

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСОМ ПО ГИДРИРОВАНИЮ ДРОБИ ТИТАНА**

*Д. Т. Ситдиков, А. И. Гуркин, А. Н. Дмитриенко, А. В. Курякин,  
М. В. Логинов, А. А. Юхимчук*

РФЯЦ-ВНИИЭФ, г. Саров Нижегородской обл.

*В докладе описываются основные этапы создания автоматизированной системы контроля и управления (АСКУ) комплексом по гидрированию дроби титана, описаны главные элементы АСКУ и принцип их работы.*

### **Введение**

Для создания современной биологической защиты реакторных установок в настоящее время разрабатывается композитный материал, в котором используется дробь гидрированная титана (ДГТ) [1, 2]. Технологический процесс гидрирования дроби титана является длительным многоэтапным процессом, требующим постоянный мониторинг состояния узлов установки (регистрация температуры, давления, потока газа, потока воды в системе охлаждения, состояния запорной арматуры и т.п.), что затрудняет обслуживание установок без существенной автоматизации всего технологического процесса. Поэтому параллельно с проектированием установок по производству ДГТ прорабатывалась возможность автоматизации всего производственного процесса. В настоящей работе описаны основные этапы создания автоматизированной системы контроля и управления (АСКУ) комплексом по гидрированию дроби титана, описаны главные элементы АСКУ и принцип их работы.

### **Структура установки по получению ДГТ**

На рис. 1 представлен общий вид установки по получению ДГТ. Установка конструктивно состоит из двух взаимосвязанных между собой элементов: печного блока и газовакуумной системы.

Печной блок установки обеспечивает нагрев и поддержание заданной температуры дроби титана в течение всего технологического процесса. Газовакуумная система предназначена для вакуумирования коммуникаций установки и баллонных постов, подачи в аппарат с заданной скоростью необходимого количества водорода и гелия. В ходе отработки возможных вариантов реализации аппаратной части АСКУ, с целью уменьшения влияния помех, облегчения проведения профилактических работ и монтажа/демонтажа установки,

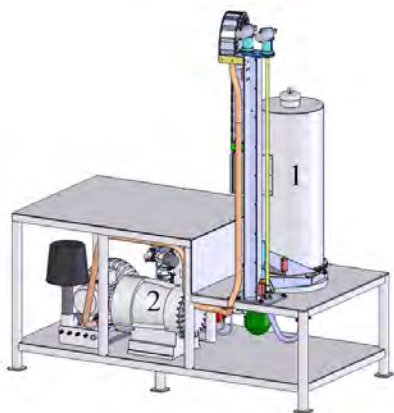


Рис. 1. Общий вид установки для получения ДГТ: 1 – печной блок; 2 – газовакуумная система

было принято решение конструктивно разделить АСКУ на четыре блока. Общий вид и назначение каждого блока автоматике описано ниже.

### Аппаратная часть АСКУ

Конструктивно аппаратный комплекс АСКУ (см. рис. 2) состоит из шести связанных между собой элементов: блока печного (А1), блока регистрации и управления (А2), блока термодарного (А3), блока управления силового (А4), управляющего (ПК\_1) и удаленного (ПК\_0) компьютеров. АСКУ представляет собой распределенную сеть, состоящую из двух персональных компьютеров (ПК\_1, ПК\_0) и набора автономных сетевых модулей аналогового и цифрового ввода/вывода серии I-8700 и I-7000, входящих в состав блоков (А1, А2, А3 и А4).

