УДК 681.518.5

Д.А. Васильев, А.В. Лутчев, А.В. Плотников*, В.Н. Федорченко
ООО «КБ ТЕЗАР», ул. Ленина, 33-52, г. Протвино Московской области, РФ, 142281
**e-mail: tezar@ mail.ru*
А.И. Кашенков
ОАО «Криогенмаш», пр. Ленина, 67, г. Балашиха Московской области, РФ, 143907

СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕМБРАННЫХ И АДСОРБЦИОННЫХ УСТАНОВОК

Приводится краткий обзор микропроцессорных устройств, предназначенных для создания систем измерения и управления технологическим процессом малых газоразделительных установок. Обсуждаются различные способы модульного построения таких систем. Рассматриваются примеры их реализации в мембранных и адсорбционных установках разделения воздуха.
Ключевые слова: *Система контроля. Мембранная установка. Адсорбционная установка.*

D.A. Vasilev, A.V. Loutchev, A.V. Plotnikov, V.N. Fedorchenko, A.I. Kashenkov

MONITORING SYSTEM OF THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE MEMBRANOUS AND ADSORPTION AIR SEPARATION UNITS

The brief overview of the microprocessor devices intended for creation of measure and control technological process systems of the low-productivity air separation plants is resulted. Various methods of modular development for such systems are discussed. Examples of its realizations in membranous and PSA-units of air separation are considered.
Keywords: *Monitoring system. Membranous air separation unit. PSA-unit.*

1. ВВЕДЕНИЕ

Не ставится под сомнение необходимость использования современных программно-аппаратных средств, когда речь идет о создании систем управления большими воздухоразделительными установками. Такой подход обусловлен организацией многопараметрического и многоуровневого технологического контроля с учётом требований к надёжности, резервированию, метрологическому обслуживанию и т.д. В то же время, разработчик систем контроля и управления для малых установок сталкивается с аналогичным набором конечных условий, к тому же усложненным повышенными эргономическими требованиями. Однако при реализации такой задачи малое число контролируемых параметров определяет малый бюджет проекта, что, в свою очередь, накладывает значительные ограничения на выбор программно-аппаратных средств. Зачастую аппаратное комплектование таких проектов производится разнотипными приборами, несущими в себе, с одной стороны, избыточность, а с другой, — значительные издержки при объединении их в единую систему.

Используя многолетний опыт решения задач автоматизации криогенных установок, наши предприятия произвели разработку серии микропроцессорных устройств, обеспечивающих модульное построение систем измерения, мониторинга и управления в проектах с малым числом контролируемых параметров. В настоящей статье приведены краткие характеристики некоторых устройств и примеры построения систем контроля технологических параметров, реализованных с их использованием.

2. МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Преобразователь сопротивления измерительный многоканальный AMR8-1K (см. верхнюю часть фото 1) предназначен для измерения сопротивления термопреобразователей (ТС) по ГОСТ 6651-94 со стандартными и индивидуальными градуировочными характеристиками. Важной его функцией является преобразование измеряемого значения сопротивления в температуру в случае использования платиновых ТС со стандартной градуировочной характеристикой 100П.

Преобразователь имеет восемь измерительных каналов, в которых используется четырёхпроводная компенсационная схема подключения ТС. Программно-аппаратные средства AMR8-1K обеспечивают диагностику неисправностей (обрывов линий) четырёхпроводной измерительной схемы с выводом аварийно-

© Д.А. Васильев, А.В. Лутчев, А.В. Плотников, В.Н. Федорченко, А.И. Кашенков

го сообщения на светодиодный индикатор индивидуально по каждому каналу.

