

А.П. ШАТАХЯН, П.М. ШАТАХЯН

РАЗРАБОТКА ДВУХУРОВНЕВОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ОЧИСТКИ
ГАЗОПРОВОДА

Рассматриваются вопросы создания программного обеспечения двухуровневой системы управления очистным комплексом газопровода, верхним уровнем которой является автоматизированное рабочее место диспетчера, нижним уровнем – подсистема автоматического управления самим технологическим процессом очистки газопровода, непосредственно связанная с датчиками и исполнительными механизмами.

Ключевые слова: газопровод, очистной комплекс, диспетчер, мнемосхема, меню.

Введение. В процессе эксплуатации газопровода на его внутренней поверхности накапливается газовый конденсат – осадок из пыли, масляных капель, твердотельных частичек и пр., от которого газопровод необходимо очищать в среднем два раза в год. Очистка в большинстве случаев производится механическим путем: внутри газопровода перпендикулярно его осевой линии помещается специальный поршень, поверхность которого примерно равна внутреннему сечению газопровода. Поршень перемещается под воздействием давления газа внутри работающей в штатном режиме газовой магистрали со скоростью примерно 1 м/с, очищая ее внутреннюю поверхность и толкая перед собой несколько десятков кубометров конденсата.

На всем протяжении газопровода через каждые 40...60 км строятся очистные комплексы, состоящие из узла приема поршня, запущенного из предыдущего комплекса, узла отправки поршня к следующему комплексу [1,2], а также вывода из газопровода в специальные резервуары накопленного перед поршнем конденсата.

Очистные комплексы представляют собой сложные технические сооружения, включающие в себя множество различных электропневматических вентилях (ЭПВ), резервуаров, датчиков и пр., каждый из которых выполняет свои функции и работает совместно с другими в строго определенные моменты времени. Поэтому проектирование, создание, внедрение и эксплуатация автоматизированной системы управления (АСУ) технологическим процессом (ТП) очистки газопровода (ОГП) является актуальной и сложной задачей.

Предлагается описание технического и программного обеспечения двухуровневой АСУ ТП ОГП [3,4].

Схема очистного комплекса (на примере Сисианского) приведена на рис. 1.

Узел запуска поршня включает в себя следующие устройства:

- два сигнализатора прохождения поршня фиксированных точек (СПТФ) Д и Е газопровода, которые вырабатывают соответствующие сигналы и посылают в нижний уровень АСУ ТП подсистему автоматического управления (ПСАУ) на базе микроконтроллера АТМega162 (рис. 2, блок 2);
- сигнализатор перепада давления (СПД) между правой и левой сторонами поршня, помещенного в камеру запуска;
- электропневматические вентили V00, V01, V03, V05, V07, V09, V11, V13;
- камера запуска поршня [5].



Рис.1. Технологическая схема (мнемосхема) работы очистного комплекса газовой магистрали

В исходном состоянии магистральный ЭПВ V00 открыт, окрашен в зеленый цвет, остальные – закрыты. Запуск поршня производится согласно утвержденному заказчиком регламенту в следующей последовательности. До ввода поршня в камеру необходимо в ней сбросить давление, для чего открываются вентили V11, V13, и находящийся в камере газ сбрасывается в атмосферу (“Свеча”), после чего поршень вводится в камеру.

Для предотвращения накопления взрывоопасной смеси в камере и прилегающих к ней вспомогательных газопроводах необходимо произвести их продувку, для чего открывают вентили V03, V07, V09, а через 8 минут их снова закрывают. После получения сигнала от СПД поршня (рис. 2, блок 3), который означает, что перепад давления спереди и сзади поршня не превышает 0,1 мПа, вентили V11 и

V13 закрываются. Для перемещения поршня в газовую магистраль вентили V01 и V05 открываются, а V00 – закрывается. Под воздействием рабочего давления в магистрали поршень проходит точку Д, затем точку Е, и в соответствии с сигналом от последней вентиль V00 открывается, а вентили V01 и V05 закрываются.

