

Акустические измерители, сигнализаторы уровня жидкости и системы на их основе

Николай Балин, Александр Демченко

Описаны новые высокоточные акустические измерители, сигнализаторы уровня жидкости, и контрольно-измерительные системы на их основе.

Введение

Повышение требований к точности учета количества жидких продуктов (обусловленное введением нового ГОСТа) при проведении различных товарно-сырьевых операций, например, с бензином, керосином, мазутом, кислотами, сжиженными газами и т.п., предполагает применение высокоточных измерителей уровня жидкостей при реализации объемно-массового метода определения количества продукта.

Существующие способы определения уровня жидкости условно можно разделить на две группы — контактные и неконтактные.

К контактным измерителям относятся устройства, основным элементом которых является зонд, помещаемый с помощью механической системы по высоте резервуара. Наряду с несомненными достоинствами этих датчиков (вы-



Резервуары топлива на нефтебазе КИНЕФ



Залив топлива в цистерны

сокая точность, возможность измерения плотности и температуры по высоте резервуара), они обладают рядом недостатков, среди которых основной — наличие подвижных узлов, понижающих надежность и сокращающих срок службы уровнемера.

К неконтактным измерителям относятся устройства, принцип действия которых основан на лоцировании поверхности жидкости акустическими или электромагнитными волнами (соответственно сонары и радары). К достоинствам подобных измерителей следует отнести отсутствие подвижных деталей и контакта датчика с жидкостью, простоту установки и обслуживания датчика на резервуаре, продолжительный срок службы. Основной сложностью при создании высокоточных неконтакт-

ных измерителей (особенно акустических) является учет особенностей распространения и отражения волн внутри резервуара. Широкое применение радаров к настоящему моменту было обусловлено простотой реализации и высокой точностью измерения уровня, однако стоимость радаров очень высока. Использование современной вычислительной техники позволяет создать дешевый акустический измеритель уровня с точностью, близкой к точности радара.

Независимо от наличия систем измерения уровня резервуарные парки необходимо оснащать системой аварийной сигнализации.

Из существующего многообразия сигнализаторов уровня можно выделить следующие наиболее часто применяемые типы: поплавковые, емкостные, акустические.

Наряду с несомненными достоинствами поплавковых сигнализаторов уровня, такими как простота и дешевизна конструкции датчика, сигнализаторы с подвижным элементом подвержены влияниям загрязнения и коррозии, что приводит к потере подвижности поплавка. При этом невозможно определить работоспособность сигнализатора дистанционно, без демонтажа с резервуара.

Емкостные сигнализаторы уровня не имеют подвижных элементов, что выгодно отличает их от поплавковых. Основным недостатком этих сигнализаторов является необходимость настройки сигнализатора на конкретный тип жидкости и периодической подстройки его в процессе эксплуатации. Акустические сигнализаторы уровня лишены упомянутых недостатков.

Сонары TS-01, TS-02 и ультразвуковой сигнализатор уровня ASL-400

Сонары TS-01 и TS-02 (рис. 1), выпускаемые фирмой Valcom®, являются неконтактными акустическими измерителями дистанции. Действие приборов основано на излучении импульсного акустического сигнала в направлении к поверхности жидкости, приеме отраженного от поверхности сигнала и определении расстояния до поверхности через измерение времени распространения сигнала до поверхности и обратно.

В конструкцию измерителя входят приемно-излучающее устройство (антенна), система эталонных (реперных) отражателей, расположенных между антенной и поверхнос-

тью жидкости, электронный блок и вычислительное устройство. Антенна предназначена для излучения акустического сигнала в направлении к поверхности и приема отраженных от поверхности и реперных отражателей сигналов. Вычислительное устройство обрабатывает усиленные предварительным усилителем принятые сигналы и определяет дистанцию до поверхности жидкости.