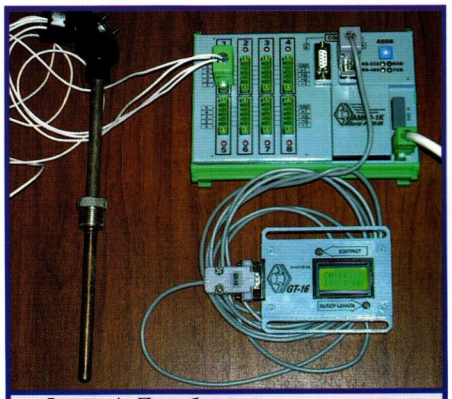

Фото 1. Преобразователь измерительный AMR8-1K с тестером GT-16

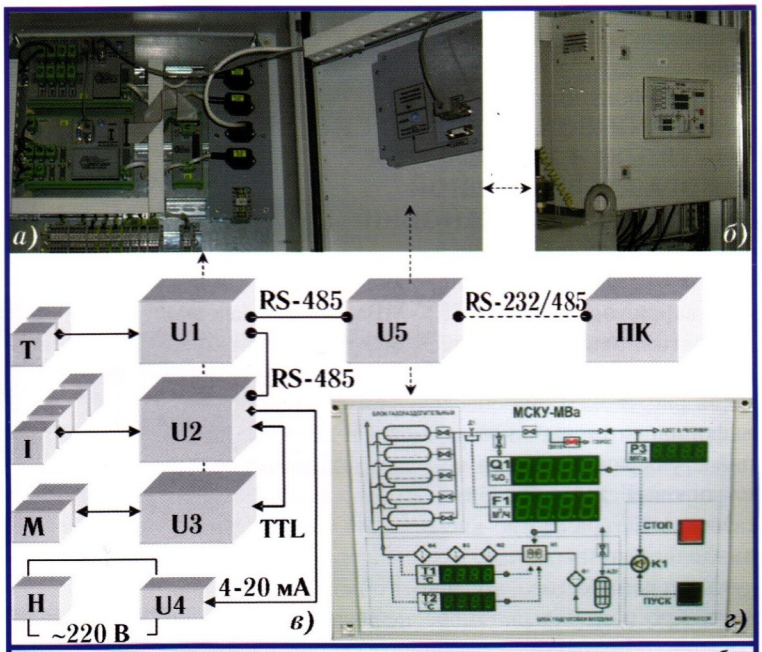

Рис. 3. Микропроцессорная система контроля и управления мембранной установки: а — вид аппаратного шкафа после монтажа; б — внешний вид аппаратного шкафа МСКУ-МВа; в — блок-схема: U1 — преобразователь сопротивления измерительный многоканальный AMR8-1K; U2 — преобразователь тока измерительный многоканальный МСС-0824; U3 — модуль релейный РМ-МВ2/1; U4 — регулятор мощности, управляемый током 4-20 мА; U5 — панель индикации и управления MIG-MB01; T — термопреобразователи платиновые; I — преобразователи давления и газоанализатор с токовыми выходами 4-20 мА; M — механизмы с дискретным электрическим управлением компрессора и сбросного клапана; H — электронагреватель; ПК — персональный компьютер (дополнительная опция); г — внешний вид панели индикации и управления

Электрическая схема преобразователя содержит один измерительный тракт, который циклически осуществляет опрос восьми измерительных каналов, последовательно подключаясь к ним с помощью внутреннего аналогового коммутатора. Измерительный ток также коммутируется последовательно по каналам, запитывая ТС только на время проведения измерения в данном канале, равное 35-ти миллисекундам. Такой способ измерения дает значительное преимущество при измерении температуры криогенных жидкостей, так как практически не вносит искажений, связанных с нагревом термопреобразователя измерительным током.

При автономной работе преобразователя результаты измерения считываются через интерфейс RS-232 либо с помощью переносного тестера GT-16 (см. нижнюю часть фото 1) — данная опция удобна при наладочных работах, либо с помощью управляющей программы, устанавливаемой на персональный компьютер пользователя — данная опция используется для метрологического сопровождения изделия при проведении поверки и калибровки.

Фото 2. Преобразователь измерительный МСС-0824

Преобразователь тока измерительный многоканальный МСС-0824 (см. фото 2) предназначен для измерения сигналов первичных преобразователей (датчиков) различных физических величин с унифицированным токовым выходом 4-20 мА. Он имеет встроенный источник постоянного тока напряжением 24 В для питания подключаемых датчиков. Дополнительной функцией МСС-0824 является формирование управляющих токовых сигналов (4-20 мА) и дискретных сигналов ввода/вывода, которые могут использоваться, например, для управления положением запорно-регулируемой арматуры. Преобразователь МСС-0824 имеет: восемь каналов измерения тока с входным сопротивлением нагрузки номиналом 100 Ом; два канала вывода управляющего тока 4-20 мА, работающих на сопротивление нагрузки до 500 Ом; восемь каналов дискретного вывода и восемь каналов дискретного ввода (сигналы TTL-уровня).

