

Сетевые многофункциональные контроллеры

А.А. АЛЕКСЕЕВ, В.А. АЛЕКСЕЕВ (ЗАО "Эмикон")

Микропроцессорная система автоматизации нефтеперекачивающей станции на базе контроллеров "Эмикон"

Описаны основные технические решения, реализованные при разработке отечественной микропроцессорной системы автоматизации нефтеперекачивающей станции, выполненной ЗАО "Эмикон" на базе контроллеров сер. ЭК-2000. Даны рекомендации по кооперации отечественных изготовителей аппаратуры.

Basic design solutions are described, which were realized while developing the domestic microprocessor automation system for petroleum pumping station. The system was constructed by JSC Emicon on the basis of EK-2000 controllers. Some recommendations on the cooperation of domestic instrumentation vendors are made.

Научно-производственным предприятием ЗАО "Эмикон" (Москва) по договору с АК "Транснефть" разработана отечественная микропроцессорная СА нефтеперекачивающих станций (НПС).

Создание такой системы на базе отечественных технических средств, выгодно отличающейся по экономическим показателям от зарубежных аналогов, весьма актуально для вновь строящихся и реконструируемых НПС магистральных нефтепроводов, входящих в систему АК "Транснефть". Такая система должна обеспечить [1]:

- расширение функциональных возможностей автоматизации по сравнению с существующими системами;
- повышение уровня надежности работы и живучести технологического оборудования и средств автоматизации;
- снижение трудозатрат на техническое обслуживание и ремонт;
- возможность использования СА для НПС с различными схемами соединения оборудования, наборами вспомогательных систем, конструктивными решениями и вариантами компоновок оборудования.

При выборе разработчика СА НПС был принят во внимание опыт использования микропроцессорных систем на базе контроллеров сер. ЭК-2000 в различных отраслях, в частности построенных на этих контроллерах микропроцессорных САР давления на НПС нефтебазы "Тихорецкая" и НПС "Родионовская" нефтепровода "Лисичанск - Тихорецк II". Используемые в СА программируемые промышленные контроллеры должны удовлетворять следующим требованиям к аппаратуре, используемой в составе единой АСУ АК "Транснефть" [2]:

- соответствовать ГОСТ 29125, ГОСТ Р МЭК 870 и МЭК 801-5;

- иметь в наличии системы гарантийного питания, энергонезависимые часы РВ и память, системы рестарта, встроенный и/или переносный пульт для наладки и контроля, встроенные функции самоконтроля и диагностики;

- обеспечивать объединение необходимого числа контроллеров, а также контроллеров и операторских станций в ЛВС.

Выпускаемые предприятием "Эмикон" промышленные контроллеры сер. ЭК-2000 вполне отвечают этим требованиям. Они построены на современной элементной базе ведущих мировых фирм. Изготовление печатных плат модулей и монтаж электронных компонентов производится фирмой TDE Масно по конструкторской документации, разработанной ЗАО "Эмикон". Общая сборка и наладка модулей и контроллеров осуществляется в ЗАО "Эмикон". При этом обеспечивается высокое качество и надежность контроллеров, а их стоимость существенно ниже стоимости аналогичных изделий иностранных фирм.

Разработка СА НПС проводилась по техническому заданию (ТЗ), согласованному с Госгортехнадзором РФ и утвержденному АК "Транснефть". Опытная эксплуатация и приемочные испытания опытного образца СА подтвердили, что его характеристики полностью соответствуют требованиям ТЗ.

Ниже кратко описаны технические решения и приведены рекомендации по выбору кооперации отечественных изготовителей аппаратуры, разработанные в процессе создания опытного образца системы, а также проектирования СА для НПС "Ухта-1" (ОАО "Северные магистральные нефтепроводы"), НПС "Клин-2" (ОАО «МН "Дружба"»), НПС "Демьянская-4" (ОАО "Сибнефтепровод" г. Тюмень) и др.

