

УДК 621.59(075.8)

А.А. Лапшин

ОАО «Криогенмаш», пр. Ленина, 67, г. Балашиха Московской области, РФ, 143907

e-mail: alapshin@cryogenmash.ru

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК И КИСЛОРОДНЫХ СТАНЦИЙ ПРОИЗВОДСТВА ОАО «КРИОГЕНМАШ»

При создании воздуходелительных установок (ВРУ) и кислородных станций нового поколения большое внимание уделяется разработке надёжных и современных систем автоматизации. Рассматриваются тенденции их развития для оснащения воздуходелительных установок и кислородных станций, которые разрабатываются и изготавливаются ОАО «Криогенмаш». Приводится описание структурного построения систем автоматизации, применяемого оборудования, системного и прикладного программного обеспечения. Анализируются особенности автоматизации технологического оборудования кислородной станции, в состав которой входит конкретная ВРУ. Излагаются вопросы обеспечения высокой надёжности, требуемого уровня отказоустойчивости и удобства обслуживания систем автоматизации.

Ключевые слова: Воздуходелительная установка. Кислородная станция. Система автоматизации. Автоматизированная система контроля и управления. Контроллер. Пультная станция. Приборы. Электротехническое оборудование. Надёжность.

A.A. Lapshin

AUTOMATION SYSTEMS OF AIR SEPARATION UNITS AND OXYGEN PLANTS BY MANUFACTURE OF JSC «CRYOGENMASH»

The much attention is given for development of the reliable and modern automation systems during creation of air separation units (ASU) and oxygen plants of new generation. Automation systems development tendencies for ASU and oxygen plants developed and manufactured by JSC «Cryogenmash» are considered. The article contains description of automation systems structural solutions, equipment and software applied. Special features of automation of the oxygen plant with concrete ASU are analyzed. Questions of providing maintenance and service convenience, high reliability, required level of fault tolerance for automation systems are stated.

Keywords: Air separation unit (ASU). Oxygen plant. Automation system. Controller. Panel station. Devices. Electrotechnical equipment. Reliability.

1. ВВЕДЕНИЕ

Современные системы автоматизации являются неотъемлемой частью любого технологического оборудования. Широкое распространение в 90-ых годах в России доступных конечным пользователям платформ свободно программируемых логических контроллеров (программно-технических средств) существенно расширило задачи, решаемые системами автоматизации. Современные алгоритмы контроля, защиты и управления, которые было сложно или невозможно реализовать с помощью ранее традиционных релейно-контакторных схем и контроллеров с «жёсткой» логикой, оказались легко осуществимыми с применением программно-технических средств, базирующихся на свободно-программируемой логике управления.

Следует отметить, что воздуходелительные установки (ВРУ) являются достаточно сложными (и в определённом смысле уникальными) объектами управления с непрерывным технологическим процессом. Как правило, данные установки обслуживают металлургические и химические предприятия, технологические процессы которых требуют непрерывной круглосуточной подачи технических газов. Это определяет высокий уровень требований к системе автоматизации с учётом также того, что на ряде объектов технологические потребности в технических газах обеспечиваются единственной установкой.

Следовательно, создание качественных, современных и высокоэффективных систем автоматизации ВРУ и производств технических газов является актуальной задачей.

2. СОЗДАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ В ОАО «КРИОГЕНМАШ»

Начиная с 1997 г., нашим предприятием создаются автоматизированные системы контроля и управления (АСКУ) ВРУ на базе программно-технических средств фирмы «Rockwell Automation Allen-Bradley» (США). За период 1996-2009 гг. в ОАО «Криогенмаш» разработано около 70-ти комплектов АСКУ, из них более 45-ти успешно эксплуатируются на различных объектах металлургической и химической промышленности.

Все работы по созданию АСКУ ведутся на предприятии собственными силами, без привлечения соисполнителей. Выполняемые работы включают:

- Разработку задания на выполнение раздела «Автоматизация» проектной документации. Задание передаётся в проектную организацию до завершения разработки АСКУ, что обеспечивает возможность создания проектной документации параллельно с работами по АСКУ.

- Создание конструкторской документации для изготовления устройств АСКУ, эксплуатационной документации и документации для монтажа АСКУ на объекте.

- Разработку прикладного программного обеспечения АСКУ.

- Изготовление устройств АСКУ (с законченным электрическим и пневматическим монтажом) и их отгрузку заказчику (см. рисунки 1 и 2).

- Калибровку измерительных каналов измерительно-вычислительного и управляющего комплекса с разработкой методики калибровки и оформлением сертификата (аттестат аккредитации на право проведения калибровочных работ № 092039).

- Шеф-монтаж и авторский надзор на объектах, включая работы по загрузке и тестированию прикладного программного обеспечения АСКУ.

Создание АСКУ ВРУ собственными силами обеспечивает их высокое качество и способствует накоплению опыта. Разработка документации и программного обеспечения сконцентрированы в рамках отдела АСУ и КИП и выполняются специалистами, досконально знающими специфику управления ВРУ.

Заказчику предлагается комплексное решение, включающее, помимо программно-технических средств, также полный комплект приборного и электротехнического оборудования, обеспечивающий измерение всех технологических параметров установки и непосредственную реализацию управляющих воздействий. В комплект электротехнического оборудования входят аппаратные шкафы, в которых установлены защитные и коммутационные аппараты для электроприводной арматуры, различных агрегатов, нагревателей. В комплекте приборного оборудования имеются приборы контроля температуры, давления, расхода, уровня, а также шкафы контроля концентраций с газоанализаторами. Таким образом, заказчик получает укомплектованную систему от одного производителя с полным комплектом эксплуатационной документации.



Рис. 1. Шкафы УВК с контроллером АСКУ ВРУ КДАД-15/12-1 (введена в эксплуатацию в 2006 г.)



