

Ю.Б. ДУБАСОВ (ЗАО “Альбатрос”)

ЗАО “Альбатрос”. Технологии взрывобезопасного мониторинга

Рассматриваются аппаратно-программные средства и системные решения ЗАО “Альбатрос” – универсальный инструмент для решения задачи взрывобезопасного мониторинга технологических объектов, позволяющие контролировать работу не только простых установок, но и автоматизировать крупные промышленные объекты с большим количеством контуров регулирования и непрерывным технологическим циклом.

Hard/software tools and system solutions from Alabtros JSC are presented. A versatile toolkit for explosion-proof process monitoring allows both the monitoring of simple process units and the automation of major industrial plant with hundreds control loops and continuous production cycle.

К решению задачи мониторинга резервуаров, находящихся во взрывоопасных зонах, ЗАО “Альбатрос” шло последовательно, начиная с простейшего контроля перелива емкости и заканчивая реализацией разнообразных технологических регламентов перекачки жидкости в рамках парков резервуаров.

Оказалось, что выполнение лишь процедур измерения уровня и слежения за состоянием аварийных уставок по сливу/наливу емкостей не является достаточным для комплексного мониторинга резервуаров. Актуальными становились:

- операции контроля состояний емкостей под давлением;
- работа с многофазными и агрессивными жидкостями;
- температурный мониторинг вертикальных резервуаров;
- задачи количественного учета хранящихся жидких продуктов;
- реализация систем управления процессами перекачки и транспорта жидкостей.

Все это явилось причиной разработки комплекса аппаратных и программных средств для автоматизации технологических процессов в нефтедобывающей, химической, металлургической и других отраслях промышленности, связанных тем или иным образом с операциями хранения, переработки и транспортировки жидкостей.

Аппаратные средства взрывобезопасного контроля состояния резервуаров функционально можно разделить на уровнемеры, сигнализаторы предельных уровней, многоточечные

термометры, промышленные контроллеры, блоки управления и барьеры взрывобезопасности.

Проблема измерения уровня решается контактными и бесконтактными способами. На рис. 1 показана попытка систематизировать комплекты уровнемеров, отличающиеся составом датчиков и вторичных приборов, причем именно вторичные приборы (контроллеры) имеют в своем составе элементы, ограничивающие уровни токов и напряжений до значений искробезопасных.

Все датчики уровня представляют собой интеллектуальные приборы, включающие микроконтроллеры. Они не только выполняют непосредственно измерения, но и представляют их результаты в цифровом виде, что позволяет отдалять датчик от контроллера на расстояние до 1,5 км.

Контактное измерение уровня реализуется с помощью многофункциональных ультразвуковых датчиков серии ДУУ2М. Их отличительными особенностями являются способность контролировать до трех уровней раздела сред многофазных жидкостей, работать в аппаратах под давлением до 2 МПа и измерять дополнительно температуру и давление внутри резервуара.

Радиоволновые датчики уровня серии РДУ1 обеспечивают бесконтактное измерение уровня радиолокационным методом не только жидких, но и сыпучих сред. К особенностям этих датчиков можно отнести способность работать вне контролируемой емкости, измеряя текущий уровень наполнения через изолирующее окно, прозрачное для радиоволн рабочего СВЧ-диапазона датчика.

Контроллеры для датчиков уровня делятся на два класса. К первому классу относятся приборы щитового исполнения, имеющие местную индикацию и интерфейс связи с верхним уровнем, выполняющие функции регуляторов и сигнализаторов и питающиеся

Вторичные приборы	Датчики	Контактные ДУУ2М	Бесконтактные РДУ1
Щитовое исполнение ГАММА-7М ГАММА-8М ГАММА-12		Уровнемер ГАММА-ДУУ2	Уровнемер ГАММА – РДУ1
Установка на DIN-рельс БТВИЗ, БИИЗ БТВИ2, БИИ2		Уровнемер ДУУ4М	Уровнемер РДУ1
ГАММА-11		Уровнемер ГАММА-ДУУ2	

Рис. 1. Уровнемеры ЗАО “Альбатрос”

от сети 220 В, 50 Гц. Второй класс приборов образуют контроллеры, выполненные в конструктиве с креплением на DIN-рельс и предназначенные для размещения в шкафах автоматики. Эти приборы характеризуют компактность, стандартные интерфейсы и питание напряжением + 24 В постоянного тока.

В табл. 1 приводятся основные технические характеристики уровнемеров.

