

УДК 621.317

О.Н. Сухоручко, В.В. Васильченко, А.П. Корецкий

*Институт радиопрофики и электроники НАН Украины, Харьков*

## АВТОМАТИЧЕСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЖИДКОСТЕЙ. ЧАСТЬ 1

*В работе приведены результаты разработки и экспериментального исследования акустического уровнемера погружного типа, предназначенного для измерения различных параметров жидкости в резервуарах, в том числе во взрывоопасных зонах. Получены аналитические выражения для калибровки и учета погрешностей прибора.*

*акустический уровнемер погружного типа, калибровка, учет погрешностей*

### Введение

**Постановка задачи.** Автоматизация производственных процессов в различных отраслях промышленности выдвигают разнообразные задачи по измерению различных параметров жидких и сыпучих сред [1]. Это приводит к необходимости разработки новых и совершенствования существующих методов измерения уровня и других параметров жидких и сыпучих материалов, каждый из которых может найти свою определенную область применения.

Отсутствие универсальных способов измерения этих параметров объясняется большим разнообразием контролируемых сред, отличающихся физическими, химическими и электромагнитными свойствами, особенностями эксплуатации, требованиями к точности измерения и экономической эффективности применяемых способов, а также к конструкции применяемых конкретных устройств.

В частности, значительно повысились требования к надежности и конструктивной простоте погружного датчика уровнемера, размещенного в сосуде. Датчик не только должен обеспечить высокую точность измерения, но и сохранять свои выходные параметры в течение длительного времени [2]. В связи с тем, что эксплуатационные условия усложнились (наличие газовых включений в контролируемой среде, значительное изменение ее физико-химических свойств в процессе измерения, большие перепады температур и т.п.), традиционные методы измерения – емкостной [3], индукционный, радиоизотопный, оптический [4], высокочастотный [5] и другие – не всегда отвечают требованиям, предъявляемым к измерительным устройствам.

Не останавливаясь подробно на принципах действия, достоинствах каждого метода, отметим лишь, что ультразвуковой метод позволяет разработать уровнемеры с существенно улучшенными мет-

рологических и надежностными характеристиками. Звуковая эхо-локация, основанная на использовании акустических волн преимущественно ультразвукового диапазона частот, имеет в этом случае ряд преимуществ [6]. К ним относятся:

- сравнительная простота генерации излучения и приема колебаний,
- компактность приемоизлучающих элементов аппаратуры,
- высокая устойчивость к химическому и оптическому загрязнению окружающей среды,
- возможность работы в агрессивных средах при высоких давлениях,
- возможность значительного удаления вторичной аппаратуры от места измерений,
- длительный срок службы,
- отсутствие механических подвижных элементов,
- простота обслуживания,
- сравнительно малая стоимость,
- практически мгновенная готовность к работе после включения,
- нечувствительность к электромагнитным помехам,
- высокая надежность и ряд других.

Вместе с тем ощутимая зависимость скорости распространения упругих колебаний в средах от температуры, влажности, а также возможное влияние внешних акустических помех требует введения в эти устройства корректирующих и стабилизирующих узлов. Именно по этим причинам современные точные уровнемеры представляют собой устройства с развитой электроникой.

**Целью работы** является разработка и экспериментальное исследование уровнемера погружного типа, предназначенного для измерения следующих параметров жидкости в резервуарах: уровня жидкости; величины слоя подтоварной воды; температуры и плотности ее на различных уровнях.

### Основной материал

Уровеньмер состоит из следующих функциональных блоков (рис. 1): датчика уровня 1 погружного типа; температурных датчиков 3 в количестве от 1 до 8 штук; измерительного 6 и индикаторного 8 блоков. Измерительный блок может быть выполнен выносным или расположен внутри индикаторного блока.

Датчик уровня 1 погружного типа состоит из двух параллельных перфорированных отрезков труб из нержавеющей стали диаметром 30 – 50 мм, жестко скрепленных между собой. Длинный отрезок трубы является измерительным каналом, а более короткий – калибровочным. В нижних концах труб к общему основанию прикреплены акустические излучатели. Датчики для измерений уровней более 3 м выполняются из секций, которые соединяются между собой непосредственно при монтаже. Внутри труб датчика уровня расположены акустические отражатели для

самокалибровки уровнемера. Для повышения надежности измерений во время заливки резервуаров внутри трубы измерительного канала может находиться поплавко-успокоитель. Его рекомендуется применять в резервуарах с акустически прозрачными жидкостями – светлые нефтепродукты, вода, спирты и т.д. Ограничения по применению: жидкости, характеризующиеся большим затуханием ультразвука (например, некоторые виды щелочей), в резервуарах с перемешиваемыми жидкостями, сильными конвекционными потоками и вибрациями. В них возможно ухудшение метрологических характеристик и надежности измерений. Датчики температуры 2 прикреплены снаружи к трубам датчика уровня (рис. 1).