При автономной работе преобразователя результаты измерения также считываются через интерфейс RS-232 с помощью либо тестера GT-16, либо специальной управляющей программы, поставляемой вместе с преобразователем и используемой для его метрологического сопровождения.

Наличие интерфейса RS-485 позволяет объединять измерительные преобразователи AMR8-1K и МСС-0824 в единую локальную сеть для создания

распределенной автоматизированной системы сбора данных.

3. МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЙ МЕМБРАННОЙ УСТАНОВКИ

Структурная схема микропроцессорной системы контроля и управления МСКУ-МВа, предназначенной для автоматического управления газоразделительной мембранной установкой МВа-0,1/99,5К, представлена на рис. 3. Система обеспечивает сбор и обработку информации от датчиков давления и перепада давлений с унифицированным токовым выходом 4-20 мА; платиновых термопреобразователей сопротивления; газоанализатора азотно-кислородной смеси. Она осуществляет дистанционное включение/отключение воздушного компрессора, управляет положением аварийного сбросного клапана и обеспечивает ПИД-регулирование температуры воздушного потока на входе в мембранный блок разделения путём управления током электронагревателя. Местная панель индикации и управления обеспечивает непрерывное отображение измеряемых параметров (концентрация, расход, давление и температура) в физических единицах.

Микропроцессорный контроллер панели MIG-MB01 (см. рис. 3) выполняет функцию ведущего устройства в общей архитектуре системы и реализует заданный алгоритм работы установки, управляя компонентами системы через канал последовательной цифровой связи, работающий в режиме RS-485. Контроллер панели MIG-MB01 (U5) осуществляет опрос измерительных преобразователей AMR8-1K (U1) и MCC-0824 (U2), обеспечивая вывод результатов измерения на свои цифровые индикаторы, а также формирует управляющие сигналы для релейного модуля (U3) и регулятора мощности (U4), подключенных к преобразователю MCC-0824 (U2).

Панель индикации и управления MIG-MB01 имеет второй независимый порт последовательной цифровой связи, работающий в режимах RS-485/RS-232. Этот порт может быть использован либо для связи МСКУ-МВа с системой управления верхнего уровня, либо для подключения к персональному компьютеру (ПК), на котором установлено дополнительное программное обеспечение (ПО), поставляемое совместно с системой. Дополнительное ПО используется в процессе пуско-наладочных работ для чтения и редактирования масштабирующих коэффициентов и аварийных уровней (уставок), а также позволяет вести графический мониторинг измеряемых величин и архивировать измеряемые данные. Примеры интерфейсных окон ПО приведены на рис. 4.

В рассмотренном примере организации системы контроля все сервисные функции системы, весьма значительные в плане эксплуатации, но невостребованные постоянно, были выделены в отдельную опцию и реализованы в виде дополнительного программного обеспечения, которое, как отмечалось, используется только на этапе пуско-наладочных и регламентных работ. В то же время, аппаратные средства штатной системы не несут в себе избыточности, но обладают достаточным набором индикаторных средств, обеспечивающим необходимые эксплуатационные характеристики системы в целом.