Система автоматизации НПС в общем случае выполняет следующие функции:

- автоматического контроля технологических параметров, параметров состояния оборудования и окружающей среды в помещениях;
- автоматической защиты НПС по аварийным и предельным значениям контролируемых параметров и при отказах систем обеспечения;
- программного управления и поддержания заданного режима работы НПС и нормативных условий эксплуатации оборудования;
- программного управления и защиты магистральных и подпорных насосных агрегатов;
- автоматического управления вспомогательными системами и сооружениями;
- программного управления подготовкой и переключением оборудования по командам из районного диспетчерского пункта (РДП);
- управления системой автоматического пожаротушения;

- обнаружения отказов оборудования при его работе и при переключениях по результатам контроля выполнения команд;

- отображения и регистрации контролируемых технологических параметров и параметров, характеризующих состояние оборудования в процессе перекачки и в условиях проведения ремонтных и пуско-наладочных работ;

- подготовки и передачи результатов обработки информации на РДП;

- документирования информации (архивацию событий нижнего уровня и действий оператора).

Система автоматизации имеет иерархическую трехуровневую структуру.

Верхний уровень СА включает в себя АРМ оператора-технолога, построенный, как правило, на базе двух IBM PC-совместимых компьютеров – рабочих станций (РС), включенных по схеме горячего резервирования. Рабочие станции АРМ оператора подключаются к блоку бесперебойного питания (ББП). Верхний уровень СА НПС обеспечивает:

- прием информации с нижнего уровня о состоянии объекта;

- мониторинг ТП;

- оперативное управление ТП;

- архивацию событий на нижнем уровне и действий оператора.

Программное обеспечение верхнего уровня (прикладное ПО РС АРМ оператора-технолога), отображающее информацию на экранах мониторов РС (видеокадры, таблицы) для выполнения технологического мониторинга, формирования трендов по измеряемым параметрам и архивной информации, файлов журнала событий и системного журнала, формирования команд управления с пульта оператора-технолога, разрабатывается на основе SCADA-пакета Trace Mode фирмы AdAstra. По желанию заказчика для разработки ПО верхнего уровня могут также использоваться SCADA-пакеты FIX Dynamics фирмы Intellution Inc., InTouch фирмы Wonderware и др.

Средний уровень СА выполнен на базе программируемых контроллеров сер. ЭК-2000 и обеспечивает:

- сбор информации от преобразователей сигналов нижнего уровня;

- фильтрацию, линеаризацию и масштабирование входных аналоговых сигналов;

- автоматический контроль и управление оборудованием НПС;

- передачу информации о состоянии объекта на верхний уровень СА НПС и ее прием;

- формирование управляющих воздействий, передаваемых на исполнительные механизмы системы;

- связь с РДП.

Центральный контроллер, в котором реализованы алгоритмы аварийных станционных и агрегатных защит, контроля и управления, выполнен по схеме со 100 %-ным горячим резервированием. Контроллеры УСО, реализующие сбор и обработку входной информации и выдачу управляющих сигналов на ИУ могут без нарушения требований ТЗ к надежности СА выполняться без резервирования.

Сетевые модули С-02А, установленные в контроллерах, используют два независимых канала интерфейса RS-485 для реализации полевой шины с горячим резервом, при этом каждая из РС АРМа оператора-технолога связана с контроллерами, как и сами контроллеры УСО, по собственной независимой полевой шине. Скорость передачи информации по полевым шинам – 576 Кбит/с, каналный протокол Modbus.

Ведущим устройством в локальной сети среднего уровня является сетевой модуль С-05А, устанавливаемый в РС АРМ оператора-технолога. При этом сама РС и контроллеры являются подчиненными устройствами. Этот модуль обеспечивает обмен информацией как между компьютером и контроллером, так и между контроллерами.

Контроллеры СА выполняют также функции стационарной телемеханики, передавая через коммуникационный контроллер фирмы “ЭлеСи” (г. Томск) всю необходимую информацию в РДП, принимая и обрабатывая сигналы телеуправления.

Все контроллеры СА НПС располагаются в напольных электрошкафах с односторонним и двусторонним доступом. В них же располагаются блоки питания и вторичные преобразователи каналов измерения давления, вибрации, барьеры искробезопасности, а также клеммники для подключения внешних кабелей. Все контроллеры имеют ББП, обеспечивающие надежную работу при провалах и кратковременных провалах напряжения.

Электрошкафы, в которых размещаются контроллеры, изготовлены на заводе СПУ (С.-Петербург) по лицензии фирмы Siemens. По техническим и эксплуатационным характеристикам, стоимости они полностью отвечают требованиям заказчиков.