Рис. 2. Шкаф с газоанализатором контроля следов кислорода в производственном азоте

Качество изготавливаемых устройств АСКУ обеспечивается за счёт применения отработанных конструкций и проведением заводских испытаний по соответствующим программам и методикам. Такие испытания проводятся на электромонтажном участке с применением специально разработанных имитаторов и обеспечивают полную проверку выполнения электрического монтажа. Качество же разрабатываемого прикладного программного обеспечения обуславливается наличием отработанных алгоритмов и программ управления, а также проведением заводских испытаний комплектов программно-технических средств, отправляемых заказчику, с загрузкой прикладного программного обеспечения АСКУ и его тестированием

совместно с программно-техническими средствами.

3. СТРУКТУРА И СОСТАВ СОВРЕМЕННОЙ АСКУ ВРУ

В статье [1] была дана техническая структура и краткое описание АСКУ по состоянию на 2004 г. Большинство решений, приведённых в статье, успешно применяется до сих пор. С другой стороны, ряд решений претерпел существенные изменения, в первую очередь, в связи с ужесточившимися требованиями заказчиков к обеспечению отказоустойчивости АСКУ.

2.1. Структура и состав АСКУ ВРУ АКТ-16/19

Рассмотрим структуру и состав АСКУ ВРУ с учётом современных тенденций на примере системы, созданной для ВРУ АКТ-16/19 (введена в эксплуатацию в июне 2009 г.). В основу АСКУ ВРУ АКТ-16/19 положена традиционная двухуровневая структура, описанная в [1]. На рис. 3 показан информационно-вычислительный управляющий комплекс (УВК), являющийся верхним уровнем АСКУ ВРУ АКТ-16/19. УВК построен на базе контроллера «ControlLogix» (Rockwell Automation Allen-Bradley) с двумя процессорами, работающими в режиме горячего резервирования, для обеспечения которого установлены два одинаковых шасси с процессорами № 1 и № 2. Время переключения процессоров в такой системе, по данным [2], составляет всего 80-220 мс, что не сказывается на процессе управления.

Для отображения информации о ходе технологического процесса используются три пультовые станции (А802-А804) на базе компьютеров фирмы «Hewlett-Packard» с мониторами 20", причём третья пультовая станция является дополнительной и введена по требованию заказчика.

Инжиниринговая станция А801 предназначена для обслуживания УВК, а также загрузки и аварийного восстановления прикладного программного обеспечения. На ней установлены инжиниринговые пакеты программ фирмы «Rockwell Software», позволяющие работать с прикладными программами контроллера и пультовых станций на уровне разработчика программного обеспечения. Прикладное программное обеспечение поставляется установленным на инжиниринговую станцию и на машинном носителе. Таким образом, в полной мере реализуется принцип открытого программного обеспечения, позволяющий заказчику производить обслуживание УВК (включая программное обеспечение) собственными силами без привлечения специалистов ОАО «Криогенмаш».

В АСКУ ВРУ, как и в любой другой современной системе управления, обмен данными внутри УВК осуществляется в цифровом виде с использованием сетей и соответствующих протоколов передачи данных. В целях повышения надёжности и отказоустойчивости УВК управляющая и информационная сети разделены.

Управляющая сеть (на структурной схеме рис. 3 показана синим цветом) используется только для об-

мена данными между процессорами и модулями ввода/вывода. По этой сети осуществляется передача информации, собранной модулями ввода с объекта управления, в процессор и передача команд управления от процессора к модулям вывода. Контроль состояния и диагностика всех подключённых модулей ввода/вывода производится также через управляющую сеть. Из этого понятна исключительная важность обеспечения работоспособности управляющей сети для нормального функционирования АСКУ. С этой целью и применяется разделение информационной и управляющей сетей, при котором управляющая сеть разгружена от каких-либо других задач, кроме обеспечения связи процессора с модулями ввода/вывода.

В качестве управляющей сети используется резервированная сеть «ControlNet». Резервирование сети осуществляется дублированием кабелей и сетевых адаптеров, устанавливаемых в шасси с процессорами.

Информационная сеть (на структурной схеме рис. 3 показана красным цветом) обеспечивает обмен данными между контроллером и компьютерами пультовых станций А802-А804 и инжиниринговой станции А801. Информация, передаваемая по этой сети, используется для отражения работы технологического оборудования на экранах пультовых станций, а также для записи в контроллер значений параметров, настраиваемых оператором, и команд, подаваемых со станции оператора вручную. Хотя при сбое в информационной сети и не происходит прекращение управления объектом, но при этом становится невозможным наблюдение за процессами в установке и их контроль оператором. Поэтому вопросы обеспечения отказоустойчивости информационной сети также не могут быть оставлены без внимания.

В качестве информационной сети используется резервированная сеть «Ethernet TCP/IP». Резервирование сети достигается дублированием кабелей, коммутаторов, сетевых адаптеров и коммуникационных модулей. Переключение на резерв осуществляется автоматически аппаратными средствами, что является существенным преимуществом такого решения.

Помимо описанных выше мероприятий по повышению надёжности и отказоустойчивости УВК, в АСКУ применено резервирование каналов измерения «критических» параметров и 100-процентное резервирование аналоговых выходов, задающих положение регулирующих клапанов. К «критическим» отнесены каналы измерения, при отказе которых происходит срабатывание блокировок, существенно влияющих на ход технологического процесса в ВРУ. Конкретные схемы резервирования каналов измерения подробно рассмотрены в работе [3]. Схемы резервирования, применяемые нашим предприятием, обеспечивают сохранение сигнала в случаях отказа: датчика (измерительного преобразователя), линии связи, модуля ввода/вывода, адаптера сети «ControlNet».

Описанный выше комплекс мероприятий по повышению отказоустойчивости делает возможной безотказную работу АСКУ даже при наличии целого ряда неисправностей, что исключительно важно для обес-

печения нормальной работы ВРУ с непрерывным технологическим процессом.

