

Автоматизация комплекса переработки жидких радиоактивных отходов

Ашот Алексанян, Наталья Витик, Александр Ермолаев, Федор Лифанов, Владимир Маслов, Виктор Семенов, Игорь Соболев

Технология переработки жидких радиоактивных отходов (ЖРО) методом остекловывания является одним из перспективных направлений. Она позволяет получить отвержденный продукт высокого качества, обеспечивающий длительное хранение и обладающий высокой химической стойкостью.

Основные технологические этапы переработки включают в себя выпаривание ЖРО до определенной концентрации, смешивание со стеклообразующими добавками, подачу готовой шихты в индукционный водоохлаждаемый плавитель, плавление, слив в контейнеры, отжиг полученных стеклоблоков в печи и их выгрузку на захоронение. Важную роль играют также системы вентиляции и газоочистки.

В составе установки около 150 управляемых аппаратов. Учитывая необходимость соблюдения технологических режимов и требований радиационной безопасности, на установке предусматриваются контроль и регулирование основных технологических параметров, что соответствует примерно 200 аналоговым и 250 дискретным сигналам. В соответствии с требованиями обращения с радиоактивными отходами аппараты, а также технологические линии герметизированы и находятся под разрежением, что затрудняет технологический контроль. Большое число органов управления и показывающих приборов делает практически невозможным ручное управление, которое вследствие неоперативности технолога может привести к аварийным ситуациям.

Для решения указанных проблем была разработана и в настоящее время внедрена гибкая двухуровневая система автоматизированного управления, представленная на рис. 1. Она предусматривает замену используемой СМ1634 на более современную систему управления с обеспечением минимального объема переделок. Было принято решение использовать из состава СМ1634 смонтированное кроссовое поле, модули нормализации входных аналоговых сигналов типа А613-11 и модули гальванической развязки входных дискретных сигналов типа А621-2.

Нижний уровень управления (НУУ) реализован на базе программируемых модульных высоконадежных контроллеров MicroPC фирмы Octagon Systems (рис. 2), обеспечивающих работу на стандартной шине IBM PC. Верхний уровень управления (ВУУ) реализован на базе персональных ЭВМ IBM PC с необходимой периферией.

Организовано несколько режимов управления технологическим процессом:

- ручное управление от клавиатуры персонального компьютера или манипулятора «мышь» с помощью экранных форм. Процесс управления сопровождается «советчиком оператора-технолога», блокирующим неправильные действия оператора;
- автоматизированное управление от ВУУ с возможностью передачи управления оператору на любом этапе технологического процесса.

В функции НУУ входит прием сигналов от датчиков, их обработка, контроль и регулирование технологических параметров. Общий вид участка газоочистки представлен на рис. 3. С помощью локальных систем НУУ контроль и регулирование технологических параметров производится независимо от оператора, который, конечно, получает информацию об их нормальном или аварийном значении. Локальные системы контроля и регулирования обеспечивают не только