Давление в камере запуска сбрасывают открыванием вентиля V11 (“Свеча”). На этом процедура запуска поршня в газовую магистраль заканчивается.

Узел приема поршня включает в себя следующие устройства:

- СПФТ в количестве 4 шт., которые при прохождении поршня фиксированных на газопроводе точек А, Б, В и Г вырабатывают и посылают в ПСАУ (рис. 2, блок 2) соответствующие сигналы;
- электропневматические вентили V00, V02, V00, V06, V08, V10, V12 и V14;
- СПД для V02, посылающий сигнал в ПСАУ (рис.3, блок 2) при величине перепада давления между правой и левой сторонами ЭПВ V02 менее 100 кПа;
- камера приема поршня [5].

В исходном состоянии вентиль V00 открыт, остальные вентили закрыты. По сигналу от СПФТ А (рис. 2, блок 4) устройства очистного комплекса начинают подготовку к приему поршня и конденсата, для чего, открывая вентили V04 и V06, выравнивают давление в камере, конденсатосборнике и прилегающих к ним вспомогательных газопроводах. После получения сигнала от СПД для V02 вентиль V00 закрывается, а вентиль V02 открывается. В результате поршень и конденсат выходят из магистрали и начинают перемещаться по вспомогательному газопроводу. По сигналу СПФТ Б (рис. 2, блок 5) вентиль V00 открывается, и магистраль снова входит в штатный режим работы, а вентиль V04 закрывается для уменьшения давления впереди поршня.

После прохождения поршня точки В (сигнал из блока 6, рис. 2) закрываются вентили V08 и V12, и поршень перемещается уже под рабочим давлением газа в магистрали, а конденсат через открытый вентиль V12 выливается в конденсатосборник.

После получения сигнала от СПФТ Г (рис. 2, блок 7) вентили V08 и V12 закрываются, и поршень входит в камеру приема. Открывается вентиль V10, и сбрасывается давление в камере (“Свеча”). Далее камеру открывают и из нее выносят поршень.

Вентиль V08 открывается, и в течение 4 минут производится продувка камеры приема поршня, после чего вентили V08 и V10 закрываются, вентиль V14 открывается и сбрасывается давление в конденсатосборнике (“Свеча”), подготавливая его для выемки конденсата.

Многоуровневая АСУ ТП ОГТ представлена на рис. 2. Как система управления, рассматриваемая АСУ ТП является двухуровневой: верхний уровень – АРМ Д (блок 1) и нижний уровень – ПСАУ (блок 2). Однако как вычислительная

система, она является трехуровневой локальной сетью – помимо двух перечисленных, имеется еще один, самый нижний уровень сети, включающий в себя программируемые датчики на основе микроконтроллеров АТМega162 [6] (блоки 3-10 левого столбца на рис.2), которые совместно с ПСАУ и АРМ Д выполняют вычислительные и управляющие действия.

Каждый из 15 ЭПВ (рис. 1 и 2) одновременно является парой исполнительных механизмов, открывающих или закрывающих вентиль, и парой датчиков, сигнализирующих о состоянии вентиля. Таким образом, изображенная на рис. 3 АСУ ТП имеет на входе 38 датчиков (блоки 3-10-единичные, 11-25-двойные, фон темный) и 30 исполнительных механизмов 15 ЭПВ (блоки 26-41, фон прозрачный).

Программируемые датчики (блоки 3-10), АРМ Д и ПСАУ (блоки 1,2) в своем составе имеют микросхемы RS485, в их программном обеспечении предусмотрена возможность обмена данными друг с другом по одноименному протоколу в on-line режиме [7].

Вышеописанные функции АСУ ТП ОГП реализованы на основе разработанного устройства, структурная схема которой представлена на рис. 3. Данные от датчиков ЭПВ поступают на ПСАУ по общему информационному кабелю, а управляющие воздействия от ПСАУ- на исполнительные механизмы ЭПВ по силовому (управляющему) кабелю.