На работу измерителя могут оказывать влияние дополнительные отражатели акустического сигнала, например элементы конструкции емкости, в которой происходит измерение. Устранение негативного влияния этих отражений в измерителях производится путем пространственной локализации акустического луча. В описываемых измерителях реализовано два метода локализации:

- использование антенны с острой диаграммой направленности (TS-01). Ширина диаграммы направленности измерителя TS-01 составляет 12° при диаметре антенны 40 мм. Его рабочая частота лежит в ультразвуковом диапазоне частот (60-80 кГц);
- создание специального «канала» для распространения звукового сигнала (TS-02). В измерителях типа TS-02 канал распространения звука выполнен в виде обычной трубы диаметром 25-50 мм, проходящей через весь резервуар, а для создания наилучших условий распространения звука в трубе рабочая частота измерителя этого типа составляет 1-3 кГц.

Реперные отражатели располагаются на пути следования акустического луча. У датчиков TS-01 они крепятся на специальном тросе или кронштейнах и представляют собой плоские отражатели. У датчиков TS-02 реперные отражатели выполнены в трубе.



Рис. 1. Сонары TS-01 и TS-02 фирмы Valcom

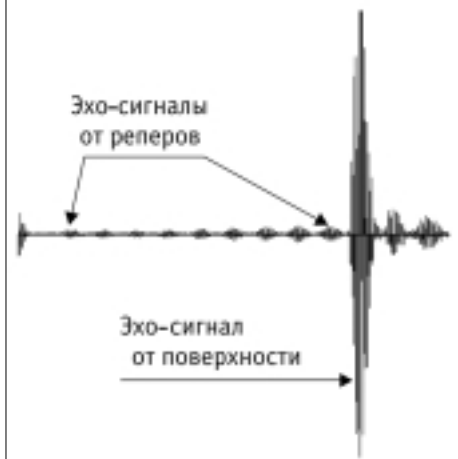


Рис. 2. Вид эхо-сигнала уровнемера

Алгоритм работы измерителя дистанции не зависит от модификации и основан на излучении импульсного акустического сигнала и приеме отраженных импульсов. Антенна периодически излучает в направлении поверхности короткий акустический сигнал. Принятый сигнал – это совокупность импульсов, отраженных от поверхности и от реперных отражателей (рис. 2). Реперные отражатели выполнены таким образом, чтобы амплитуды импульсов от них были бы во много раз меньше амплитуды импульса от поверхности и не влияли на точность измерителя.

Таблица 1. Технические характеристики TS-01 и TS-02

Измеряемая дистанция	0,5-20 м
Точность	не хуже ± 2 мм
Выходной сигнал	интерфейсный (TS-01), 4 -20 мА (TS-02)
Степень взрывозащиты	0Ex ia IIC T6
Защищенность корпуса	IP68
Электропитание	24 В
Рабочая температура	-40... +85°C (для датчика), -150... +180°C (для продукта)
Электрическое подключение	2 провода (TS-02), 3 провода (TS-01)
Материал корпуса	нержавеющая сталь 316L
Вес	0,8 кг

Существенно увеличить точностьсонара возможно путем совместной обработки временных координат поверхности и реперов при известных дистанциях до последних.

При большом числе реперов (до 20) точность в определении даже больших дистанций (до 25м) может быть достаточно высокой: 1-5 мм, поскольку фактически измеряется лишь небольшое расстояние между поверхностью и ближайшим репером.

Выбор модификации измерителя для установки на резервуаре зависит от типа продукта: для более вязких жид-



Рис. 3. Ультразвуковые сигнализаторы уровня ASL-400

костей — TS-01, для менее вязких — TS-02.

Технические характеристики акустических уровнемеров TS-01 и TS-02 приведены в табл. 1.

К основным требованиям, предъявляемым к сигнализаторам уровня, можно отнести надежность, продолжительный срок службы, минимальное количество элементов настройки, удобство монтажа и т.д.

Перечисленными свойствами обладает поставляемый фирмой Valcom® сигнализатор ASL-400 (рис. 3).