Программное обеспечение контроллеров выполнено на языке программирования UniCONT (Turbo-Cont), разработанном специалистами ЗАО “Эмикон”, который соответствует требованиям международного стандарта IEC 1131-3, относящимся к языку структурированного текста (ST). Ряд дополнительных возможностей обеспечивает более высокие по сравнению с языком ST гибкость и эффективность при решении технологических задач, а также надежность функционирования СА. Кроме того, возможность написания на русском языке ключевых слов, идентификаторов, комментариев упрощает чтение и сопровождение программ. Программа загружается из компьютера во Flash-память контроллера, при этом обеспечивается возможность загрузки по сети с использованием полевой шины, что особенно важно при использовании РСУ. Кроме программы в энергонезависимую память контроллера заносятся также различные технологические уставки, флаги маскирования датчиков и т.д.

Прикладное ПО контроллеров СА НПС разрабатывается на основе типовых алгоритмических модулей по заданию АК “Транснефть”. На среднем уровне СА может быть использован переносной терминал, подключаемый к любому из контроллеров для отображения карты аварийных событий и тестирования контроллеров.

Нижний уровень СА включает в себя датчики и вторичные преобразователи, а также показывающие приборы и органы управления, устанавливаемые по месту.

Выбор аппаратуры осуществлялся с учетом следующих критериев:

- соответствия технических характеристик требованиям ТЗ;

- наличия необходимой для применения в СА НПС сертификационной документации;

- стоимости технических средств.

Предпочтение, согласно условиям тендера на разработку СА, отдавалось отечественным производителям как традиционно выпускавшим приборы и средства автоматизации для народного хозяйства, так и предприятиям российского ВПК, освоившим при конверсии выпуск средств автоматизации.

В качестве датчиков температуры были выбраны термопреобразователи сопротивления как общепромышленного,

так и взрывозащищенного исполнения видов "искробезопасная цепь" и "взрывонепроницаемая оболочка", разработанные НПО измерительной техники Российского космического агентства (г. Королев, Московской области) совместно с СКБ "Термоприбор". Достоинствами этих сравнительно недорогих термопреобразователей являются высокое качество изготовления и прочная заделка кабельного вывода, обеспечивающие надежность приборов в эксплуатации. Для подключения термопреобразователей взрывозащищенного исполнения с видом "искробезопасная цепь" используются барьеры искрозащиты типа "Корунд-МЗ" (фирма "Стэнли", Москва) как наиболее приемлемые по критерию "надежность/стоимость". После завершения (с положительными результатами) сертификационных испытаний модулей ввода аналоговых сигналов с искробезопасными цепями, разработанных ЗАО "Эмикон", необходимость применения отдельных барьеров искрозащиты отпадает.

По результатам сравнительного анализа характеристик отечественных датчиков давления и предварительных испытаний СА НПС для измерения избыточного давления были выбраны датчики типа ТЖИУ 406-1Ех и датчики разности давлений ТЖИУ 406Д (ВНИИ автоматики Минатомэнерго, Москва). Датчики ТЖИУ 406 имеют стандартный токовый выходной сигнал (4...20 мА), взрывозащищенное исполнение вида взрывонепроницаемая оболочка, величину основной погрешности 0,15...0,5 %, рабочие диапазоны температуры окружающей среды - 57...+50 °С или - 40...+80 °С.

Для сигнализации и местного измерения давления нефти на приеме и выходе из насосов, на выходе узла регулирования давления масла у агрегатов, давления на выходе маслонасосов, насосов системы откачки утечек, пенотушения в СА используются электроконтактные сигнализирующие манометры типов ДМ-2005СгЕх, ДМ-2005Сг, поставляемые АО "Манотомь" (г. Томск), а также реле давления типа "Садко 107" (ВНИИ автоматики).

Сигнализация давления воздуха в системах контроля вентиляции осуществляется с использованием напорометров типа ДН-С2 (Саранский приборостроительный завод) для установки в невзрывоопасных зонах и взрывозащищенных напорометров типа НСП (ПО "Теплоконтроль", Казань) или датчиков-реле напора ДН-2,5 (завод "Теплоприбор", г. Улан-Удэ) с подключением этих реле через барьер искрозащиты.