Практика показывает, что большинство заказчиков считает увеличение стоимости системы за счёт применения аппаратного резервирования оправданным, принимая во внимание огромный ущерб, который может повлечь аварийная остановка ВРУ. Учитывая эту тенденцию, на предприятии уделяется большое внимание проблемам обеспечения отказоустойчивости АСКУ и ведётся постоянная работа по её повышению.

АСКУ (см. рис. 3) осуществляет обмен информацией с локальными системами управления (ЛСУ), управляющими системой предварительного охлаждения воды и воздуха (СПОВВ) и электронасосными установками. Обмен информацией осуществляется по сети RS485 с протоколом «Modbus-RTU», для чего в составе УВК имеется специальный модуль связи. Связь с локальными и общезаводскими системами управления по сетям с протоколом «Modbus» является в настоящее время достаточно распространённой, в связи с чем нашими специалистами освоена работа по более прогрессивному протоколу «Modbus TCP», обеспечивающему передачу данных по каналам «Ethernet».

Особенностью АСКУ ВРУ АКт-16/19 является наличие рабочих мест удалённого наблюдения за процессом (рис. 3), которые предусмотрены по требованию заказчика. Для реализации такой возможности в состав АСКУ включён сервер А805. На сервере выполняется штатная программа пультовой станции (с отключёнными, в целях безопасности, возможностями управления процессом), а установленное на нём специализированное программное обеспечение позволяет удалённым пользователям, подключённым к серверу, просматривать информацию о работе ВРУ в

том же виде, в каком она доступна на экранах пультовых станций А802-А804.

2.2. Применение полевых шин для связи с приборным оборудованием и клапанами

Как уже отмечалось, обмен данными внутри УВК осуществляется в цифровом виде с использованием сетей и соответствующих протоколов передачи данных. Рассмотрим теперь обмен данными УВК с внешними устройствами: приборами, регулирующими клапанами и электротехническими устройствами. Традиционно этот обмен осуществляется унифицированными аналоговыми (4-20 мА, Pt100) либо дискретными сигналами и с использованием для каждого сигнала отдельного кабеля или пары проводов.

В 90-ые годы прошло становление стандартов цифрового обмена данными между контроллерами и полевыми устройствами — приборами и клапанами. Эта технология носит название полевой шины и, в отличие от традиционного обмена аналоговыми сигналами, не требует отдельного кабеля для каждого сиг-

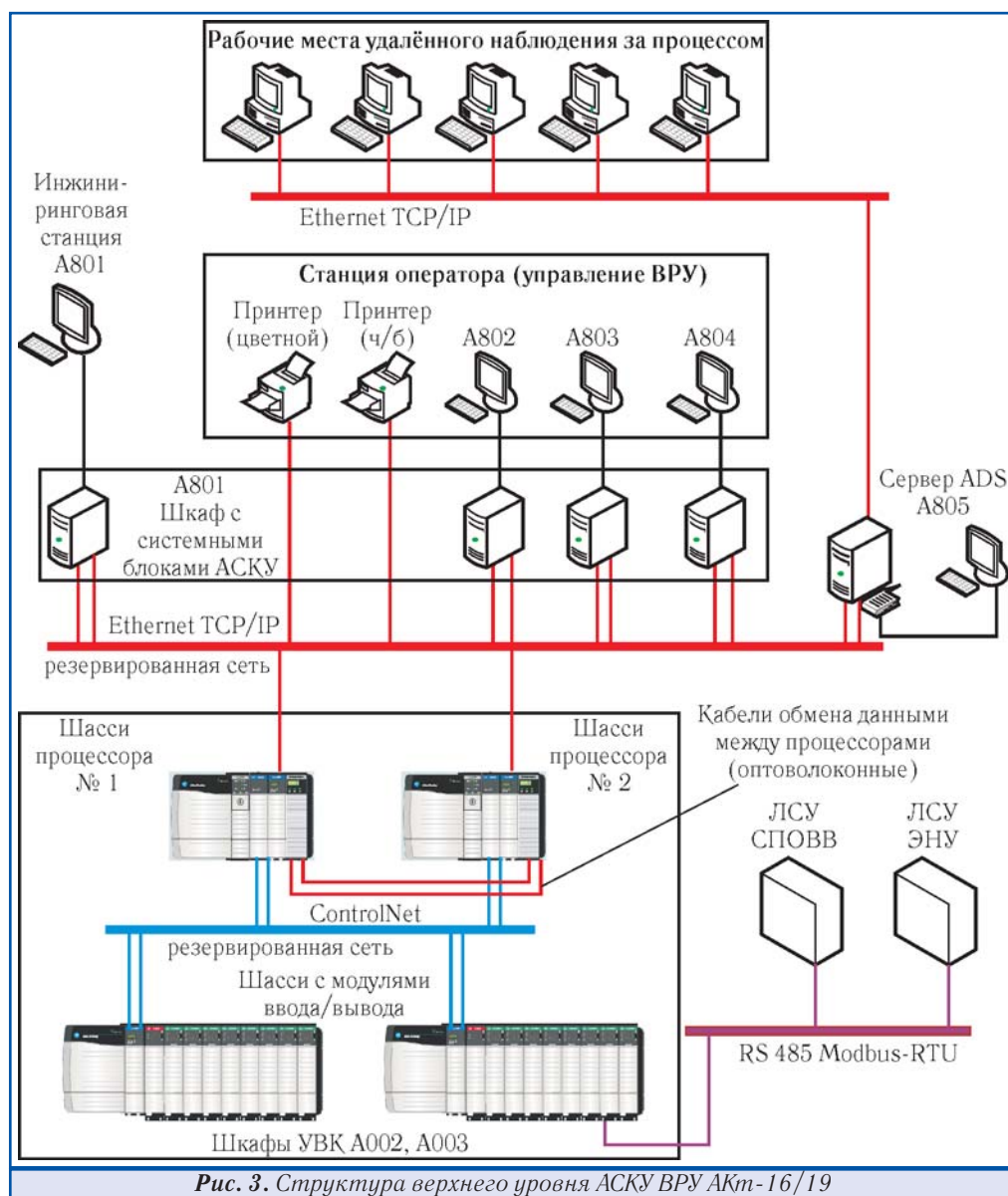


Рис. 3. Структура верхнего уровня АСКУ ВРУ АКт-16/19

нала. При использовании полевой шины группа приборов либо клапанов в пределах сегмента подключается к единственному кабелю. Этот же кабель обеспечивает и питание электроники приборов и клапанов. Применение цифровой технологии передачи данных по полевой шине позволяет, помимо основного сигнала, передавать и диагностическую информацию, что упрощает поиск и устранение неисправностей.