Сигнализаторы предельного уровня в отличие от уровнемеров – более простые приборы. Однако эта простота ни в коем случае не означает, что сигнализаторам отводится второстепенное значение в задачах мониторинга резервуаров. Скорее наоборот, простота позволяет обеспечивать их более высокую надежность в сравнении с уровнемерами. Обычным системным решением является присвоение событию срабатывания сигнализатора наивысшего приоритета в принятии решения на безусловный аппаратный останов технологического процесса по факту аварийной ситуации.

На рис. 2 представлен весь спектр исполнений сигнализаторов предельного уровня, производимых ЗАО “Альбатрос”.

Сигнализаторы представляют собой комбинации первичных и вторичных приборов, легко интегрируемые в конструктивы типовых структур АСУТП. Подключение первичного и вторичного приборов выполняется по двухпроводной схеме, при этом состояние “Залит/Сухой” передается частотным сигналом по цепи питания. Это позволяет исключить информационные элементы гальванической развязки во вторичном приборе и обеспечить его работу с первичным прибором на расстоянии до 1,5 км.

Датчики	Ультразвуковые поплавковые ДПУЗ, ДПУЗМ, ДПУ6, ДПУ6М	Ультразвуковые ДПУ5
Вторичные приборы		
ПВС2М	СУР3	–
ПВС3	–	СУР4
ПВС4	–	СУР5
ПВС5	СУР6	–
Тип установки на резервуаре	вертикальный	вертикальный/ горизонтальный

Рис. 2. Сигнализаторы предельного уровня серии СУР

Таблица 1

Наименование параметра	ГАММА-ДУУ2/ ДУУ4М-RS	ДУУ4М-ТВ	ГАММА-РДУ/ РДУ1-RS	РДУ1-ТВ
Диапазон измерения уровня, м	до 25	до 25	до 25	до 25
Погрешность измерения уровня	до ± 1 мм	до ± 0,1 %	до ± 1 мм	до ± 0,1 %
Температура внешней среды датчика, °С	от –55 до 75	от –55 до 75	от –65 до 85	от –65 до 85
Число измеряемых датчиком параметров	до 5		1	
Степень защиты датчика	IP68		IP67	
Степень защиты контроллера	IP50/IP20	IP20	IP30/IP20	IP20
Способ крепления	щит/DIN-рельс	DIN-рельс	щит/DIN-рельс	DIN-рельс
Напряжение питания, В	~ 220/24	24	~ 220/24	24

Таблица 2

Наименование параметра	СУР-3	СУР-4	СУР-5	СУР-6
Контролируемый диапазон, м	до 16	до 4 (вертикальная установка)		до 16
Количество контролируемых уставок	2	2	1	2
Способ установки датчика	вертикальный	вертикальный/горизонтальный		вертикальный
Избыточное давление, МПа	до 2	до 4 (спец. исполнение до 8)		до 2
Температура контролируемой среды, °С	до 120		до 100	до 120
Степень защиты датчика	IP68			
Степень защиты контроллера	IP50		IP20	
Напряжение питания, В	~ 220		24	
Способ крепления	щит		DIN-рельс	

Первичными приборами сигнализаторов являются датчики предельного уровня ДПУЗ, ДПУ5 и ДПУ6. Принцип действия ДПУ5 основан на различии в способности жидкостей и газов пропускать ультразвуковые колебания. Датчики ДПУЗ и ДПУ6 работают на магнитострикционном эффекте. К отличиям датчиков между собой можно отнести способ установки, габаритные размеры и предельные значения давления и температуры контролируемой среды.

Вторичными приборами сигнализаторов являются преобразователи серии ПВС, каждый из которых обеспечивает искробезопасное использование датчиков предельного уровня и местную индикацию их текущего состояния. К различиям моделей ПВС можно отнести способ крепления и напряжение питания.

В табл. 2 приводятся основные технические характеристики сигнализаторов.

Задачу непрерывного взрывобезопасного контроля температуры жидких продуктов в резервуарах технологических и товарных парков в нескольких точках по высоте решает датчик температуры многоточечный ДТМ2. В его чувствительном элементе по заданному заказчиком параметрам расставлены предварительно откалиброванные интегральные термометры. Такая конструкция позволяет на длине до 16 м располагать до 16 точек измерения температуры с погрешностью до ±0,5 °С в диапазоне от –45 до 125 °С.

Если датчики располагаются непосредственно во взрывоопасной зоне, определяя текущее состояние промышленной установки, то контроллеры, в первую очередь, обеспечивают возможность безопасного функционирования этих датчиков. В контроллерах реализованы вид взрывозащиты “Искробезопасная электрическая цепь”, уровень взрывозащиты “Взрывобезопасный” для смесей группы ПВ. Они имеют маркировку взрывозащиты “[Exib]ПВ” или “[Exia]ПВ”.