(C) 1997 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

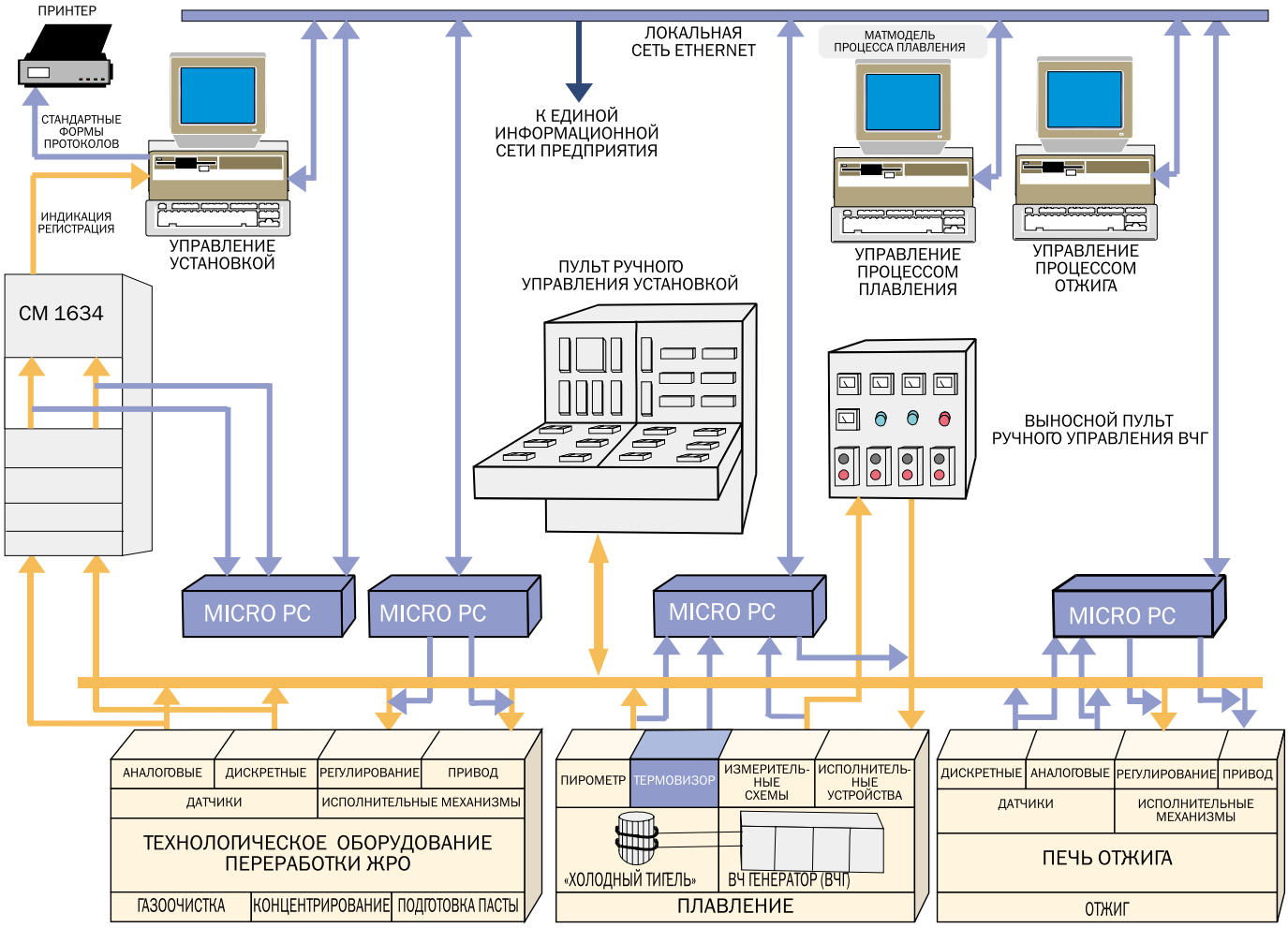

Рис. 1. Структурная схема системы управления установкой остекловывания жидких радиоактивных отходов

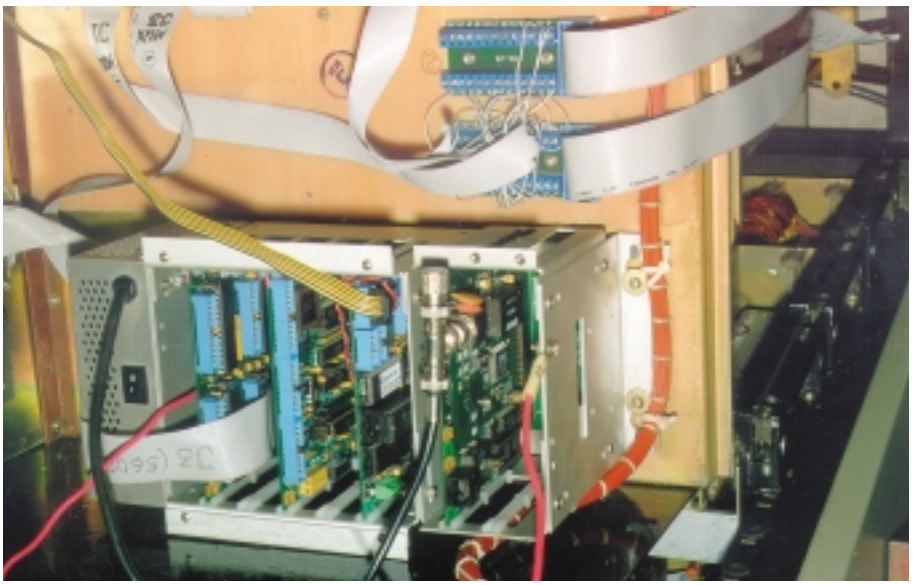

Рис. 2. Контроллер печи отжига на базе MicroPC

контроль технологических параметров, но и анализ их изменения во времени и сопоставление связанных параметров.