Кроме указанных преимуществ, цифровая технология обмена данными с приборами и клапанами имеет ряд недостатков, препятствующих её повсеместному распространению, среди которых:

- увеличение стоимости системы автоматизации из-за необходимости применения более дорогих приборов и клапанов, поддерживающих обмен данными по полевой шине, и установки специализированного коммуникационного оборудования;

- снижение отказоустойчивости за счёт подключения всех устройств в пределах сегмента к одному кабелю (при его повреждении происходит потеря связи со всеми устройствами сегмента);

- невозможность решения вопросов связи УВК с приборным, электротехническим оборудованием и клапанами с использованием

только полевых шин в связи с ограниченным набором оборудования, поддерживающего эти стандарты обмена данными.

Тем не менее, несмотря на недостатки, преимущества полевых шин в полной мере раскрываются на объектах химической промышленности при распределённом расположении приборов и клапанов, особенно, когда необходимо обмениваться сигналами с устройствами, расположенными во взрывоопасных зонах.

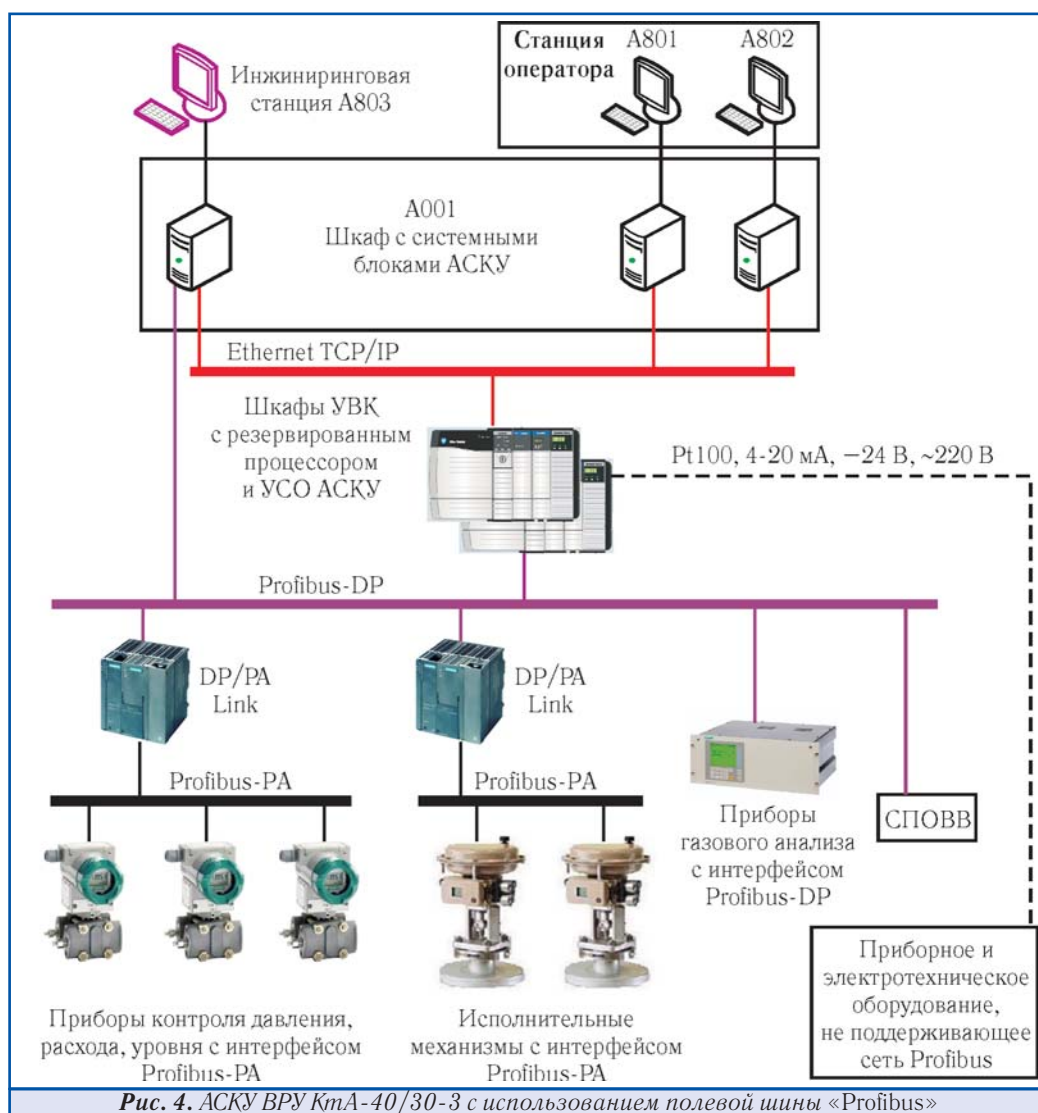
В настоящее время распространены два стандарта полевых шин — «Foundation Fieldbus» (FF) и «Profibus-PA» [4].

Следует отметить, что эти стандарты являются международными и не привязаны к какому-либо типу контроллера или приборного оборудования.