Если датчики располагаются непосредственно во взрывоопасной зоне, определяя текущее состояние промышленной установки, то контроллеры, в первую очередь, обеспечивают возможность безопасного функционирования этих датчиков. В контроллерах реализованы вид взрывозащиты “Искробезопасная электрическая цепь”, уровень взрывозащиты “Взрывобезопасный” для смесей группы ПВ. Они имеют маркировку взрывозащиты “[Exib]ПВ” или “[Exia]ПВ”.

Наименование контроллера	ГАММА-7М	ГАММА-8М/12	ГАММА-10	КПК ГАММА-11
Тип контроллера	специализированный, настраиваемый	специализированный, настраиваемый	специализированный, настраиваемый	универсальный, логически программируемый
Основные функции	телеметрия, сигнализация, регулирование	телеметрия, сигнализация, регулирование	телеметрия	телеметрия и управление
Вид приложения	многоканальный уровнемер или термометр; регуляторы уровня, давления, температуры	технологические уровнемер или термометр; регуляторы уровня, температуры	многоканальный уровнемер; количественный учет жидкостей	реализация технологических регламентов; система управления
Степень защиты	IP50		IP65	IP20
Интерфейсы	токовый, RS-485		RS-485	RS-485, Ethernet
Индикация	местная, жки	местная, светодиодн. индикатор/жки	местная, жки	терминал
Вид взрывозащиты	искробезопасная электрическая цепь			

В сводной табл. 3 показаны назначение и основные особенности выпускаемых ЗАО “Альбатрос” контроллеров.

Контроллеры серии ГАММА в большинстве своем представляют специализированные жестко структурированные приборы, ориентированные на задачи измерения и регулирования таких технологических параметров как уровень, давление и температура. Имея набор настроек, они легко могут быть введены в состав различных промышленных установок, где есть необходимость в контроле этих параметров. Особняком стоит контроллер КПК ГАММА-11. Это функционально законченный промышленный комбинированный контроллер со своей средой программирования, что позволяет классифицировать его как PL-контроллер. В отличие от других он имеет модульную структуру и может компоноваться по каналам дискретного и аналогового ввода/вывода адекватно решаемой задаче автоматизации. Кроме того, КПК ГАММА-11 имеет в своем составе терминалы для организации пультов местного управления и поддерживает популярную среду программирования ISAGRAF. Все это позволяет не только органично интегрировать его в состав действующих современных АСУТП, но и строить сами АСУТП целиком на базе этого контроллера.

При работе с оборудованием, находящимся во взрывоопасной зоне, обычной является необходимость принять из зоны или передать в зону токовые сигналы, либо определить состояние пар контактов элементов автоматики. Для этих целей было разработано семейство барьеров искробезопасности серии БИБ. Они обеспечивают вид взрывозащиты “Искробезопасная электрическая цепь”, уровень взрывозащиты “Взрывобезопасный” для смесей группы ПВ и имеют маркировку взрывозащиты “[Exib]ПВ” или “[Exia]ПВ”.

Технологии контроля слива/налива емкостей. Процессы налива и опорожнения резервуаров требуют постоянного присмотра со стороны обслуживающего персонала. Перелив нефтепродуктов – это всегда авария, часто не только экологическая. В системах перекачки жидкостей опорожнение емкости ниже уровня забора ведет к образованию воздушных пробок в трубопроводе, что также недопустимо. В этой связи для контроля за положением уровня в емкости используются самые надежные аппаратные средства.

Наиболее простой и дешевый способ контроля – это применение сигнализаторов СУР-4/СУР-5, сило-

вые ключи которых вводятся в цепи безусловного останова процесса перекачки и цепи звуковой или световой сигнализации. Размеры датчиков ДПУ5 (в случае вертикальной установки) или места их размещения по высоте (при боковой врезке) определяют уровни аварийных уставок слива/налива. Для данного типа сигнализаторов число точек контроля соответствует числу устанавливаемых датчиков ДПУ5. Сигнализаторы СУР-3/СУР-6 предпочтительнее в тех случаях, когда необходимо поддерживать уровень в установленных пределах либо технологический регламент требует наличия предаварийной и аварийной уставок.

Контроль за положением уровня с помощью одного аппаратного средства – явление, характерное для небольших предприятий. С целью повышения надежности определения факта аварийной ситуации и количественной оценки степени наполнения емкости традиционно применяют два и более независимых источника контроля. Под двумя обычно понимают уровнемер и сигнализатор. В наиболее ответственных случаях оба эти средства контроля дублируются.