Верхний уровень управления осуществляет супервизорный режим управления, заключающийся в контроле за аппаратурой нижнего уровня, отображении оперативной информации на мониторе (мнемосхема, текущие значения технологических параметров, текстовая информация) в режиме реального времени, формировании базы данных (тексты «советчика оператора-технолога», справочная информация, протокол ведения технологического процесса). На ВУУ производится анализ правильности действий оператора-технолога при ручном управлении процессом.

ВУУ организован на персональной ЭВМ типа IBM PC, обеспечивающей поддержку необходимых периферийных устройств. В качестве программного обеспечения используется Трейс Моуд версии 4.20 фирмы AdAstra, установленное на центральном пульте оператора-технолога (рис. 4).

Связь между верхним и нижним уровнями управления осуществляется через локальную сеть Ethernet. Предусматривается возможность включения системы в единую информационную сеть АСУ технологическими процессами переработки радиоактивных отходов для учета параметров отходов при их поступлении на предприятие, переработке и захоронении.

Одной из важнейших составляющих ВУУ является организация информационных полей в фрагментах мнемосхемы на экране монитора. Фрагменты мнемосхемы (рис. 5) были разделены на три зоны:

(C) 1997 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru



Рис. 3. Так выглядит участок газоочистки

работающее оборудование (вращение мешалок, лопастей вентиляторов и насосов). Технологические параметры регистрируются и архивируются, что позволяет автоматически сформировать протокол ведения технологического процесса (отчетный документ).

Наиболее сложной в управлении является система «плавитель-высокочастотный генератор» (ВЧГ), для управления которой разработана специальная математическая модель. ВЧГ осуществляет индукционный нагрев шихты. В процессе плавления наблюдаются существенные динамические изменения параметров, в частности, параметров шихты (общий вид узла подготовки шихты представлен на рис. 6). Так как генератор является серийным изделием и его режимы зависят от большого числа технологических параметров, понадобилось оснащение его пультом дис-



Рис. 4. Центральный пульт оператора-технолога

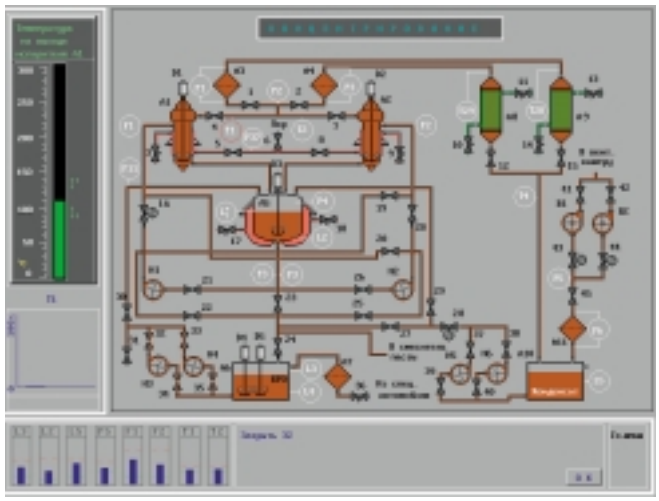

Рис. 5. Фрагмент мнемосхемы установки по переработке радиоактивных отходов

- в первой зоне, занимающей основную часть экрана, под заголовком размещается фрагмент технической схемы;
- во второй зоне, расположенной в нижней части экрана, выводятся в виде гистограмм значения основных технологических параметров данного фрагмента для оценки состояния процесса. Здесь же выводятся текстовые сообщения «советчика» и меню для перехода к другим фрагментам мнемосхемы;
- в третьей зоне, расположенной в левой части экрана, может быть вызван любой контролируемый параметр, и его текущее значение изображается в виде шкалы показывающего прибора.