Учитывая сосредоточенное расположение приборов и клапанов в ВРУ, а также небольшие длины кабелей между приборами, клапанами и шкафами УВК с контроллерами, ОАО «Криогенмаш» полевые шины применяет только по требованию заказчика.

Примером использования полевых шин и прочих цифровых стандартов обмена данными в АСКУ ВРУ ОАО «Криогенмаш» могут служить установки КТА-40/30-2 (запущена в эксплуатацию в 2006 г.), КТА-40/30-3 (запуск в эксплуатацию в июне 2009 г.) и кислородная станция на базе установки КдААрж-15/15 (разработка 2009 г.).

Структура АСКУ ВРУ КТА-40/30-3 показана на рис. 4. Для связи УВК с приборами контроля давления, расхода, уровня и клапанами применена полевая шина стандарта «Profibus-PA». В двух сегментах полевой шины работают 70 устройств (датчики Sitrans P DS III PA и позиционеры клапанов Sipart PS 2 PA фирмы «Siemens»). Подключение устройств, не поддерживающих стандарт «Profibus-PA», производится



сеть «Profibus-DP» и традиционными (аналоговыми и дискретными) сигналами.

Интеграция всех полевых устройств с цифровым стандартом обмена данными выполнена на базе сети «Profibus-DP» с подключением к ней двух сегментов полевой шины «Profibus-PA» через блоки DP/PA Link, оснащённые модулями фирмы «Siemens».

В состав контроллера «ControlLogix» (Rockwell Automation Allen-Bradley) введены специализированные модули связи, обеспечивающие стыковку с сетью «Profibus-DP» и обмен данными со всеми подключёнными к сети устройствами.

Инжиниринговая станция A803 также имеет подключение к сети «Profibus-DP», что позволяет, совместно с установленным специализированным программным обеспечением, дистанционно производить настройку и диагностику всех подключённых к сети «Profibus» устройств.

Связь с системой управления установкой предварительного охлаждения воды и воздуха (СПОВВ), реализованной на программно-технических средствах фирмы «Siemens», осуществляется через сеть «Profibus-DP» и специализированный модуль связи, установленный в одном из шасси контроллера.

Реализованные в рамках описанных выше проектов разработки имеют большое практическое значение: осуществлена интеграция двух различных платформ программно-технических средств («Rockwell Automation Allen-Bradley» и «Siemens»), а также освоено применение полевых шин, открывающее перед ОАО «Криогенмаш» перспективы участия в проектах, например, для газоперерабатывающей отрасли, где преимущества цифрового стандарта обмена данными с приборами и клапанами неоспоримы.

4. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Одной из наиболее перспективных задач по усилению позиций ОАО «Криогенмаш» в области систем автоматизации на 2008-2009 гг. является переход на новую платформу прикладного программного обеспечения систем автоматизации. Эта работа ведётся с сентября 2008 г. и реализуется в рамках разработки прикладного программного обеспечения установки КдАдАр-18/14 (отгрузка заказчика — в июле 2009 г.).

Переход на новую платформу прикладного программного обеспечения включает мероприятия как по повышению надёжности, так и лёгкости его восприятия службами заказчиков с более полным ис-

пользованием возможностей применяемых платформ программируемых контроллеров «ControlLogix» и «CompactLogix» фирмы «Rockwell Automation Allen-Bradley». Мероприятия включают:

- Переход на блочно-модульное построение программы контроллера с разработкой типовых подпрограмм и освоением новых языков программирования.
- Создание структурированной базы данных контроллера.
- Освоение новой платформы системного программного обеспечения пультовой станции «FactoryTalk View SE».
- Оптимизация совместной работы программ контроллера и пультовой станции.

Блочно-модульная концепция прикладного программного обеспечения (см. рис. 5) предусматривает разделение решаемых программой управления задач на типовые и объектно-ориентированные.

Типовые задачи реализуются в виде библиотеки типовых подпрограмм для последующего использования (без изменения) в других проектах. Объектно-ориентированные задачи программируются под конкретный объект управления и используют в своей работе обращение к соответствующим типовым подпрограммам.

Разработка программного обеспечения при такой концепции ведётся из учёта решения максимально возможного количества задач на уровне типовых подпрограмм. В рамках разработки прикладного программного обеспечения АСКУ ВРУ КдАдАр-18/14 разработано более пятнадцати типовых подпрограмм для решения ряда типовых задач контроля и управления оборудованием ВРУ и кислородных станций.

При решении задач управления ВРУ приходится обрабатывать огромные массивы данных, поступающие в контроллер от всех точек измерения технологических параметров и в виде сигналов состояния исполнительных устройств, и, кроме того, производить ряд вычислений, в частности, расходов, приведённых