Разнообразие типов уровнемеров и сигнализаторов, варианты их конструктивного исполнения являются достаточными для реализации практически любой структуры комплекса контроля по сливу/наливу емкостей, в том числе и в составе АСУТП.

Варианты реализации количественного учета жидкостей. Способы определения количества жидкости в емкостях реализуются согласно требованиям к методикам измерений по ГОСТ Р 8.595-2004.

Косвенный метод динамических измерений выполняется с помощью магнитоиндукционных датчиков турбинных преобразователей расхода (“ТПР”) и блока вычисления расхода ГАММА-9, который выполняет:

- регистрацию и измерения параметров сигналов ТПР;
- задания и расчет коэффициентов преобразования подключаемых ТПР;
- расчет мгновенных значений расхода и нарастающего объема среды;
- регистрацию и измерение сигналов с частотного выхода поточного плотномера;
- расчет значений масс брутто и нетто среды, прошедшей через ТПР.

В косвенном методе статических измерений и методе, основанном на гидростатическом принципе, используются датчики уровня ДУУ2М или РДУ1,

многоточечные датчики температуры ДТМ2, контроллер ГАММА-10 с каналом ввода градуировочных таблиц и информационные мосты БСД для связи с вычислительным комплексом на базе ЭВМ верхнего уровня.

Для небольших предприятий, желающих решить задачу с минимальными затратами на объектах, где число резервуаров не более 8, удобна Система измерительная ГАММА. Она представляет собой законченный комплекс объемного учета в трех исполнениях для горизонтальных и вертикальных резервуаров. Система измерительная ГАММА обеспечивает:

- измерение уровней различных жидких продуктов, а также измерение температуры контролируемой среды в одной или нескольких точках (в зависимости от типа подключенных датчиков);
- коррекцию измеряемых датчиками уровней с учетом температуры контролируемой жидкости;
- вычисление объема жидкости с использованием градуировочных таблиц резервуаров;
- отображение измеренных параметров на встроенном индикаторе, а также возможность осуществления цифрового обмена по последовательному интерфейсу RS-485 с ЭВМ верхнего уровня.

Комплексное решение задачи количественного учета жидкости в хранилищах товарных парков с ведением архивов и выполнение отчетной документации реализует многоканальная измерительная система “Альбатрос Танк Супервайзер”. Она позволяет измерять:

- уровень как контактным, так и бесконтактным способами или их комбинацией;
- температуру непосредственно датчиком уровня или с помощью специального многоточечного термометра (ДТМ2);
- гидростатическое давление столба продукта.

Система “Альбатрос Танк Супервайзер” на основе измеренных параметров выполняет расчет:

- объема жидкости по градуировочным таблицам резервуара;
- плотности и массы продукта в мере вместимости.

Примитивные автоматы и функциональные регуляторы обычно составляют основную часть оборудования среднего уровня АСУТП. В традиционных приложениях примитивные автоматы служат для поддержания технологических параметров в установленных пределах. Эти автоматы решают вопросы позиционного регулирования в аппаратной реализации. Показательным примером применения такого автомата является контроль за работой дренажной емкости в технологической цепочке подготовки нефти, когда автоматическое включение/выключение насосов выполняют контроллеры ГАММА-7М или ГАММА-8М и преобразователи серии ПВС. Каждый из приборов имеет в своем составе силовые ключи, привязанные к уставкам срабатывания, и реализует функции дискретного управления.

Одноконтурные промышленные регуляторы на базе контроллеров ГАММА-7М, ГАММА-8М и ГАММА-12 строятся совместно с датчиками ДУУ2М и РДУ1 и связаны, в основном, с задачами поддержания

на заданном уровне таких технологических параметров, как степень наполнения емкости, давление и температура. Эти узкоспециализированные регуляторы ориентированы обычно на работу с резервуарами, в том числе и находящимися под давлением. Реализовать более сложные устройства регулирования позволяет КПК ГАММА-11. С помощью этого прибора пользователь может комбинировать применение локальных функционально законченных регуляторов (специализированные модули в составе КПК ГАММА-11) совместно с программно реализуемыми в среде программирования контроллера регулирующими конструкциями.