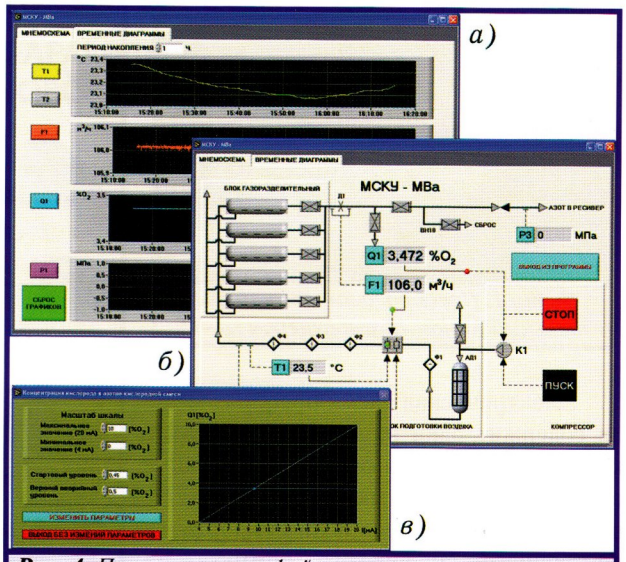

Рис. 4. *Примеры интерфейсных окон: а — временных диаграмм; б — мнемосхемы установки; в — настройки параметров измерительного канала*

4. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЙ АДСОРБЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

Структурная схема системы контроля технологических параметров СКТП-АдКт, предназначенной для автоматического управления газоразделительной адсорбционной установкой АдКт-0.6, представлена на рис. 5. В данном примере в составе штатной системы, в качестве центрального управляющего устройства, используется панельный встраиваемый компьютер ARK-3381 (U5) производства фирмы Advantech, а в качестве панели индикации и управления — промышленный 15-дюймовый жидкокристаллический монитор (U6) с сенсорной панелью.

Подобно рассмотренной выше системе МСКУ-МВа, измерительная часть СКТП-АдКт построена на базе преобразователей MCC-0824 (U2-U3), объединенных в сеть RS-485 под управлением ARK-3381. Преобразователи обеспечивают сбор информации от датчиков давления, перепада давлений и температуры с унифицированным токовым выходом 4-20 мА.

В системе СКТП-АдКт функции управления разделены на два уровня. На первом (нижнем) уровне находится основная управляющая часть, аппаратно выделенная в отдельное микропроцессорное устройство — релейный модуль РМ-АдКт-0,6 (U1). Контроллер модуля выполняет автоматическое переключение электроприводных клапанов установки по заданной временной циклограмме, обеспечивая тем самым тех-

