

**«Новые технологии автоматизированного учета жидкостей на
основе ультразвуковых уровнемеров
нового поколения»**

О.С. Москаленко

НВЦ «Виатех»

С.И. Левичев

Центральная энергетическая таможня Украины

Обеспечение высоких (так называемых «коммерческих») точностей учета жидких продуктов (не хуже 0.3-0.5% от измеряемой величины) при одновременном удовлетворении требований к экологической безопасности, особенно при работе с агрессивными жидкостями, жидкостями, находящимися под давлением, пожароопасными жидкостями, стало одним из важнейших условий при создании измерительных комплексов и систем автоматизированного учета жидкостей.

Традиционные ультразвуковые уровнемеры, обеспечивающие измерение уровня жидкости через газо-воздушную среду, не отвечают в полной мере ни одному из вышеназванных условий.

Действительно, условия размещения акустических преобразователей на резервуарах зачастую ограничивают размер мерной базы, обеспечивающей измерение скорости звука в газо-воздушной среде, величиной менее 1м (расстояние от верхнего уровня жидкости до преобразователя). Кроме того неоднородность условий распространения звука в газо-воздушной среде по вертикали при изменениях температурного режима и уровня жидкости при сливе-наливе приводят к существенному отличию измеренной скорости звука на мерной базе от истинной скорости в среде. Так при измерении уровня нефтепродуктов нами зафиксировано отличие в скоростях звука от 320м/сек (на мерной базе) до 280м/сек (в слоях, близких к поверхности нефтепродуктов), что приводит к погрешностям измерения, более чем на порядок отличающимся от декларируемых в документации и не отвечающим требованиям коммерческого учета. Эти обстоятельства резко уменьшили область практического применения ультразвуковых уровнемеров данного типа.

Разрешить вышеназванные противоречия позволило создание разработанных в Украине в 1998г Научно-производственным Центром «Виатех» ультразвуковых уровнемеров, принципиальным отличием которых была внешняя по отношению к резервуару фиксация двух преобразователей, один из которых обеспечивал измерение скорости звука в жидкости сквозь боковую стенку резервуара по отраженному от противоположной стенки эхосигналу, а второй измерял уровень жидкости сквозь донную стенку по эхосигналу, отраженному от границы раздела жидкость-газо-воздушная среда.

Пределы допустимой погрешности уровнемеров, оснащенных датчиками с внешним креплением- ± 3 мм (в диапазоне измеряемых уровней до 2м) и -0.15% в остальном диапазоне. При этом декларируемая точность измерения обеспечивается во всем диапазоне изменяющихся условий эксплуатации, благодаря наличию автонастройки параметров, а также наличию на практике большой мерной базы, на которой проводится измерение скорости звука.

Создание ультразвуковых уровнемеров с внешней фиксацией преобразователей потребовало решения целого ряда проблем как научного, так и технического характера, среди которых

- обеспечение оптимального отношения сигнал\помеха при двукратном прохождении сигнала через многослойную среду (контактный слой-материал стенки резервуара - один или два слоя измеряемой жидкости) в условиях априорного отсутствия информации о материале, толщине и контактных свойствах стенки резервуара,

- обеспечение приемлемой точности измерения уровня жидкости в условиях значительных флюктуаций эхосигнала, обусловленных волнением поверхности и интерференционными явлениями в замкнутых резервуарах различной формы,

- обнаружение эхосигналов на фоне реверберации, обусловленной «звоном» возбужденной поверхности стенки,

- обнаружение полезного эхосигнала в присутствии сигналов, отраженных от элементов конструкции резервуаров различной формы и технологического назначения.

Решение отмеченных выше проблем потребовало разработки оригинальной программно-технической структуры, обеспечивающей формирование и передачу зондирующих сигналов с изменяющейся в широком диапазоне (от десятков до сотен килогерц) несущей частотой, а также реализацию алгоритмов обработки сигналов в присутствии многокомпонентной помехи.