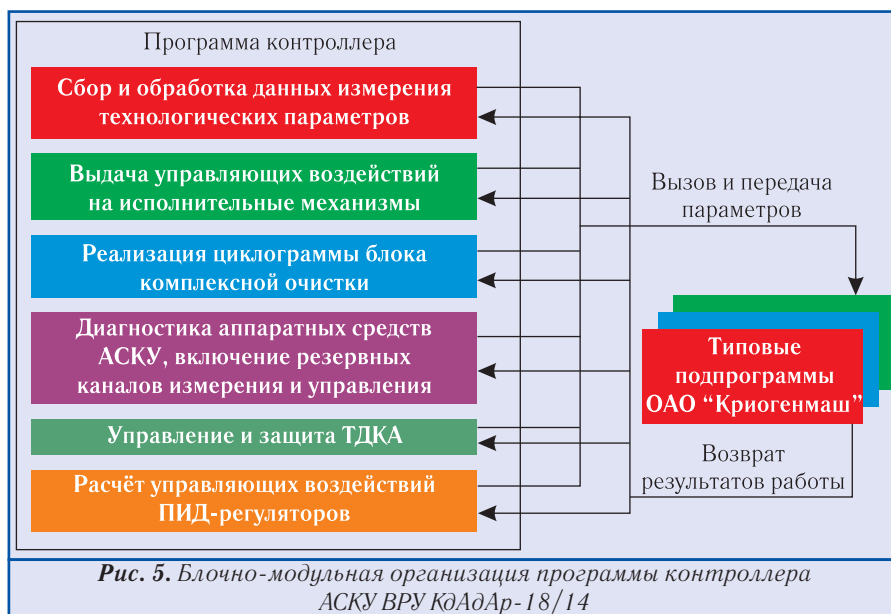


Рис. 5. Блочно-модульная организация программы контроллера АСКУ ВРУ КдАдАр-18/14

к стандартным условиям. Структурированная база данных значительно облегчает чтение программы и существенно снижает вероятность ошибок при программировании за счёт упорядоченного иерархического хранения всех данных. На рис. 6 приведена такая структура хранения данных, относящихся к арматуре с электрическим приводом, реализованная в программе контроллера АСКУ ВРУ КдАдАр-18/14.

Оптимизация прикладного программного обеспечения осуществляется с учётом полного использования как возможностей применяемых предприятием программируемых контроллеров, так и различных языков программирования.

Достаточно длительное время программирование контроллеров велось в основном на языке LAD (язык релейно-контакторных схем), который является базовым для всех программируемых контроллеров и реализуется во всех без исключения пакетах их программирования. Именно на этом языке программировались первые освоенные промышленностью контроллеры, исходя из задач прямой замены релейно-контакторных схем, для которых язык LAD идеально подходит и в настоящее время [5].

Однако при создании программ управления ВРУ разрабатываются алгоритмы контроля и управления,

которые, будучи реализованными на языке LAD, приводят к громоздкой, трудночитаемой программе и проблемам при внесении даже небольших изменений. Такими задачами, например, являются различные математические вычисления при нормализации величин, контроле регламентных и аварийных границ, расчёте управляющих воздействий, для реализации которых более всего подходит язык «структурированный текст» (ST), в котором математические выражения записываются традиционно в виде формул. Графическое представление алгоритма в виде блок-схемы (язык SFC) идеально подходит для программирования задач, представляющих собой набор определённых состояний объекта управления и условий изменения этих состояний. Такой задачей является, в частности, циклограмма блока комплексной очистки воздуха (БКО).

С учётом указанного, большая часть объектно-ориентированных задач в программном обеспечении контроллера АСКУ ВРУ КдАдАр-18/14 решена с применением языка ST, а алгоритмы управления, например, БКО, загружены в контроллер в виде блок-схемы (язык SFC). Область применения языка LAD ограничена его прямым назначением — интерпретацией релейно-контакторных схем. Таким образом, выполнена оптимизация применения языков программирования в различных частях программы с целью сокращения её объёма, повышения надёжности и удобства работы с ней.

В ходе разработки прикладного программного обеспечения АСКУ ВРУ КдАдАр-18/14 освоена новая платформа программного обеспечения пультовой станции «FactoryTalk View SE» компании «Rockwell Automation Allen-Bradley». Применение новой платформы позволяет:

- повысить производительность обмена данными с контроллером благодаря использованию модернизированного пакета связи с ним;
- существенно упростить программу пультовой станции за счёт использования новых возможностей программного обеспечения «FactoryTalk View SE»;
- организовать хранение исторических данных о работе объекта в базе данных «Microsoft SQL Server» с возможностью их централизованного хранения на специально выделенном сервере.

Более того, платформа «FactoryTalk View SE» позволяет строить распределённые системы визуализации практически любого уровня сложности на основе клиент-серверной архитектуры, включая предоставление возможностей доступа к данным объекта управления по каналам удаленного доступа и через сеть «Internet». Преимущества платформы «FactoryTalk View SE» предопределили её использование во всех наших новых разработках взамен ранее применявшейся платформы «RSView32».

5. СОЗДАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ КИСЛОРОДНЫХ СТАНЦИЙ

В 2006-2008 гг. значительно возросло число проектов, выполняемых предприятием на условиях «под

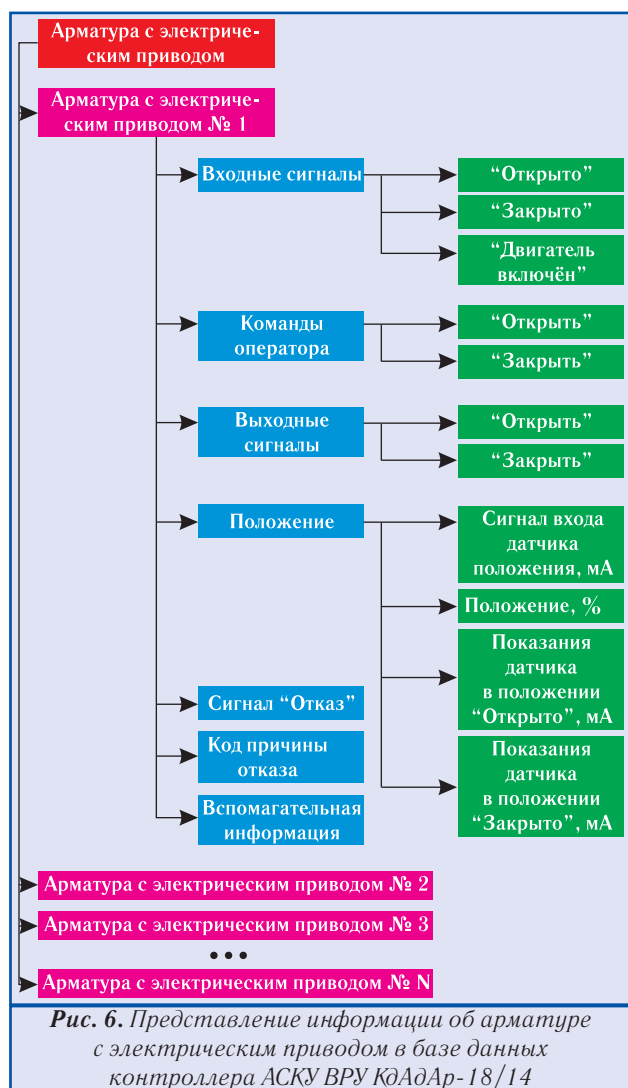


Рис. 6. Представление информации об арматуре с электрическим приводом в базе данных контроллера АСКУ ВРУ КдАдАр-18/14

ключ», а также появились «on-site»-проекты.