Блок-схема технического обеспечения ПСАУ ТП очистки газопровода приведена на рис. 3. В целях исключения гальванической связи между внешними и внутренними цепями входные сигналы от датчиков ЭПВ поступают на блоки Д11-Д18 (микросхемы АОТ154), каждый из которых состоит из 4 пар оптронов [8], и далее через блоки Д1-Д5 (8-входовые мультиплексоры 1533КП15 [9]) – на входы микроконтроллера АТМega162.

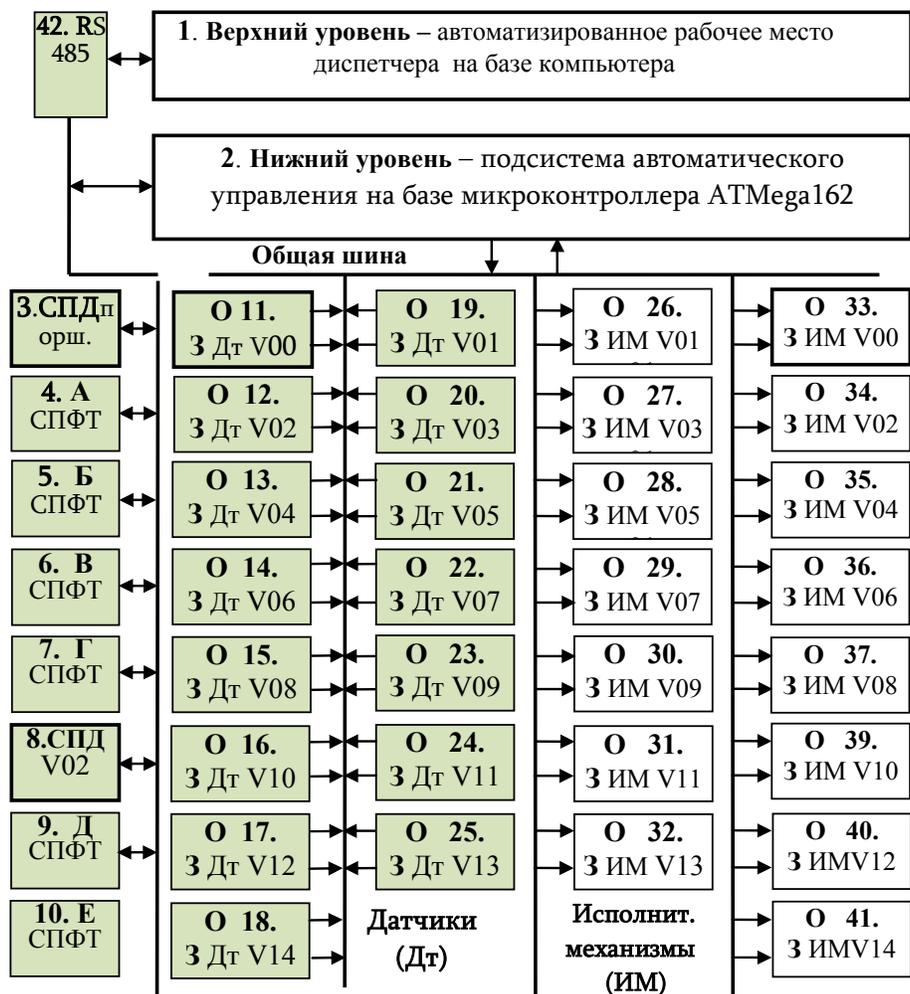


Рис.2. Двухуровневая функциональная схема АСУ ТП очистки газопровода

Микроконтроллер ПСАУ вырабатывает управляющие воздействия, и посредством дешифраторов 1533 ИД12 [9] (блоки Д6-Д9), реле (1-30) [10] и управляющего кабеля в каждый момент времени на один из 30 входов ЭПВ подается напряжение + 24 В.