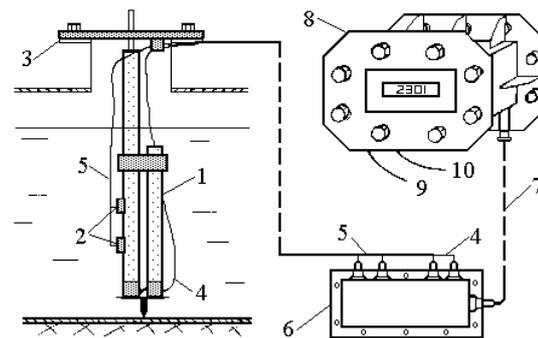


Рис. 1. Ультразвуковой уровнемер:

- 1 – датчик уровня; 2 – датчик температуры; 3 – фланец резервуара; 4 – ВЧ кабели; 5 – кабели датчиков температуры; 6 – измерительный блок; 7 – кабель внутреннего обмена и питания блока; 8 – индикаторный блок; 9 – кабель цифрового и аналогового выходов; 10 – кабель питания уровнемера

Датчик уровня второй модификации представляет собой герметичный отрезок трубы, снаружи которой расположен поплавок, положение которого определяется уровнем контролируемой жидкости. Положение наружного поплавка определяется с помощью внутреннего датчика, связанного с наружным с помощью магнитной подвески. Рекомендуется применять при стационарной установке в резервуарах с перемешиваемыми и акустически непрозрачными жидкостями, в резервуарах с сильной вибрацией поверхности жидкости. Применение ограничено в резервуарах с жидкостями, дающими осадок на стенках, а так же в резервуарах, в которых возможно образование изморози и льда на внутренних поверхностях.

Измерительный блок 6 располагается в непосредственной близости от резервуара или на самом резервуаре (например, на фланце горловины) и состоит из следующих функциональных узлов (рис. 2): двухканального приемо-передатчика, блока оптрона вынесенных датчиков, блока первичной обработки и передачи информации, вторичных стабилизаторов, инфракрасного порта для ввода калибровочных параметров датчиков. Измерительный блок соединен с индикаторным блоком кабелем внутреннего обмена из 4-х витых пар в экране.

Индикаторный блок представляет собой взрывонепроницаемую оболочку, состоящую из двух отделений. В отделении со смотровым окном расположен блок индикации в составе блока входных оптронов, блока приема цифровой информации от измерительного блока, блока цифровой и дискретно-аналоговой индикации, узла обмена цифровой информацией с ПЭВМ информационной сети, узла аналогового выхода (рис. 2). Во втором отделении расположены входы кабелей питания уровнемера, аналогового и цифрового выходов, кабеля, идущего к измерительному контроллеру. В этом же отделении расположен блок питания уровнемера.

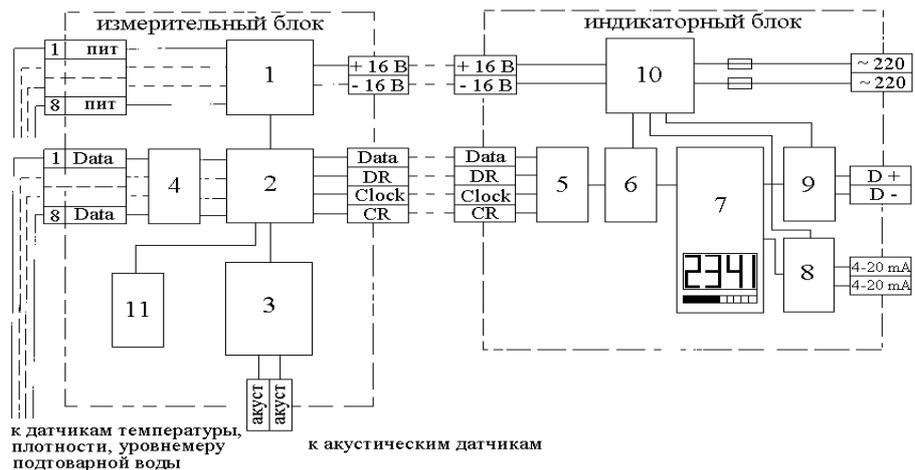


Рис. 2. Электрическая блок-схема уровнемера:

- 1 – блок вторичных стабилизаторов; 2 – блок первичной обработки и передачи информации; 3 – двухканальный приемо-передатчик; 4 – блок оптронов вынесенных датчиков; 5 – блок входных оптронов; 6 – блок приема и обработки цифровой информации; 7 – блок цифровой и дискретно-аналоговой индикации; 8 – узел аналогового выхода; 9 – узел обмена цифровой информацией с центральным процессором; 10 – блок питания уровнемера; 11 – ИК-порт

### Список литературы

1. Викторов В.А., Лункин Б.В., Совлуков А.В. *Высокочастотный метод измерения неэлектрических величин*. – М.: Наука, 1973. – 280 с.
2. Викторов В.А., Кияшев А.И., Полетаев Б.К. и др. *Способ определения положения границы раздела двух сред*. Авт. свид. № 540148. – Бюл. Изобрет. – 1976. – № 47.
3. *Емкостной уровнемер Kotron* [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cis-automation.ru>.
4. *Волоконно-оптический уровнемер* [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: [www.expro.ras.ru/base/prod/data.htm](http://www.expro.ras.ru/base/prod/data.htm).

5. Пятибратов И.В. *Исследование и разработка резонансных высокочастотных уровнемеров диэлектрических сред*. Автореферат дис... канд. техн. наук. – М.: Московский энерг. ин-т, 1971. – 22 с.

6. Горбатов А.А., Рудашиевский Г.Е. *Акустические методы и средства измерения расстояний и управления*. – М.: Энергия, 1981. – 206 с.

Поступила в редколлегию 25.10.2006

**Рецензент:** д-р физ.-мат. наук, старший научный сотрудник В.К. Иванов, Институт радиофизики и электроники НАН Украины, Харьков.