Заказчиков таких проектов интересует комплексное решение по автоматизации всей кислородной (азотной) станции, выполненное на единой платформе программно-технических средств и с единой идеологией. Предъявляются требования и к обеспечению управления всем комплексом с единого рабочего места оператора. При этом, поскольку рабочее место оператора обычно состоит из нескольких пультовых станций (на базе персональных компьютеров), принципы представления информации на их экранах должны быть общими вне зависимости от того, в какой части станции находится то или иное управляемое оборудование (в составе ВРУ или в составе общецехового оборудования или КРП).

Комплексное решение по автоматизации кислородной (азотной) станции может осуществляться двумя способами: с интеграцией в АСКУ ВРУ либо созданием отдельной системы управления общецеховым оборудованием.

Первый вариант подходит для случая небольшого объёма автоматизации общецехового оборудования. При использовании свободного ресурса контроллера АСКУ ВРУ можно дополнительно осуществлять управление общецеховым оборудованием. Как правило, этот вариант подходит для модернизации или дооснащения кислородных (азотных) производств, имеющих существующую инфраструктуру, не затрагиваемую при модернизации. Такая концепция реализована нашими специалистами на ряде объектов:

- кислородная станция на базе установки КдКжАрж-1,8/0,2 (разработка завершена в 2008 г.);
- кислородная станция на базе ВРУ КжААрж-1,2/5 (разработка завершена в 2008 г.);
- азотная станция на базе двух установок Ад-16 (разработка завершается в июле 2009 г.).

В случае строительства «с нуля» кислородного (азотного) производства, особенно, когда управляемое оборудование распределено по его территории и когда имеются отдельно стоящие насосные станции, кислородно-распределительные пункты (КРП), реципиентные, свободного ресурса контроллера АСКУ ВРУ уже не хватает. В связи с этим необходимо создавать отдельную систему управления общецеховым оборудованием и КРП.

Такая задача возникает, в частности, при строительстве собственных кислородных станций для реализации «on-site»-проектов. В этом случае немаловажной задачей является обеспечение единства идеологии структурных, схемотехнических и программных решений.

Примером решения задачи управления кислородным производством в комплексе может служить разрабатываемая в 2009 г. система автоматизации для кислородной станции, строящейся в рамках реализации одного из текущих «on-site»-проектов (рис. 7). Весь комплекс работ по созданию данной системы, включая разработку прикладного программного обеспечения и изготовление, будет выполнен силами ОАО «Криогенмаш».

Создаваемая система автоматизации решает задачи контроля и управления: оборудованием ВРУ КдАдАрж-9/5; оборудованием ожижителя кислорода и азота ОКА-3000; оборудованием системы хранения жидких продуктов разделения воздуха; общецеховым оборудованием цеха разделения (технологическое оборудование, обратное водоснабжение, отопление и вентиляция и пр.); оборудованием КРП и реципиентной кислорода.

Система автоматизации обеспечивает сбор информации от локальных систем управления компрессорным, холодильным оборудованием и криогенными насосами (в цифровом виде по сетям «Modbus-RTU» и «ControlNet») и от узлов коммерческого учёта отпущенных газообразных продуктов (в виде унифицированных аналоговых сигналов).

Система выполнена на единой платформе программно-технических средств компании «Rockwell Automation Allen-Bradley» с использованием контроллеров семейства «ControlLogix». Всего устанавливаются два контроллера с процессорами, работающими в режиме горячего резервирования: один управляет ВРУ, другой — ожижителем, системой хранения и прочим общецеховым оборудованием и оборудованием КРП. В составе контроллеров используются одноплатные процессоры с соответствующим количеством устройств связи с объектом (УСО), причём в контроллере, управляющем общецеховым оборудованием, одно УСО установлено на удалении примерно 200 м от процессора по линии связи в здании КРП. УСО связаны с соответствующими процессорами резервированной управляющей сетью «ControlNet».

Все используемые контроллеры подключены к единой информационной сети («Ethernet TCP/IP»), что обеспечивает обслуживание оборудования всей системы автоматизации с одной инженеринговой станции А801 и централизованный сбор и представление информации о работе всего комплекса сервером А805 системы удалённого мониторинга (на рис. 7 сервер и прочие компоненты системы удалённого мониторинга выделены цветом).

Подключение к серверу и просмотр информации могут осуществляться с локального компьютера-клиента системы удалённого мониторинга через локальную корпоративную сеть, а также с удалённого компьютера-клиента системы через «Internet». Для обеспечения информационной безопасности внутренняя сеть «Ethernet» системы автоматизации и корпоративная сеть разделены установкой аппаратного устройства защиты от несанкционированного доступа («Firewall»).

Информация о работе всего оборудования кислородной станции выводится на единое рабочее место оператора и представляется на экранах всех пультовых станций единообразно, с использованием одинаковых типовых элементов построения мнемосхем, графиков, окон управления.