Конструкция данного сигнализатора не имеет подвижных частей, а также полостей и зазоров, он не требует настройки в процессе всего срока службы. Принцип действия сигнализатора основан на оценке величины затухания колебаний акустического резонатора, размещенного на конце металлического стержневого волновода, к противоположному концу которого прикреплен электроакустический преобразователь. Конструкция сигнализатора позволяет произвольным образом (под любым углом)

Таблица 2. Технические характеристики акустического сигнализатора уровня ASL-400

Повторяемость срабатывания сигнализатора	±1 мм
Выходной сигнал	релейный (4 -20 мА и «сухой» контакт)
Степень взрывозащиты	0Ex ia IIC T6
Защищенность корпуса	IP68
Электропитание	24 В
Рабочая температура	-40... +85°С (для датчика); -200... +200°С (для продукта)
Электрическое подключение	2 провода (4 -20 мА); 4 провода («сухой» контакт)
Материал корпуса	нержавеющая сталь 316L
Вес	0,45 кг (длина стержня 100 мм)

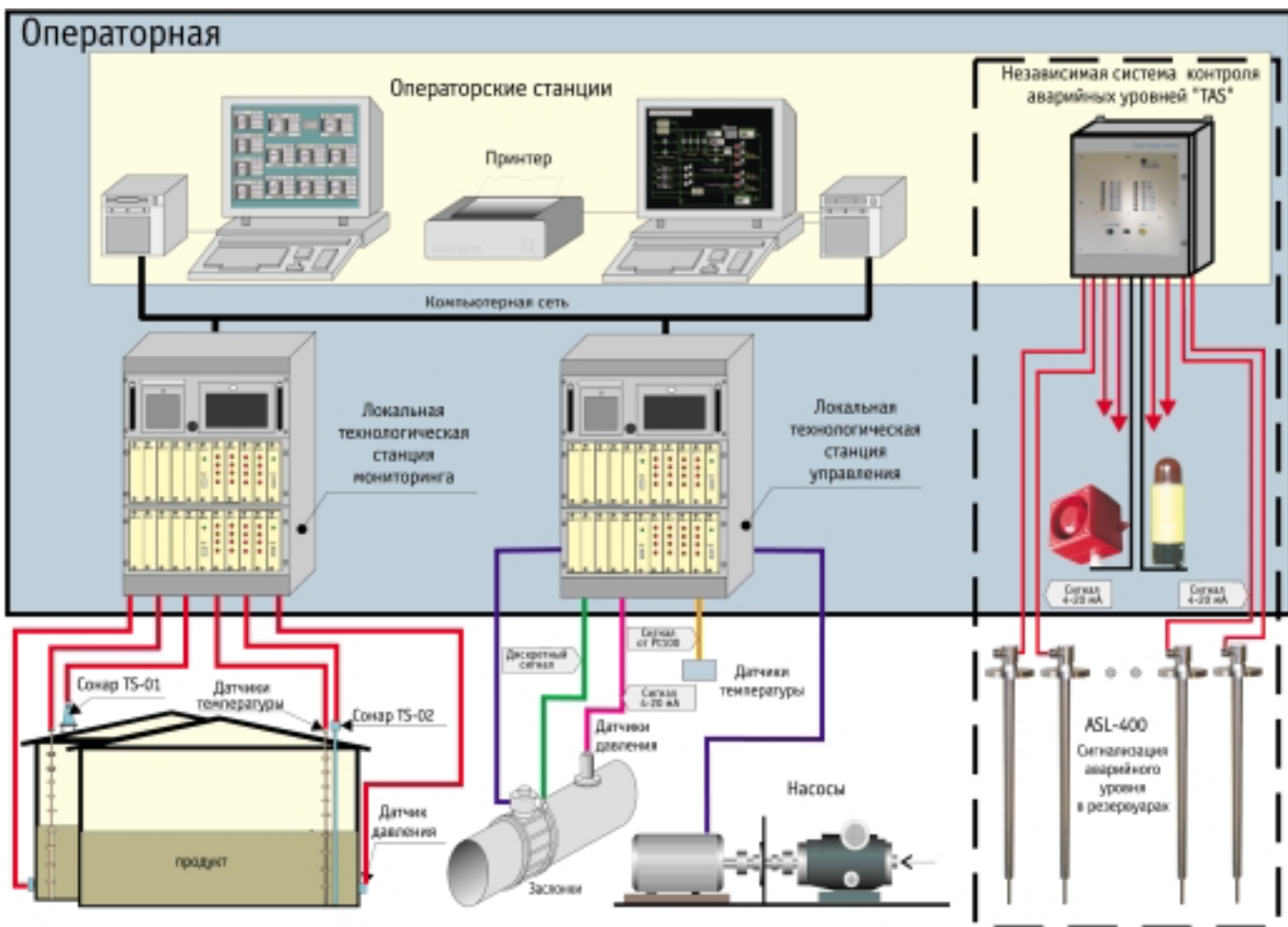


Рис. 4. Структурная схема системы управления резервуарными парками TankSona™

располагать датчик по отношению к жидкости. Возможна поставка сигнализатора со стержневым волноводом различной длины и конфигурации, что позволяет располагать его в тех местах, где затруднены установка и обслуживание традиционных датчиков.

К достоинствам датчика с протяженным волноводом следует отнести возможность индикации им уровня высокотемпературных и низкотемпературных жидкостей, поскольку длинный волновод позволяет вынести электроакустический преобразователь из зоны с экстремальными температурами и давлением. Примером использования



Рис. 7. Локальная технологическая станция измерения уровня и температуры
(1 — электротехнический шкаф серии CONCEPTLINE фирмы Schroff/Hoffman, 2 — контроллер PCA 6145B в корпусе MBPC641 фирмы Advantech, 3 — блоки питания системы, 4 — барьеры искрозащиты фирмы Elcon)



Рис. 5. Размещение уровнемера TS-01 на крыше резервуара



Рис. 6. Размещение уровнемера TS-02 (1) и сигнализатора ASL-400 (2) на крыше резервуара

данных сигнализаторов в экстремальных условиях является их успешная эксплуатация в системах контроля уровня жидкого азота при температуре ниже -75°C , уровня сжиженного газа (бутана, пропана и др.) при давлении 20 атм., уровней жидких пищевых продуктов при температуре до 200°C .