Комплексный технологический регламент в большинстве случаев способен реализовать только программируемый логический контроллер. Именно таким прибором является комбинированный промышленный контроллер КПК ГАММА-11. Его отличительные особенности:

- область применения – взрывоопасные условия;
- отсутствие внешних барьеров искробезопасности;
- возможность комбинации обычных и взрывобезопасных цепей в рамках одного каркаса управляющего контроллера;
- “горячая” замена интерфейсных модулей без снятия напряжения питания с контроллера;
- резервирование выполнения алгоритма вторым модулем процессора и передача выполнения задачи управления “на лету”;
- санкционированная возможность оперативно менять параметры алгоритма управления в ходе эксплуатации установки;
- интегрирование контроллера в среду сторонних АСУТП посредством традиционных сетевых интерфейсов (RS-485, Ethernet) и широко распространенной системы программирования ISaGRAF.

Ярким примером комплексной реализации технологического регламента является автоматизированная система управления дожимной насосной станцией (ДНС) (рис. 3).

Система управления ДНС предназначена для поддержания оптимального режима подготовки нефти, газа и сброса воды, контроля за ходом технологического процесса. Она размещается в шкафу автоматики и построена на основе двух КПК ГАММА-11 младшего семейства. Один из контроллеров решает задачи уровнемерии и регулирования, второй – управления насосами, вентиляторами и др. Система обеспечивает взрывобезопасные:

- регулирование по уровню и давлению для двух нефтегазовых сепараторов;
- измерение уровней по двум резервуарам, управление их запорной арматурой;
- управление двумя дренажными емкостями;
- контроль за системами пожаротушения, загазованности и вентиляции;
- управление процессами перекачки жидкости и поддержание водного баланса.

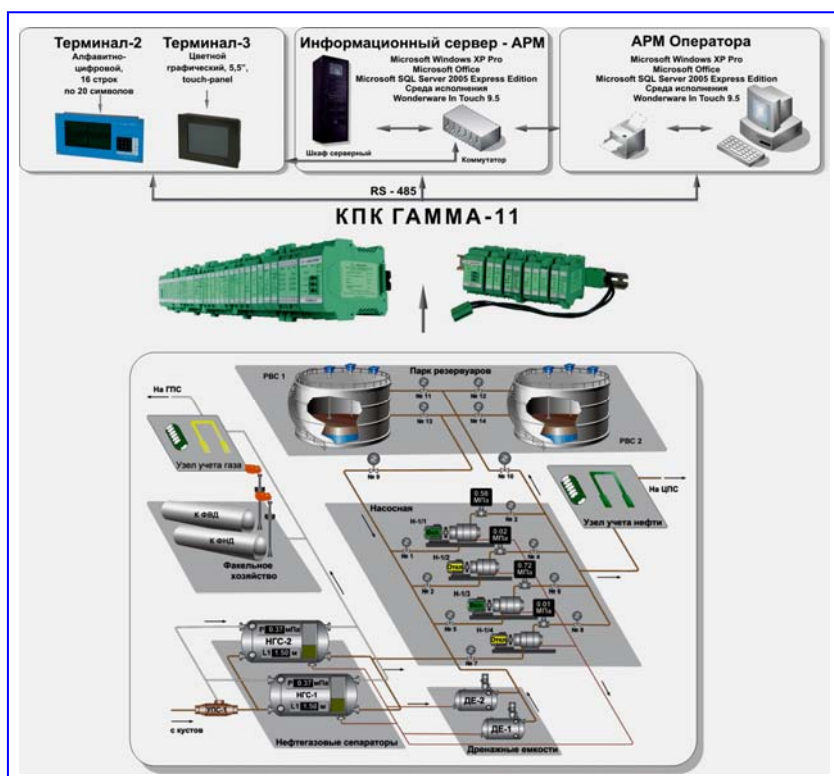


Рис. 3. Структурная схема системы управления ДНС

Состояние каналов ввода/вывода системы управления отображается на местном пульте и по линиям интерфейса RS-485 передается в пульт центральной операторной ДНС.

Таким образом, аппаратно-программные средства и системные решения ЗАО “Альбатрос”:

- представляют собой универсальный инструмент для решения практически любой задачи взрывобезопасного мониторинга технологических объектов в условиях зон класса 1 и 2, где возможно образование смесей горючих газов и паров с воздухом категории ПВ;

- реализуют вид взрывозащиты “Искробезопасная электрическая цепь” и имеют уровень взрывозащиты “Взрывобезопасный”;

- позволяют не только контролировать работу небольших простых установок, но и автоматизировать крупные промышленные объекты с сотнями контуров регулирования и непрерывным технологическим циклом.

Юрий Борисович Дубасов – канд. техн. наук, зам. коммерческого директора ЗАО “Альбатрос”.
Телефоны/ факсы: (495) 976-40-38, 101-41-73, 976-42-13.
E-mail: Dubasovj@albatros.ru <http://www.albatros.ru>