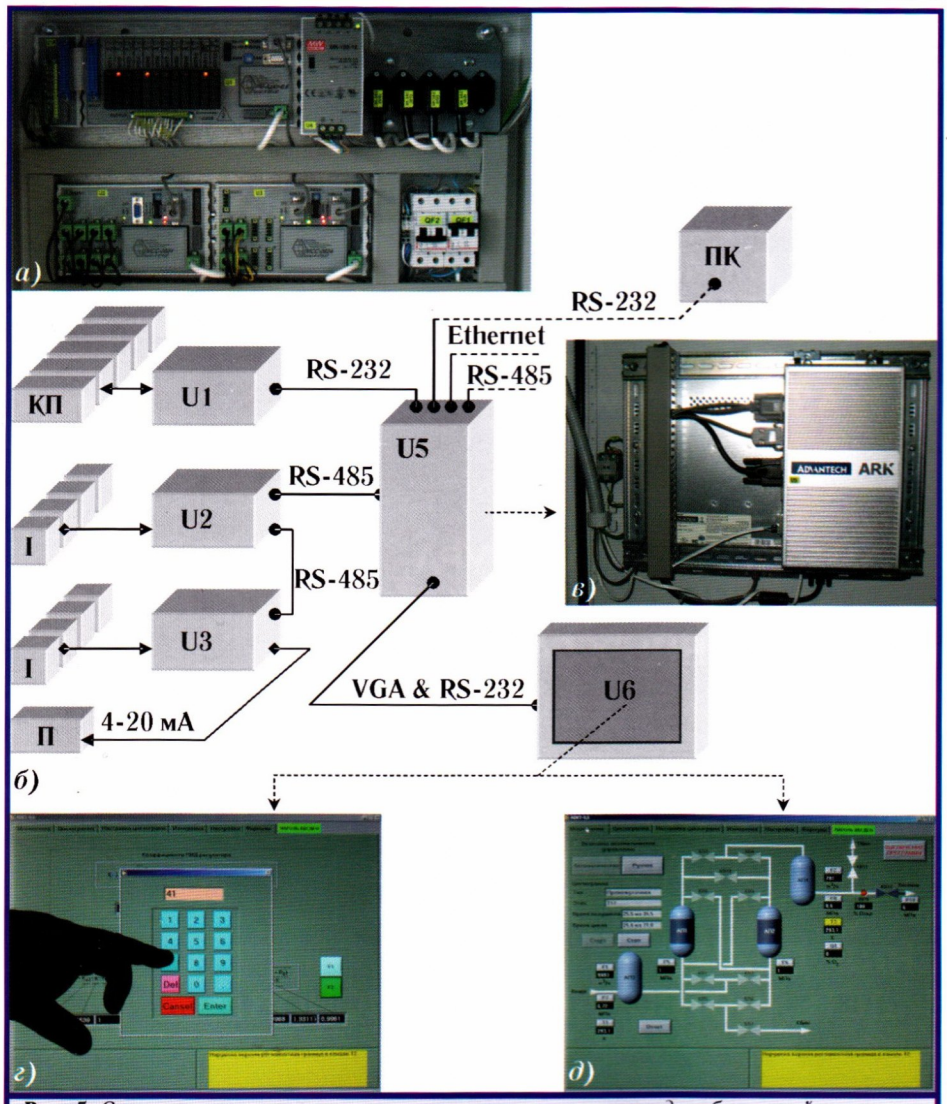

Рис. 5. *Система контроля технологических параметров адсорбционной установки: а — вид аппаратного шкафа после монтажа; б — блок-схема: U1 — модуль релейный микропроцессорный РМ-АдКт-0.6; U2, U3 — преобразователь тока измерительный многоканальный МСС-0824; U5 — панельный встраиваемый компьютер ARK-3381; U6 — панель индикации и управления — промышленный монитор 15"TFT с сенсорным экраном; I — газоанализатор, преобразователи давления и температуры с токовыми выходами 4-20 мА; КП — клапаны с дискретным электрическим управлением; П — клапан регулируемый с позиционером, управляемым током 4-20 мА; ПК — персональный компьютер (дополнительная опция); в — встраиваемый компьютер ARK-3381; г — интерфейсное окно коррекции параметров; д — интерфейсное окно мнемосхемы установки*

нологические процессы разделения воздуха. Одновременно РМ-АдКт-0,6 производит опрос дискретных сигналов, идущих от концевых выключателей клапанов, и передает дискретную информацию о текущем положении клапанов выше по запросу второго уровня управления (ARK-3381) через выделенный канал связи RS-232.

В основном рабочем режиме компьютер выполняет диспетчерские функции: сбор измеряемых аналоговых и дискретных величин от подчиненных устройств, обработка и мониторинг текущих данных в цифровом и графическом виде, формирование аварийных сигналов, архивация данных и создание файлов-отчетов. В дополнительном (отладочном) режиме выполняются сервисные функции: ручное управление клапанами установки, просмотр и коррекция временных констант циклограммы, просмотр и коррекция масштабирующих коэффициентов измерительных каналов и т.д.

Программное обеспечение системы контроля технологических параметров СКТП-АдКт строится на основе SCADA-пакета «LabVIEW 7.1 Professional Development System» фирмы «National Instruments» и представляет собой исполняемую программу (EXE-приложение), устанавливаемую на флеш-диск встраиваемого компьютера. Программа автоматически инициализируется при подаче питающего напряжения и не требует какого-либо проведения ручных пусковых операций.

Использование встраиваемого компьютера расширяет возможности по объединению системы СКТП-АдКт с пользовательскими системами управления верхнего уровня, так как в ARK-3381 имеются свободные COM- и LAN-порты, обеспечивающие доступную связь в стандартах RS-232/485 и 10/100 Base-T Ethernet.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перечень проектов, в которых был использован приём модульного построения системы контроля, широк и не ограничивается приведёнными примерами. Парк микропроцессорных измерительных и управляющих устройств, применяемый для решения задач автоматизации промышленных и исследовательских установок, постоянно совершенствуется и расширяется.

Опыт внедрения подтверждает гибкость и эффективность модульного метода построения систем контроля и, что немаловажно, возможность в кратчайшие сроки проходить путь от технического задания до реализации проекта.