Технические характеристики акустического сигнализатора уровня ASL-400 приведены в табл. 2.

Комплексная система управления резервуарными парками TankSonar™

Типовая структурная схема системы TankSonar™ приведена на рис. 4.

Система состоит из следующих составляющих:

- каналов измерения уровня, состоящих из уровнемеров TS-01/TS-02 и барьеров искрозащиты;
- каналов измерения температуры, состоящих из термосопротивлений Pt-100 или многоточечных вертикальных гирлянд для замера температуры продукта и барьеров искрозащиты;
- каналов измерения давления (плотности), состоящих из высокоточных (0,1%) датчиков давления и барьеров искрозащиты;



Рис. 8. Операторская станция системы измерения уровня и температуры
(1 — монитор 21" Nokia 445, 2 — системный блок IPC 6806 с процессором PCA6154 фирмы Advantech)

Рис. 9. Блок сигнализации и контроля системы аварийной сигнализации

- (1 — электротехнический шкаф серии CONCEPTLINE фирмы Schroff/Hoffman, 2 — барьеры искрозащиты фирмы Valcom, 3 — блоки питания системы фирмы Valcom, 4 — блоки сигнализации фирмы Valcom)



- локальной технологической станции мониторинга;
- локальной технологической станции управления насосами и задвижками;
- необходимого количества операторских станций;
- независимой системы сигнализации уровня, состоящей из сигнализаторов ASL-400, барьеров искрозащиты и панели сигнализации.

Примером реализации части этой структуры является система учета и аварийной сигнализации участка автоналива Киришского нефтеперерабатывающего



Рис. 10. Панель индикации (1) системы аварийной сигнализации



Рис. 11. Примеры отображения информации на экране операторской станции

завода (КИНЕФ), которая содержит восемь каналов измерения уровня и температуры в емкостях с бензином и дизельным топливом и столько же каналов аварийной сигнализации. На рис. 5-10 представлены фотографии основных узлов этой системы.

Программное обеспечение системы базируется на операционной системе представления информации

фирмы ABB и драйверах фирмы Valcom (АРМ оператора).

Примеры отображения информации на экране операторской станции приведены на рис. 11.

Заключение

Система TankSonar™ находится в эксплуатации год и работает надежно и эффективно. ●