Для измерения уровня в сборниках нефти, в емкостях маслосистемы, в баках пенообразователя и воды системы пожаротушения и др. в настоящее время вполне приемлемыми из отечественных приборов являются поплавковые сигнализаторы уровня жидкости типа СУЖ-П-И, поставляемые заводом "Красное знамя" (г. Рязань), семейство сигнализаторов и индикаторов-сигнализаторов уровня предприятия "Контакт-1" (г. Рязань) и др., которые существенно дешевле импортных аналогов.

Для контроля вибрации насосных агрегатов и электродвигателей отечественными предприятиями предлагаются варианты аппаратуры. На НПС "Родионовская" установлена, прошла предварительные испытания и опытную эксплуатацию аппаратура СВК, поставленная НПП "Виброприбор-сервис" (г. Таганрог). Многолетним опытом эксплуатации на газоперекачивающих станциях обладает аппаратура виброконтроля СВКА-1-02, поставляемая НПО измерительной техники (г. Королев), имеющая высокие метрологические и эксплуатационные характеристики. Эта аппаратура в настоящее время предварительно испытана на НПС "Ухта-1".

Для сигнализации загазованности в СА НПС предполагается использовать системы контроля уровня загазованности насосных станций магистральных нефтепроводов СКЗ-12-Ех-01, опытный образец которой разработан НПП "Системы промышленного мониторинга".

Пожарная сигнализация в помещениях НПС может быть реализована с тепловыми пожарными извещателями типа МАК-1 в исполнении ИИБ и приемно-контрольных приборов "Корунд-20И" завода "Электротехмаш" (г. Вологда), позволяющих организовывать до 20 шлейфов с видом взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь". Более эффективным может быть построение системы на базе инфракрасных извещателей пламени типа ИПЗ30-5 "Ясень", сертификационные испытания которых в Центре сертификации ГУВО МВД России в настоящее время проводятся. Отсутствие надежных отечественных извещателей для сигнализации пожара в резервуарном парке заставило ЗАО "Эмикон" разработать и предложить систему пожарной сигнализации на основе серийно выпускаемых взрывобезопасных термометров сопротивления, подключаемых непосредственно к контроллеру. Для реализации такой системы в ЦС аппаратуры ОПС ГУВО МВД России проходит сертификацию контроллер системы автоматического пожаротушения КСАП-01, построенный на базе контроллера сер. ЭК-2000. Этот контроллер разработан в соответствии с ГОСТ Р 51089-97 "Приборы приемно-контрольные и управления пожарные". Он предназначен для сбора информации от пассивных и активных пожарных извещателей (в том числе типа ИПЗ30-5) и термопреобразователей сопротивления. Контроллер передает на панель оператора информацию о состоянии контролируемых объектов, цепей питания и управления ИУ пожаротушения, сигнализацию о пожаре с указанием места возникновения тревоги, формируют управляющие команды на исполнительные устройства пожаротушения и оповещения. С панели оператора КСАП-01 через код доступа можно осуществлять ручное управление устройствами пожаротушения, блокировку шлейфов в случае проведения работ, связанных с проверкой работоспособности извещателей в одном из шлейфов и другие функции. После завершения сертификационных испытаний с положительными результатами такой контроллер может стать базовым для построения систем пожаротушения как НПС, так и других объектов.

Анализ технических характеристик отечественных датчиков и приборов, испытания опытного образца микропроцессорной СА НПС "Родионовская" и проектирование систем автоматизации НПС "Ухта-1", "Демьянское-4" и др. подтвердили возможность реализации на их основе СА НПС с техническим уровнем не ниже зарубежного.

Контактный телефон (095) 460-38-44.

E-mail: emicon@dol.ru

Список литературы

1. *Алексеев А.А., Елисеев В.М., Забазнов В.М., Старицкий В.В.* Результаты испытаний отечественной микропроцессорной системы автоматизации НПС // Трубопроводный транспорт. 1998. № 6.
2. *Саенко В.А.* О реконструкции АСУТП и создании распределенной трехуровневой системы диспетчерского контроля и управления в составе ЕАСУ АК "Транснефть" // Трубопроводный транспорт. 1995. № 5.