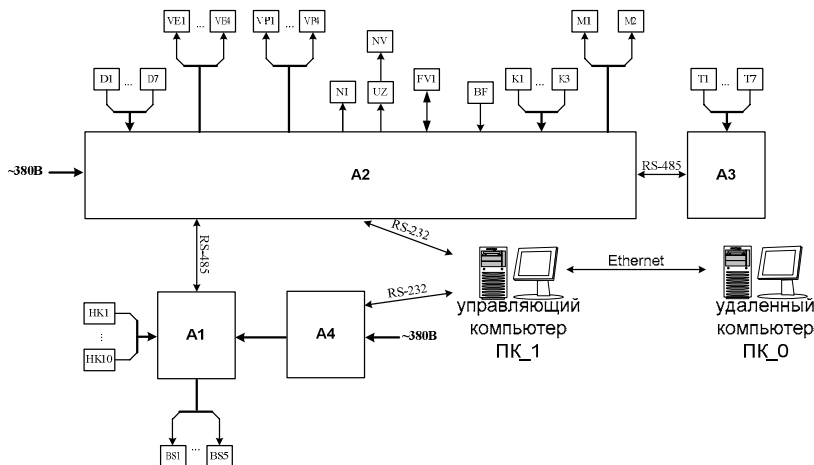


Рис. 2. Блок-схема АСКУ: А1 – блок печной; А2 – блок регистрации и управления; А3 – блок термодарный; А4 – блок управления силовой; ПК\_1 – управляющий компьютер; ПК\_0 – удаленный компьютер; D1...D7 – датчики давления; VE1...VE4 – вентили электромагнитные; VP1...VP4 – вентили пневматические; NI – насос форвакуумный; UZ – частотный преобразователь; NV – воздуходувка; FV1 – регулятор расхода газа; BF – датчик скорости течения жидкости; K1...K3 – концевые выключатели; M1, M2 – электроприводы; T1...T7 и НК1...НК10 – термопары типа хромель алюмель; BS1...BS5 – нагреватели кольцевые керамические

Блок печной **A1** (см. рис. 3) располагается непосредственно на печном блоке аппарата гидрирования. Его функции:

- Измерения температур кольцевых керамических нагревателей;
- Электрическое подключения нагревательных элементов к блоку управления силовому.



Рис. 3. Блок печной A1

Блок управления газовакуумной системой **A2** (см. рис. 4) обеспечивает контроль и управления следующими узлами установки:

- Измерение вакуума в газовых коммуникациях установки: до  $10^{-5}$  бар, 2 канала;
- Измерение давления в газовых коммуникациях установки: до 250 бар, 5 каналов;
- Управление регулятором расхода газа для контролируемой подачи водорода в процессе гидрирования: выбор режима работы – открыт/закрыт/поддержание заданного расхода, измерение текущего расхода газа, до 50 л/мин, 1 канал;
- Управление пневматическими вентилями в линии высокого давления до 250 бар, 4 канала;
- Управление электромагнитными вентилями в линии низкого давления до 2 бар, 4 канала;
- Контроль потока воды в системе охлаждения установки, 1 канал;
- Обеспечение бесперебойного питания всех измерительных линий в течение 40 минут;
- Управление воздушудвкой с помощью частотного преобразователя, 1 канал;
- Управление электроприводами колпака и печного блока, контроль крайних положений с помощью концевых выключателей, контроль потребляемой приводом мощности;
- Управление насосом форвакуумным, 1 канал;
- Контроль состояния электропитания всех узлов установки.



Рис. 4. Блок регистрации и управления А2

Измерения термо-ЭДС термопар, контролирующих температуру внутри аппарата гидрирования, осуществляется блоком А3 (см. рис. 5).

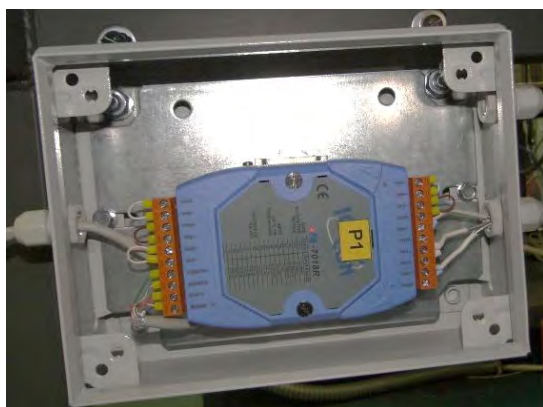


Рис. 5. Блок термопарный А3

Блок управления силовой А4 (см. рис. 6) обеспечивает:

- Управление нагревателями печного блока;
- Контроль наличия напряжения в цепи питания нагревателей.



Рис. 6. Блок управления силовой А4

АСКУ представляет собой распределенную сеть, состоящую из персональных компьютеров и набора автономных сетевых модулей аналогового и цифрового ввода/вывода серии I-7000 фирмы ICP-DAS, входящих в состав блоков автоматики.

Сердцем системы является управляющий компьютер **ПК\_1**, находящийся непосредственно на установке. Он обеспечивает сбор данных с блоков автоматики, их обработку и отправку соответствующих команд на исполнительные элементы. Контроль и управление технологическим процессом обслуживающим персоналом осуществляется с удаленного компьютера **ПК\_0**, расположенного в операторской. Удаленный компьютер позволяет одновременно управлять несколькими установками с одного рабочего места. Программное обеспечение построено таким образом, что в сети может находиться только один удаленный компьютер, обеспечивая тем самым защиту от несанкционированного подключения. Так же предусмотрена возможность удаленного подключения пользователей с целью контроля за текущим состоянием технологического процесса, без возможности управления им. Это обеспечивает постоянный контроль за процессом и позволяет удаленно контролировать правильность действий обслуживающего персонала.

### ***Программная часть АСКУ***

Программное обеспечение АСКУ базируется на пакете CRW-DAQ (Свидетельство РФ об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006612848 от 10.08.2006 г.), который разработан для использования в операционной среде Windows 2000/XP/Vista/W7. Пакет обеспечивает работу с модулями аналогового и цифрового ввода/вывода серии I-7000 и I-8700, позволяет отображать измеряемые данные в текстовой и графической форме в реальном времени, а также строить пользовательский интерфейс для управления программой в удобной для оператора форме в виде мнемосхем.

Реализованное на базе пакета CRW-DAQ программное обеспечение комплекса по гидрированию дроби титана обеспечивает:

- Отображение контролируемых аналоговых параметров в реальном времени;
- Управление всеми узлами установки (вкл/выкл насоса и т. п.);
- Отображение текущего состояния узлов установки (вентиль открыт/закрыт и т. п.).

Для отображения состояний основных параметров установки и управления, разработан графический интерфейс, основанный на активных графических мнемосхемах.

На рис. 7 представлен вид основной мнемосхемы на управляющем компьютере. Управляющий компьютер расположен непосредственно на установке, поэтому управление всем технологическим процессом непосредственно с него затруднительно. Основные функции мнемосхемы управляющего компьютера – максимально информативно отображать текущее состояние технологического процесса и позволять оперативно производить простые технологические операции.

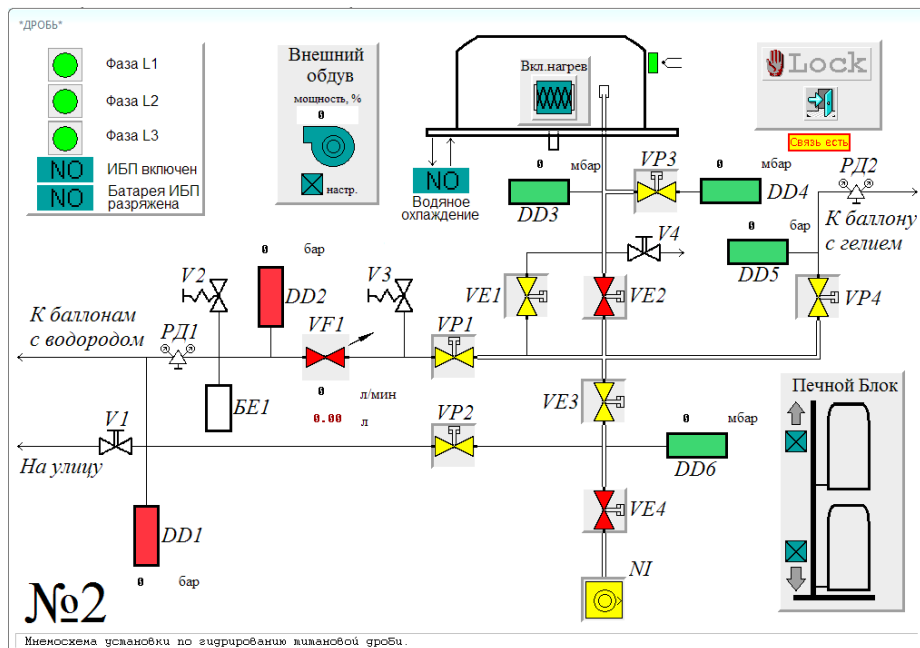


Рис. 7. Вид основной мнемосхемы на управляющем компьютере

Удаленный компьютер, напротив, расположен в операторской, вдали от работающего оборудования. Мнемосхема управляющего компьютера более информативна и позволяет детально контролировать и управлять всем технологическим процессом. Вид основной мнемосхемы на удаленном компьютере представлен на рис. 8.

