

высокой скоростью управлять генераторным и измерительным оборудованием, обрабатывать данные, пересылать их в персональный компьютер по протоколу USB / RS 485 (232).

Таким образом, разработанное устройство позволяет произвести контроль электромагнитных параметров исследуемого материала, исключая при этом влияние материала подложки.

Список использованных источников

1. Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах. М.: Наука, 1973. 344 с.
2. Скворцов Б.В., Живоносная Д.М. Метод бесконтактных измерений электромагнитных параметров наноматериалов// Автотометрия, 2016. Т.52. № 4. С.98– 106.

УДК 631.053

## **УСТРОЙСТВО АКУСТИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ В РЕЗЕРВАРАХ**

Д.Р. Таипова, С.А. Борминский  
Самарский университет, г. Самара

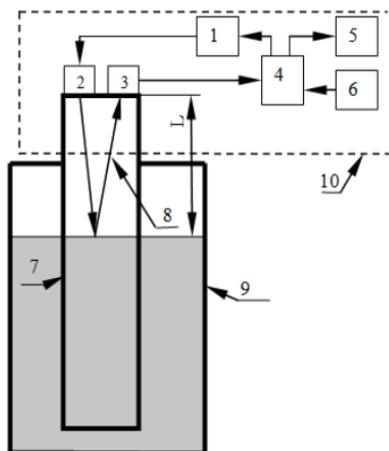
В настоящее время большое внимание уделяется развитию нефтяной промышленности. В данной отрасли актуальной проблемой является контроль и управление технологическими процессами, в частности оперативные способы измерения уровня жидкости в резервуарах и скважинах. Задача измерения уровня жидкости в резервуаре является актуальной не только на территории промышленных предприятий, также не менее важно получать достоверную информацию о запасах нефти и газа в подземных (искусственных и естественных) хранилищах.

Существует большое количество методов измерения, которые можно разделить на три категории: механические, электрические, волновые. Механические устройства измерения уровня жидкости (УИУЖ) определяют уровень по изменению механических параметров: давления, положения поплавка и т.п.; в электрических УИУЖ контролируется сопротивление или ёмкость; волновые УИУЖ используют акустические или электромагнитные волны.

Рассмотрим подробнее конструкцию акустического устройства измерения уровня, основанную на временном принципе действия. Во временных уровнемерах акустический датчик расположен над резервуаром и расстояние до границы среды вычисляется по измеряемому времени, которое необходимо акустическому импульсу для прохождения пути от датчика до контролируемой среды и обратно.

В общем случае используется следующий алгоритм проведения измерения:

1. Происходит чтение калибровочных коэффициентов из памяти;
2. Происходит чтение порта, к которому подключен температурный датчик, после чего рассчитывается температура среды для дальнейшей коррекции скорости звука;
3. Запуск счетчика времени и посылка акустического импульса;
4. Задержка. Она необходима, чтобы на время приостановить работу программы для того, чтобы приёмник не принял излучаемый сигнал в момент излучения;
5. Прием акустического сигнала и запись в оперативную память;
6. Анализ акустического сигнала с целью выделения принятого сигнала;
7. Вычисление уровня;
8. Вывод результата на дисплей.



1 – генератор посылаемого импульса; 2 – акустический излучатель; 3 – приёмник; 4 – устройство обработки сигналов, 5 – устройство индикации; 6 – устройство ввода (клавиатура); 7 – волновод; 8 – акустическая волна; 9 – ёмкость; 10 – блок УИУЖ; L – расстояние между прибором и контролируемой жидкостью

Рисунок 1 – Конструкция акустического устройства измерения уровня

Для вычисления калибровочных коэффициентов A и B используется подпрограмма калибровки по двум трубам. При калибровке устройства пользователь должен измерить две различающиеся эталонные трубы/уровня, после чего ввести эталонные значения в прибор. В программе решается система:

$$\begin{cases} L_1 = AcT_1 + B \\ L_2 = AcT_2 + B \end{cases},$$

из которой определяются коэффициенты  $A$  и  $B$  для дальнейших измерений. Выделение принятого сигнала при анализе происходит с целью нахождения точной позиции отраженного акустического импульса и реализуется путем нахождения максимального и минимального отклонения амплитуд. После этого устройство вычисляет расстояние до границы среды по следующей формуле:

$$L = \frac{ct}{2},$$

где  $t$  - время распространения акустического импульса в прямом и обратном направлениях,  $c$  - скорость звука в среде.



Рисунок 2 – Эхограмма сигнала

Список использованных источников

1. Борминский С.А., Скворцов Б.В., Солнцева А.В. Методы измерений количественных и качественных характеристик жидких энергоносителей - Самара: Издательство СНЦ РАН, 2012. - 222 с.

УДК 621.373.826, 629.783, 621.384.3, 53.088.222

## **ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЙ ОПТО- ЭЛЕКТРОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ МИКРОМЕТЕОРОИДОВ**

Е.А. Щелоков, А.И. Данилин, Д.А. Щелоков  
Самарский университет, г. Самара

Ранее предложено [1] устройство опто-электронного регистратора параметров микрометеороидов.

Предложенный метод заключается в косвенном измерении параметров движения микрометеороида посредством регистрации моментов его пролета через четыре системы, каждая из которых представляет собой оптическую «плоскость».

На основании предлагаемого метода построена математическая модель вектора скорости микрометеороида.