Возможности программного пакета позволяют с помощью мультипликации показать прохождение потоков участвующих в техпроцессе веществ и



Рис. 6. Так выглядит узел подготовки шихты

(C) 1997 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

танционного управления и разработка автоматизированной системы управления ВЧГ. Технические решения и принципы организации системы управления позволяют:

- исключить неверные действия оператора, уменьшить вероятность аварийных ситуаций и вывода из строя дорогостоящего оборудования;
- проводить процесс в строгом соответствии с технологическим режимом, в том числе в момент старта;
- освободить оператора от постоянного и напряженного контроля за режимами ВЧГ и неизбежных в ручном режиме перерегулировок вследствие инерционности регулируемых параметров.

В технологической последовательности с этой системой находится транспортный узел с печью отжига стеклоблоков. Структурная схема системы управления печью отжига дана на рис. 7. Узел является довольно сложным в управлении, так как одна и та же механическая система перемещает контейнеры в зоне слива и отжига. При этом слив и перемещение должны быть согласованы по времени, а кроме того, должен быть выдержан режим отжига в печи для каждого контейнера. Автоматизированная система управления данным узлом отличается большим количеством блокировок и сложным алгоритмом управления.

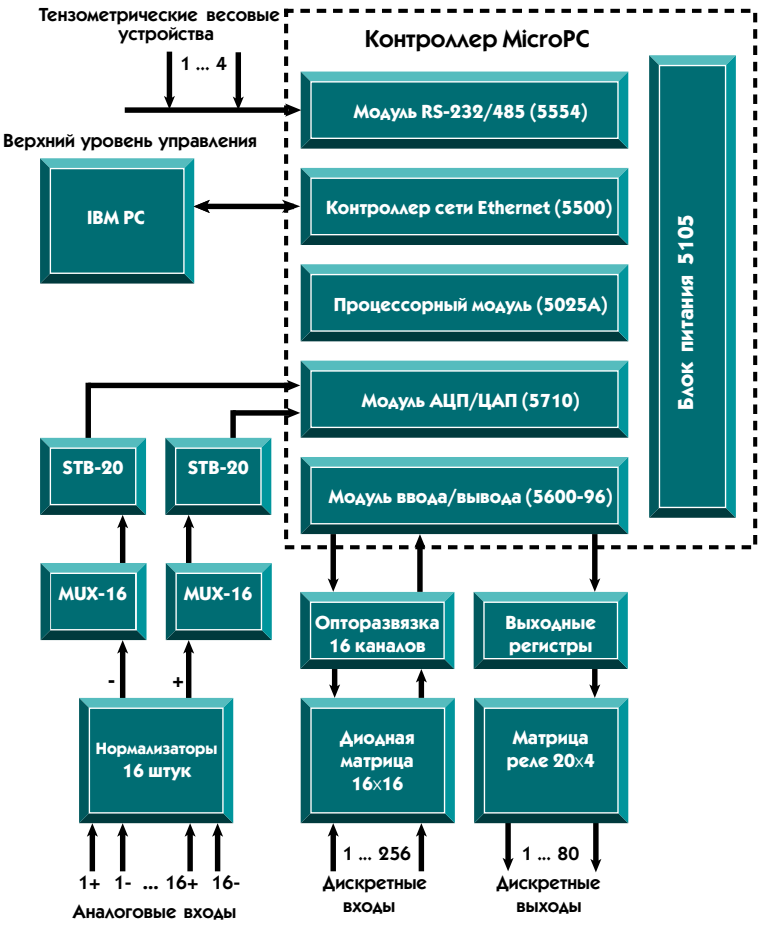

Рис. 7. Структурная схема системы управления печи отжига

В целом разработанная автоматизированная система управления отвечает всем требованиям, предъявляемым к системам переработки радиоактивных отходов (оперативность, надежность и т. д.) и может успешно внедряться на перерабатывающих и химических предприятиях. Следует обратить внимание на опыт замещения отечественного морально устаревшего управляющего комплекса на современные средства автоматизированного управления наиболее экономичным и целесообразным способом. ●

(C) 1997 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru