

УДК 66.012-52

Автоматизированная система контроля и управления комплексом по гидрированию дроби титана

Приведено описание автоматизированной системы контроля и управления производственно-технологическим комплексом по гидрированию дроби титана. Дробь титана используется в качестве материала биологической защиты ядерных реакторных установок.

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

Введение

Для создания современной биологической защиты ядерных реакторных установок разрабатывается композитный материал с использованием дроби гидрированной титана (ДГТ) [1, 2]. Технологический процесс гидрирования дроби титана – процедура длительная и многоэтапная, требующая постоянного мониторинга состояния узлов установки (регистрации температуры, давления, потока газа, потока воды в системе охлаждения, состояния запорной арматуры и т. п.). Это затрудняет обслуживание установок без существенной автоматизации всего технологического процесса. Поэтому параллельно с проектированием установок по производству ДГТ прорабатывалась возможность автоматизации производственного процесса.

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

Структура установки по получению ДГТ

На рис. 1 показана установка по получению ДГТ, состоящая из двух взаимосвязанных элементов: печного блока и газовакуумной системы. Печной блок обеспечивает нагрев и поддержание заданной температуры дроби титана в течение всего процесса гидрирования. 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 было принято решение конструктивно разделить АСКУ на четыре блока управления и два управляющих компьютера. Общий вид и характеристики каждого блока автоматики приведены ниже.

Аппаратная часть АСКУ

Конструктивно аппаратный комплекс АСКУ состоит из шести связанных между собой элементов: блока печного (А1), блока регистрации и управления (А2), блока термопарного (А3), блока управления силовой (А4), управляющего (ПК_1) и удаленного (ПК_0) компьютеров (рис. 2). 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–А4.



Рис. 1. Общий вид установки для получения ДГТ

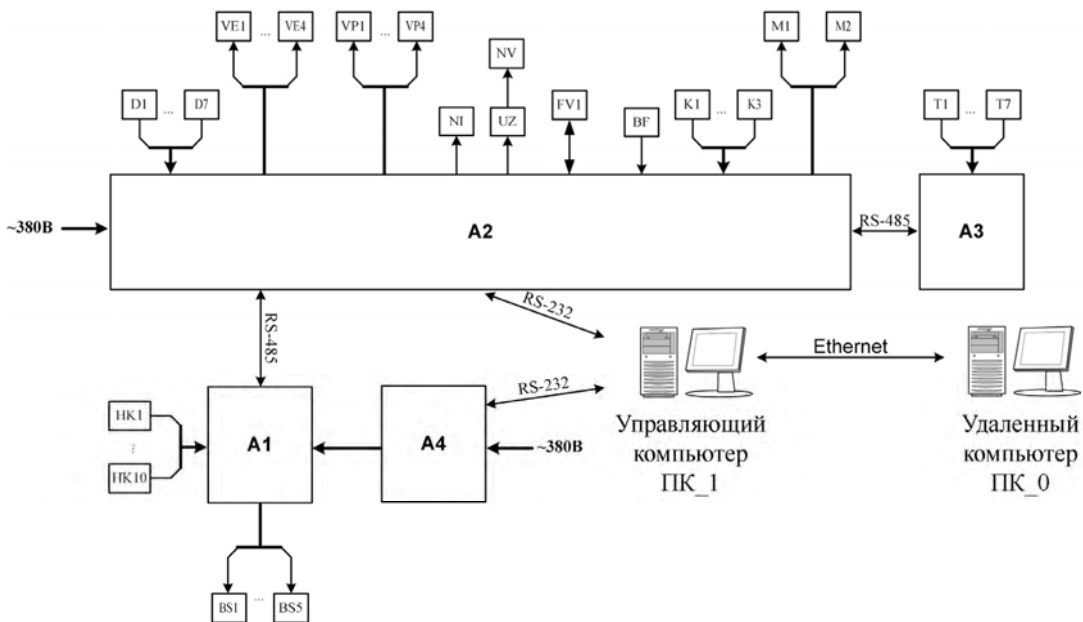


Рис. 2. Блок-схема АСКУ: А1 – блок печной; А2 – блок регистрации и управления; А3 – блок термопарный; А4 – блок управления силовой; ПК_1 – управляющий компьютер; ПК_0 – удаленный компьютер; D1–D7 – датчики давления; VE1–VE4 – вентили электромагнитные; VP1–VP4 – вентили пневматические; NI – насос форвакуумный; UZ – частотный преобразователь; NV – воздуходувка; FV1 – регулятор расхода газа; BF – датчик скорости течения жидкости; K1–K3 – концевые выключатели; M1, M2 – электроприводы; T1–T7 и HK1–HK10 – термопары типа хромель-алюмель; BS1–BS5 – нагреватели кольцевые керамические

Блок А1 (рис. 3) предназначен для измерения термоЭДС термопар НК1–НК10, расположенных на кольцевых керамических нагревателях BS1–BS5 печного блока и электрического подключения нагревательных элементов BS1–BS5 к блоку А4.

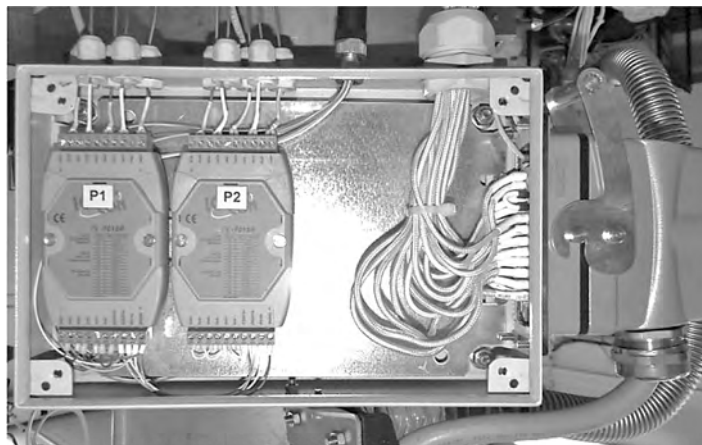


Рис. 3. Блок печной А1

Блок А2 (рис. 4) обеспечивает:

- питание датчиков давления DD1, DD2, DD3, DD5 и DD7 напряжением 24 В и измерение их выходных сигналов;
- питание датчиков вакуума DD3 и DD6 напряжением 24 В и измерение их выходных сигналов;
- управление электроприводами печного блока (M1) и колпака (M2);
- контроль текущего состояния концевых выключателей К1–К3, расположенных на печном блоке и колпаке аппарата гидрирования;
- управление (включение/выключение) и контроль состояния форвакуумного насоса NI;
- управление воздуходувкой NV с помощью частотного преобразователя UZ;
- управление (включение/выключение) и контроль состояния электромагнитных VE1–VE4 и пневматических VP1–VP4 вентиляей;
- питание регулятора расхода газа FV1 напряжением 24 В, управление регулятором расхода газа и измерение его выходного сигнала;
- питание датчика скорости течения воды BF напряжением 24 В и измерение его выходного сигнала;
- поддержание температуры внутри блока А2 менее 35 °С;
- контроль наличия напряжения в трехфазной цепи питания блока А2;
- бесперебойное электропитание всех измерительных каналов и управляющего компьютера ПК_1.

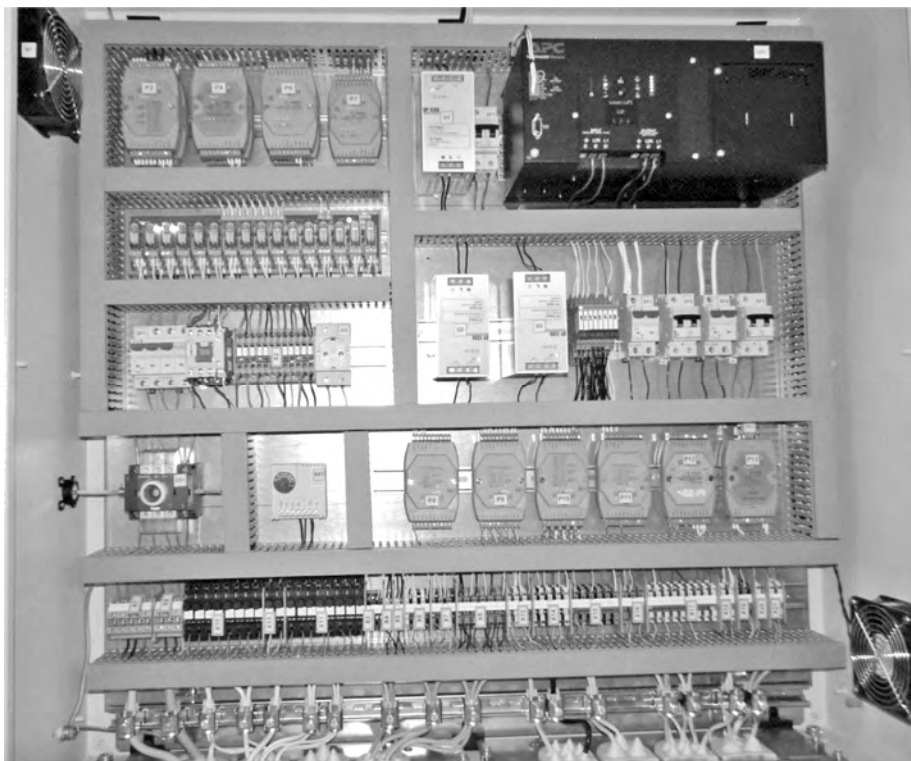


Рис. 4. Блок регистрации и управления А2

Блок А3 (рис. 5) предназначен для измерения термоЭДС термопар Т1–Т7, контролирующих температуру внутри аппарата гидрирования.

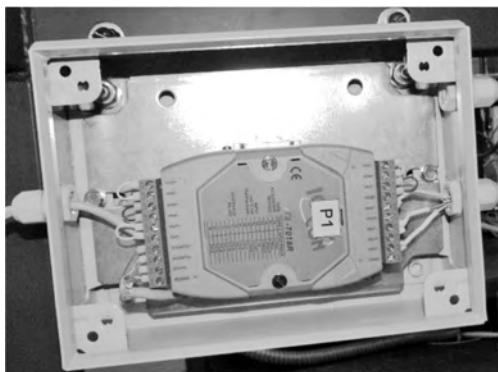


Рис. 5. Блок термопарный А3

Блок А4 (рис. 6) обеспечивает:

- управление нагревателями печного блока BS1–BS5;
- контроль наличия напряжения в однофазной цепи питания нагревателей BS1–BS5;
- поддержание температуры внутри блока А4 менее 35 °С.



Рис. 6. Блок управления силовой А4

Управляющий компьютер ПК_1 обеспечивает:

- обмен данными с модулями удаленного аналогового и дискретного ввода/вывода, входящими в состав блоков А1–А4, через последовательные СОМ порты на скорости 115200 Бод;
- передачу регистрируемых параметров через сеть Ethernet по протоколу DIM на ПК_0;
- управление элементами установки по определенному алгоритму в автоматическом режиме;
- преобразование измеренных аналоговых значений в физические величины;
- обработку данных;
- подачу управляющих сигналов;
- программные блокировки;
- графический интерфейс для управления установкой;
- графический интерфейс для наблюдения аналоговых параметров;
- сохранение протокола работы комплекса на жестком диске.

Удаленный компьютер ПК_0 обеспечивает:

- прием всех регистрируемых параметров от ПК_1 через сеть Ethernet по протоколу DIM;
- возможность управления несколькими установками по гидрированию дроби титана (до 8 установок), подключенными в одну сеть Ethernet;
- графический интерфейс для управления установкой;
- графический интерфейс для наблюдения аналоговых параметров;
- звуковое сопровождение;
- сохранение протокола работы комплекса на жестком диске.

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 режиме реального 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 дробы титана обеспечивает:

- непрерывный дистанционный мониторинг основных физических параметров установки (температуры, давления, вакуума и расхода газа);
- отображение результатов измерений на экране компьютера в виде мнемосхем и графиков;
- управление печным блоком;
- управление форвакуумным насосом;
- управление подъемным механизмом печного блока и колпака;
- управление воздуходувкой;
- управление регулятором расхода газа;
- управление частотным преобразователем;
- контроль потока воды в системе охлаждения;
- управление электромагнитными и пневматическими вентилями;
- оповещение персонала об изменениях, происходящих в комплексе (например, срабатывании блокировок) путем подачи звуковых сигналов и речевых сообщений;
- непрерывное сохранение данных измерений в файлах на жестком диске персонального компьютера;
- передачу регистрируемых параметров через сеть Ethernet по протоколу DIM.

Для отображения состояний основных параметров установки и управления разработан графический интерфейс, основанный на активных графических мнемосхемах. На рис. 7 показана основная мнемосхема на управляющем компьютере. Управляющий компьютер расположен непосредственно на установке, поэтому управлять всем технологическим процессом с него затруднительно. Основные функции мнемосхемы управляющего компьютера – максимально информативно отображать текущее состояние технологического процесса и обеспечивать оперативное выполнение простых технологических операций.

Удаленный компьютер, напротив, расположен в операторской, вдали от работающего оборудования. Мнемосхема управляющего компьютера более информативна и позволяет детально контролировать весь технологический процесс и управлять им. Основная мнемосхема на удаленном компьютере показана на рис. 8.

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

- автоматическое закрытие пневматических вентилях VP1–VP4 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 разъема термопарного или силового и поднятии печного блока;
- электроприводы колпака и печного блока автоматически обесточиваются при чрезмерном увеличении потребляемой мощности.

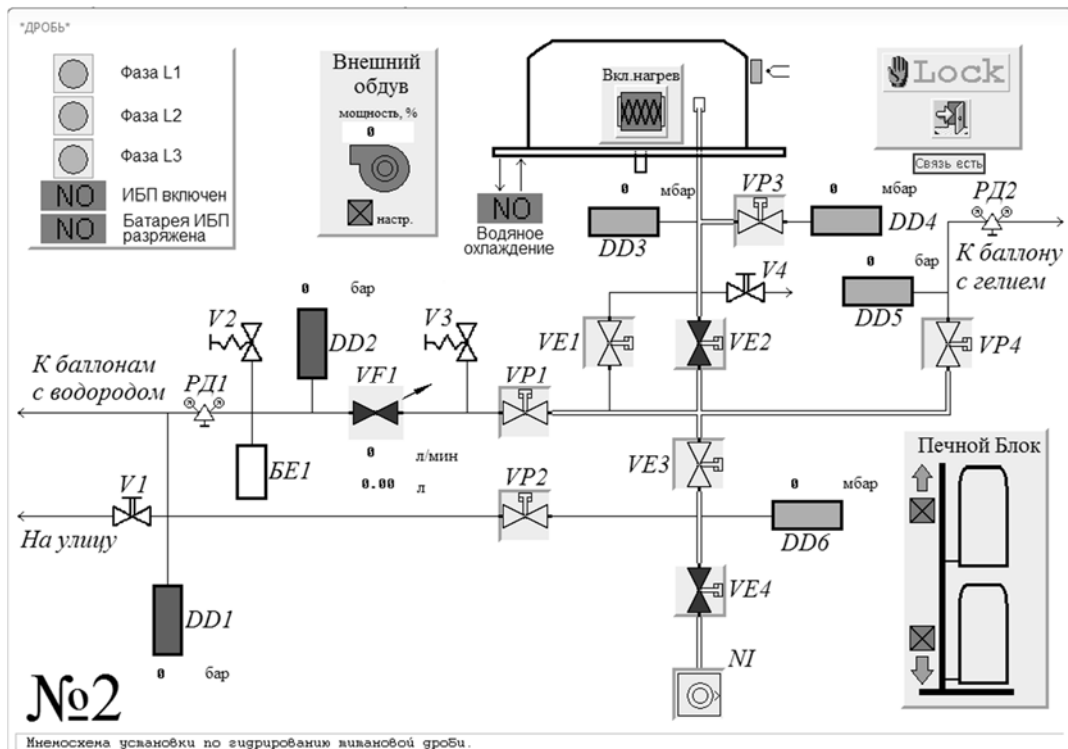


Рис. 7. Основная мнемосхема на управляющем компьютере

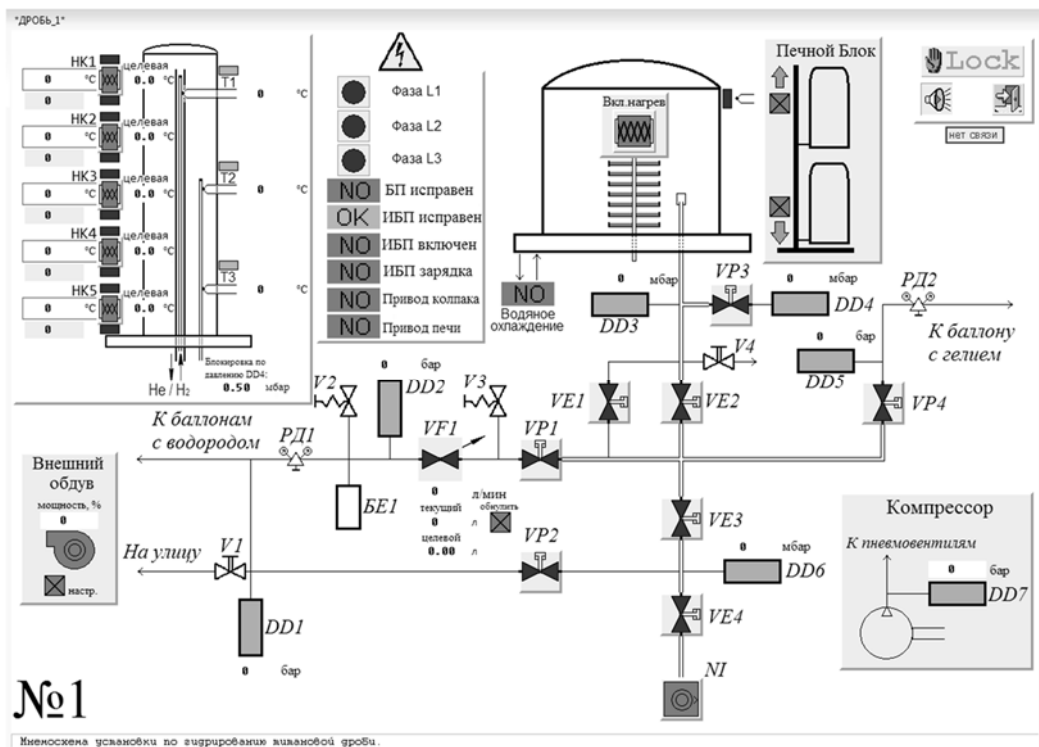


Рис. 8. Основная мнемосхема на удаленном компьютере

Заключение

Разработана автоматизированная система контроля и управления технологическим процессом гидрирования дробы титана, адаптированная к возможным условиям промышленного изготовления:

- отработаны все элементы аппаратной части автоматизированной системы контроля и управления технологическим процессом гидрирования дробы 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;
- оптимизирован интерфейс программы управления;
- отработаны и реализованы программные блокировки, обеспечивающие безопасное прохождение всего производственного цикла.

Автоматизация процесса гидрирования дробы 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. и др. Бетон биологической защиты для ядерных реакторов РБМК // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение. 2012. № 2(78).
2. Биологическая защита ядерных реакторов / Под ред. Ю. А. Егорова. – М.: Атомиздат, 1965.

The Automated System for Monitoring and Control of the Titanium Grit Hydrogenation Facility

D. T. Sitdikov, A. I. Gurkin, A. N. Dmitrienko, A. V. Kuryakin, M. V. Loginov, A. A. Yukhimchuk

It is given the description of the automated monitoring and control system for managing the titanium grit hydrogenation production process facility. The titanium hydride grit is used as a biological protection material in nuclear reactors.