Для контроля и управления всем комплексом с единого рабочего места оператора применяются четыре равнозначные пультовые станции А802, А803,

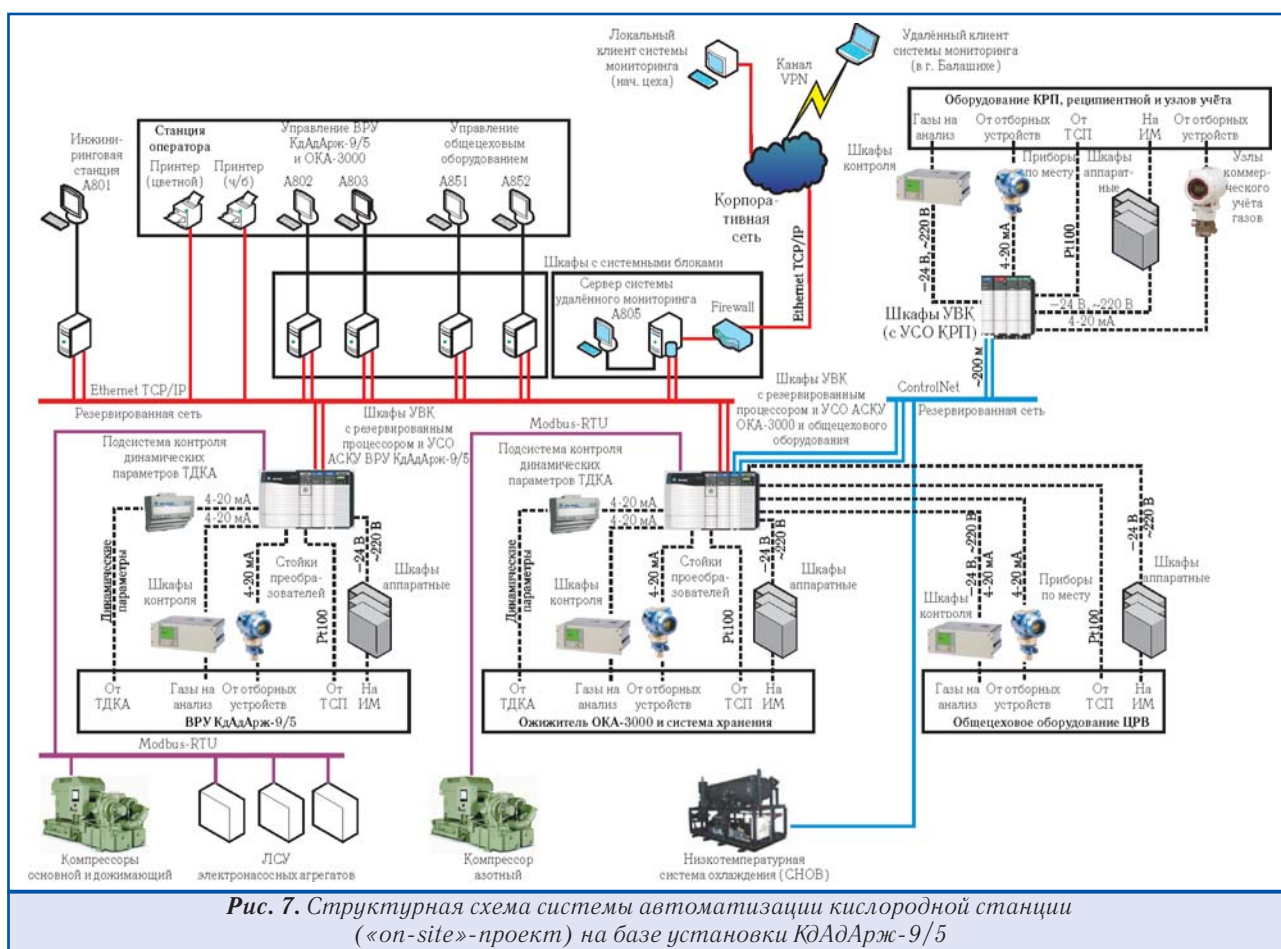


Рис. 7. Структурная схема системы автоматизации кислородной станции («on-site»-проект) на базе установки КДАДАрж-9/5

A851, A852, оснащённые одинаковым системным и прикладным программным обеспечением. Это приводит к их полной взаимозаменяемости, а также обеспечивает дополнительную отказоустойчивость системы автоматизации и удобство работы операторов. В этой связи деление пультных станций на управляющие ВРУ, ОКА и общецеховым оборудованием на рис. 7 является условным.

Создание подобных систем автоматизации кислородных станций — важный этап в развитии ОАО «Криогенмаш», существенно повышающий конкурентоспособность выпускаемой предприятием продукции.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время ОАО «Криогенмаш» обладает значительным опытом создания систем автоматизации различной сложности и конфигурации и имеет штат специалистов, способных создавать высококачественные и современные системы. Сравнение, в частности, с зарубежными аналогами подтверждает высокий технический уровень создаваемых предприятием систем автоматизации.

Наши системы оснащаются современными высокоточными приборами и измерительно-вычислительными комплексами с открытым для пользователя прикладным программным обеспечением. Специалистами предприятия освоен ряд современных и высокоэффективных протоколов цифрового обмена дан-

ными между устройствами системы автоматизации и внешними устройствами, а также проведён комплекс работ по стыковке с системами управления других производителей на различных объектах.

Нами проработан и внедрён ряд мероприятий по увеличению отказоустойчивости систем автоматизации, обеспечивающих их соответствие всем современным требованиям, предъявляемым к управлению объектами с непрерывным технологическим циклом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизированная система контроля и управления воздуходелительных установок/ **В.В. Лебедев, А.И. Кашенков, А.В. Зудилин**// Технические газы. — 2004. — № 2. — С. 19-23.
2. ControlLogix Redundancy System// Publication 1756-UM523F-EN-P, September 2006: www.literature.rockwellautomation.com
3. **Денисенко В.** Аппаратное резервирование в промышленной автоматизации// Современные технологии автоматизации. — 2008. — № 2. — С. 90-99.
4. **Виландер Питер.** Магистральные шины: на стадии мирового роста// Control Engineering. — 2008. — № 6. — С. 17-21.
5. **Болл Кен.** История возникновения программируемых логических контроллеров// Control Engineering. — 2009. — № 1. — С. 26-30.