В составе ПСАУ использованы жидкокристаллический индикатор LCDE0816 [11] и его драйвер – микросхема АУ0438 [12] (блоки Д10 и ЖКИ) для местного контроля текущего состояния ПСАУ путем высвечивания находящихся в данный момент в активном состоянии номера датчика или исполнительного механизма.

Для надежного восстановления работы микроконтроллера при несанкционированных отключениях электроэнергии используется микросхема MAX707 [13].

Габариты готовой ПСАУ – 300мм * 300мм * 100мм, масса – 5 кг, потребляемая мощность – 100 Вт.

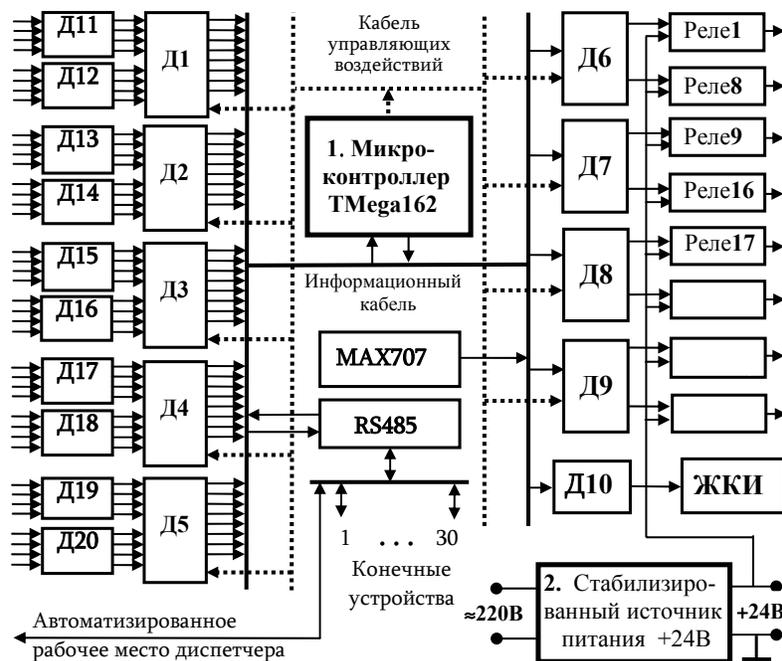


Рис. 3. Блок-схема технического обеспечения ПСАУ ТП очистки газопровода

Программное обеспечение АРМ Д дает возможность диспетчеру получать полную информацию о ходе процесса очистки и с некоторыми ограничениями, исключая отрицательное воздействие “человеческого фактора”, управлять им в диалоговом режиме с помощью меню, подменю и опций (рис. 4).

Меню для диспетчера открывается заставкой “Магистральный газопровод Иран-Армения, пульт управления”, при нажатии на которую открывается подменю первого уровня – режимы демонстрационный, рабочий и контроля.

Демонстрационный режим показывает на мнемосхеме в динамическом режиме имитацию очистки газовой магистрали согласно регламенту очистки в одном из пяти указанных в подменю второго уровня очистных комплексов.

Режим контроля дает возможность диспетчеру произвести контроль работоспособности АСУ ТП в целом и отдельных его устройств путем вызова проверяемого устройства и соответствующей системы тестов.

В рабочем режиме так же, как и в демонстрационном, диспетчер выбирает в подменю второго уровня комплекс очистки (например, “Сисиан”) нажатием на эту кнопку, после чего открывается динамическая мнемосхема (рис.1). Диспетчер выбирает номер порта компьютера и режим запуска или приема поршня, после чего начинается процесс очистки внутренней поверхности газопровода. Диспетчер имеет возможность приостановить процесс очистки, нажав на кнопку “Пауза”, при этом ПСАУ запоминает последнюю ситуацию и, после повторного нажатия на кнопку “Пауза”, продолжает процесс с точки останова.

