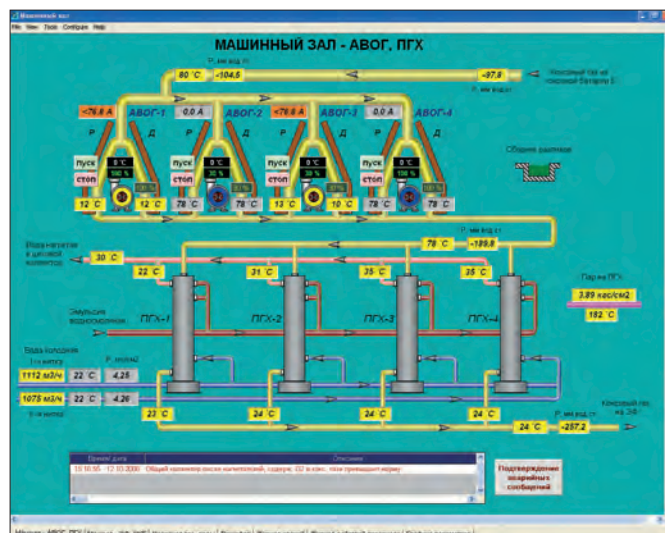


Рис. 10. Параметры объектов химии на мнемосхеме машинного зала

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник коксохимика: Справочник в 6 томах / Под ред. А.К. Шелкова. — М.: Металлургия, 1964. — Т. 1.
2. Лейбович Р., Обуховский Я., Сатановский С., Кутовой П. Технология коксохимического производства. — М.: Металлургия, 1974.

Авторы — сотрудники ЗАО «Тяжпромсервис»
Телефон/факс: (8-3843) 74-3598