Основными особенностями ультразвуковых уровнемеров с внешней фиксацией преобразователей являются

- применение широкополосных ультразвуковых преобразователей, обеспечивающих минимальное послезвучание («звон») в паре преобразователь - оболочка резервуара,

- реализация алгоритмов автоматической самонастройки, обеспечивающих выбор оптимальных частоты и коэффициента передачи приемного тракта,

- разработка модели сигнала и алгоритмов статистической обработки эхосигналов в условиях значительных флюктуаций их уровня,

- выбор гибкой архитектуры вычислительных средств, обеспечивающей применение различных эвристических процедур выделения полезных эхосигналов в присутствии сигналов, отраженных от элементов конструкции резервуаров различной формы и пр.

Измерение с высокой точностью скорости звука в жидкостях, реализуемое при использовании данного метода, позволяет с большой достоверностью дать оценку плотности некоторых типов жидкостей, в частности, бензинов, сжиженных газов и т. п. а значит, при наличии данных калибровки резервуаров, оценить массу жидкостей без вскрытия резервуаров.

Кроме того ультразвуковые уровнемеры данного типа обеспечивают также возможность измерения уровня подтоварной воды, если она находится под товарной жидкостью, отличающейся по плотности от плотности воды.

Уровнемеры с внешним креплением датчиков позволяют осуществлять монтаж и наладку, а также обеспечивают простую и достоверную проверку своих точностных характеристик без остановки технологических процессов и в полной мере отвечают требованиям экологической безопасности.

Указанные преимущества уровнемеров разработки НПЦ «Виатех» при достаточно низкой их цене (в 3-5 раз дешевле зарубежных ультразвуковых, и тем более радарных уровнемеров, при более высоких или сопоставимых точностных параметрах)

позволили им завоевать за последние пять лет достаточно прочное положение в Украине.

Сегодня в эксплуатации находятся 4 модификации портативных уровнемеров с внешней фиксацией преобразователей (две модификации разработаны специально для Государственной таможенной службы Украины).

НПЦ «Виатех» также разработаны и поставляются стационарные малоканалные (обслуживают от 1-го до 5-ти резервуаров) ультразвуковые уровнемеры-сигнализаторы УУС, а также стационарные многоканалные (от 5-ти до 32-х резервуаров) ультразвуковые уровнемеры УУМ.

Стационарные уровнемеры могут комплектоваться и другими ультразвуковыми датчиками оригинальной конструкции: датчиками, обеспечивающими измерение через газо-воздушную среду, погружными датчиками, а также двухуровневыми стержневыми датчиками-сигнализаторами уровня.

При необходимости за счет использования разработанного оригинального программного обеспечения и ПЭВМ на базе малоканалных уровнемеров-сигнализаторов УУС и многоканалных уровнемеров УУМ созданы и поставляются системы автоматизированного учета жидкости в резервуарных парках.

Кроме того на базе многоканалного уровнемера УУМ разработан и поставляется комплекс технических и программных средств управления процессом слива/налива железнодорожных цистерн в закрытом экологическом цикле.

Все уровнемеры сертифицированы по требованиям взрывозащищенности в Донецком испытательном сертификационном центре взрывозащищенного и рудничного оборудования и поставляются метрологически аттестованными в Украинском центре сертификации и метрологии.

Уровнемеры защищены патентом Украины.

В настоящее время они успешно эксплуатируются в АО «Лисичанскнефтеоргсинтез», «Херсоннефтепереработка», ОАО «АЗОТ» г. Черкассы, Днепродзержинск, Северодонецк, ПИИ «Лукойл-Украина», ГП «Смолы» г. Днепродзержинск, на Долинском, Гнединцевском, Яблунивском и Селешинском газоперерабатывающих заводах, в коммерческих и охранных структурах железных дорог Украины и Грузии, в Центральной энергетической таможне Украины, Грузинской таможенной службе.

Более сотни портативных ультразвуковых уровнемеров находится в эксплуатации в экспедиторских фирмах и компаниях-нефтетрейдерах таких, как АО ТД «Укртатнафта», «Запорожспецтрансгаз», «Синтез-Ойл», «Гелеос-Ойл» и т.д., а также закуплены государственными службами США.

Литература

1. *Боборыкин А. Однокристалльные микроЭВМ.* М.: МИКАП, 1994.
2. *Янсен Й. Основы цифровой электроники:* В 4 томах. М.: Мир, 1987
3. *Ермолов И. Ультразвуковые пьезопреобразователи для неразрушающего контроля.* М.: Машиностроение, 1986.