Возврат в меню более высокого уровня возможен с помощью кнопки “Выход”.

Описанные в работе техническое и программное обеспечения двухуровневой АСУ ТП ОГП внедрены во всех пяти комплексах очистки газопровода Иран-Армения, работают в полевых условиях.

Разработанная автоматизированная система управления, по сравнению с существующими аналогами - механическими и электромеханическими контрольно-измерительными приборами и автоматикой, обладает более высокими надежностными показателями, низкой стоимостью и значительно более широкими функциональными возможностями, в частности, позволяет проводить контроль работоспособности АСУ ТП ОГП до начала процесса очистки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Газопровод Ангехакот-Джермук-Ереван. Узел приема и запуска очистных устройств. Проектная документация. Часть КИПиА. Шифр ARG 06-13. Ереван, 2007.
2. Общесоюзные нормы технологического проектирования. Магистральные трубопроводы. Часть 1. Газопроводы. Дата введения 1986-01-01. ВНИПИтрансгаз, ВНИИгаз, ЮжНИИгазпрогаз. Утверждены приказом Мингазпрома от 29. 10. 1985 года. – 255 с.
3. Справочник проектировщика АСУТП. – М.: Машиностроение, 1983. – 527 с.
4. ГОСТ 24.104-85 ЕССАСУ “Автоматизированные системы управления”. Общие требования: М.: Изд-во стандартов, 1985.
5. <http://sawell-group.ru/katalog/33-produkciia-stalnaia/146-kamery-zapuska-priema-redstv-ochistki-i-diagnostiki.html>
6. **Евстифеев А.В.** Микроконтроллеры AVR семейства Mega. М., Додэка-21, 2007. 592 с.
7. http://www.movicom.ru/images/stories/documents/usb-rs485_rev1.1.pdf
8. http://www.radioradar.net/hand_book/hand_books/optopara.html
9. <http://www.qrz.ru/reference/kozak/ttl/ttlh00.shtml>
10. <http://www.vniir.ru/evt/nt/01/tech.pdf>
11. http://www.intech-lcd.com/image/LCD_Panel/E0816.pdf
12. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/80438a.pdf>
13. <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/maxim/MAX705-MAX813L.pdf>

ГИУА (ПОЛИТЕХНИК). Материал поступил в редакцию 20.09.2011.

Ա.Պ. ՇԱՏԱԽՅԱՆ, Պ.Մ. ՇԱՏԱԽՅԱՆ
ՄԱՅՐ ԳԱԶԱՍՈՒՂԻ ՄԱՔՐՈՂ ՀԱՄԱԼԻՐԻ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ
ԳՈՐԾԸՆԹԱՅԻ ԵՐԿՄԱԿԱՐԴԱԿԱՆԻ ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՎԱԾ
ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՄՇԱԿՈՒՄ

Դիտարկվում են գազամուղի մաքրող համալիրի երկմակարդականի կառավարման համակարգի ստեղծման հարցերը, որի վերին մակարդակը հանդիսանում է կարգավարի ավտոմատացված աշխատանքային տեղը, ստորին մակարդակը՝ տեխնոլոգիական գործընթացն անմիջապես կառավարող ավտոմատ ենթահամակարգը:

Առանցքային բառեր. գազամուղ, մաքրման հանգույց, կարգավար, հիշասխեմա, մենյու:

A.P. SHATAKHYAN, P.M. SHATAKHYAN
SOFTWARE DEVELOPMENT OF TWO-LEVEL AUTOMIZATION
CONTROL SYSTEM BY TECHNOLOGICAL PROCESS OF GAS PIPELINE
CLEANING

The problems of a two-level system that controls pipeline cleaning complex, where the upper level is automated working place, the lowest level is an automatic control subsystem that controls the process of cleaning the pipeline are considered.

Keywords: pipeline, cleaning unit, controller, mnemonic schema, menu.