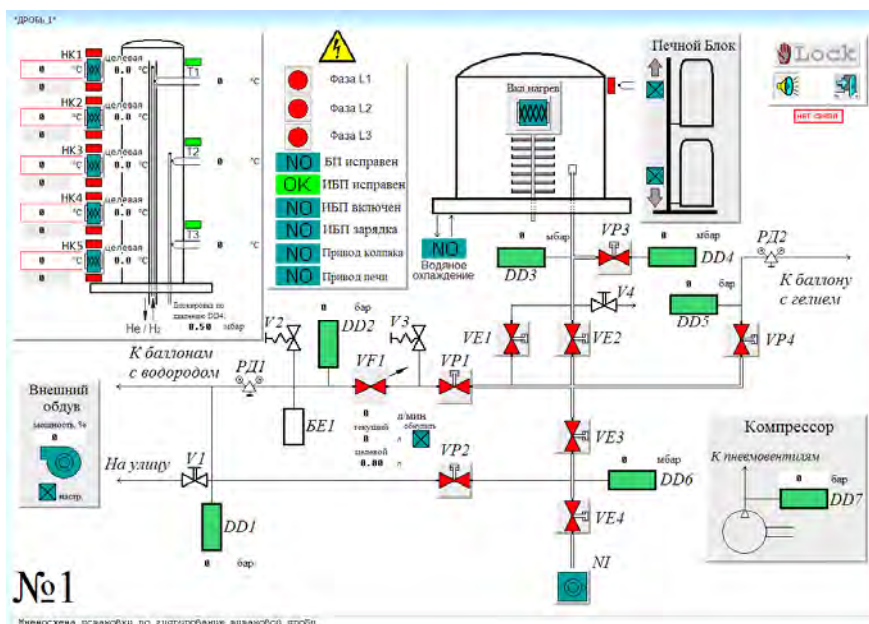


Рис. 8. Вид основной мнемосхемы на удаленном компьютере

В целях исключения повреждения и для безопасности функционирования отдельных узлов установки при работе в управляющей программе АСКУ реализованы следующие программные блокировки:

- автоматическое закрытие пневматических вентилях при чрезмерно высоком давлении в газовых коммуникациях аппарата;
- автоматическое блокирование электропитания всех нагревателей при недостаточном потоке воды в системе охлаждения установки, при температуре любого из нагревателей больше 800 °С, при отсоединении разьема термодпарного или силового и при поднятии печного блока;
- электроприводы колпака и печного блока автоматически обесточиваются при чрезмерном увеличении потребляемой мощности.

## Заключение

В ходе работы проведена отработка всех элементов аппаратной части автоматизированной системы контроля и управления технологическим процессом гидрирования дроби титана, реализован и отработан программный код для АСКУ в пакете CRW-DAQ. Оптимизирована конструкция отдельных узлов системы автоматики с целью уменьшения влияния помех, облегчения проведения профилактических работ и монтажа/демонтажа установки. Проведена оптимизация интерфейса программы управления. Отработаны и реализованы программные блокировки, обеспечивающие безопасное проведение всего производственного цикла.

В результате была разработана автоматизированная система контроля и управления технологическим процессом гидрирования дроби титана адап-

тированная к возможным условиям промышленного изготовления. Автоматизация процесса гидрирования дроби титана существенно облегчила, ускорила и обезопасила весь технологический процесс, а также увеличила производительность установок и качество конечного продукта.

### **Список литературы**

1. Павленко В. И., Рахимбаев Ш. М., Береснев В. М., Колесников Д. А., Кирияк И. И. Бетон биологической защиты для ядерных реакторов РБМК // ISSN 1562-6016, ВАНТ, № 2(78), 2012.
2. Биологическая защита ядерных реакторов: Справочник / Сокр. пер. с англ. // Под ред. Ю. А. Егорова. М.: «Атомиздат», 1965.