

Гордеев Б.Н., Зивенко А.В, Моторкин Д.Ю.

Идентификация жидких сред полиметрической системой без использования стробоскопического преобразования

УДК 681.518

Существующие полиметрические системы используют стробоскопический преобразователь (СП) для одного из важнейших этапов обработки полиметрического сигнала – его масштабирования [1]. Необходимость использования стробоскопического преобразования в существующих ПС вызвана в первую очередь тем, что оценка характеристик исследуемых жидких сред производится с использованием данных о форме импульсов полиметрического сигнала, который имеет малую длительность (порядка нескольких нс). Существенным недостатком устройств с встроенным СП является их высокая стоимость, что обуславливает их преимущественное применение на ответственных объектах хранения/перевалки, где необходима сверхвысокая точность оценки уровня продукта [2]. Развитие современной микроэлектроники открывает новые возможности для создания портативных и недорогих полиметрических систем без использования СП, однако это требует разработки новых подходов к формированию и обработке полиметрических сигналов. Так, например, современные время-цифровые преобразователи (ВЦП) имеют разрешение порядка 20 пс, что соответствует линейному интервалу 6 мм – достаточное разрешение для большинства практических задач по измерению расстояний. В данной работе кратко изложены результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработанных алгоритмических и аппаратных средств, которые позволяют придать системам без использования СП принципиально новые возможности а также повысить точность их работы.

Структура аппаратной части разработанной системы и схематическое изображение формируемого и обрабатываемого сигнала $U(t)$ приведены на рис. 1.

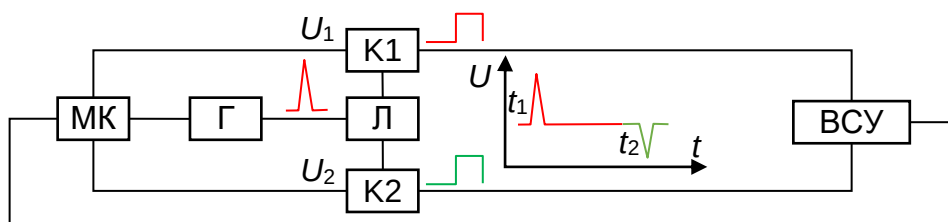


Рисунок 1 – Структура разработанной системы без использования СП:

МК – микроконтроллер, выступающий в роли вычислителя; Г – генератор коротких импульсов напряжения; Л – измерительная линия – волновод; K1, K2 – компараторы; ВСУ – время-считающие устройства; $U(t)$ – формируемый полиметрический сигнал.

Формируемый сигнал представляет собой совокупность зондирующего и отраженных импульсов, которые образуются в результате распространения

излученного импульса в линию специальной конструкции (частично погруженную в жидкость). Измеряя длительность временной задержки между зондирующим и отраженным импульсами $Z = t_2 - t_1$ и можно определить расстояние до объекта. Благодаря возможности оперативной настройки порога срабатывания компараторов K1 и K2 появляется возможность оценки временных задержек между отдельными точками формируемого сигнала. Например, если настроить компаратор K1 на срабатывание при текущем напряжении 0.2 В, а компаратор K2 при срабатывании на -0.2 В, то ВСУ будет оценивать время между точкой, где зондирующий импульс достигает значения 0.2 В и точкой, где отраженный импульс имеет амплитуду -0.2 В. Это позволяет подбирать уровни срабатывания компараторов так, чтобы снизить значение случайной погрешности оценки задержки (см. рис. 2 для пояснения), строить многопараметрический модели оценки исследуемых параметров.

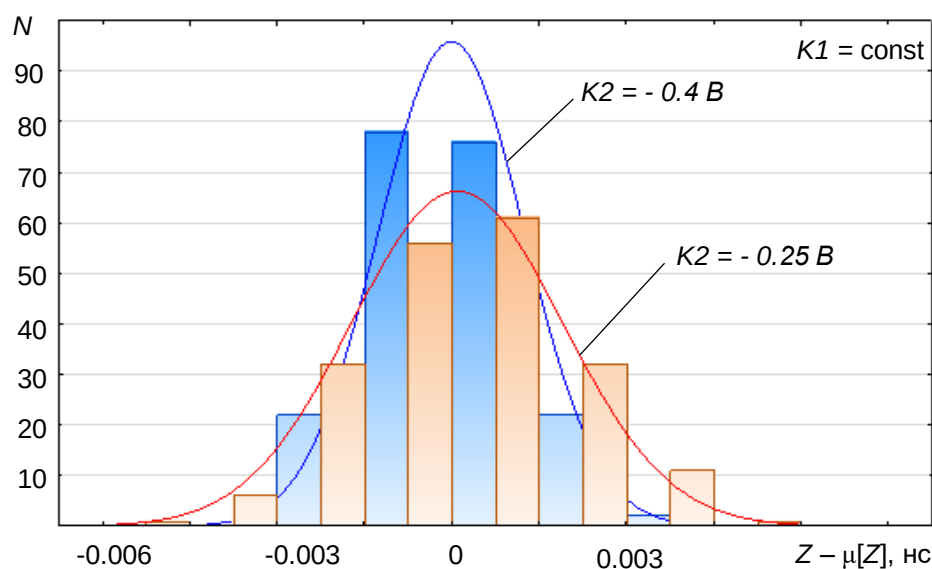


Рис.2 – Графики распределений погрешности определения задержки между импульсами при различных значениях уровней срабатывания компараторов K2 (объем выборки значений оценки задержки $N_{\text{общ}} = 200$).

Аналогично настраивая компараторы на различные пороги срабатывания и проводя статистическую обработку полученных данных появляется возможность оценки формы коротких импульсов без применения СП. Форма отраженного импульса зависит от формы зондирующего импульса, линии его распространения и характеристик отражающего объекта – жидкости и ее характеристик. Поскольку форма зондирующего импульса, параметры линии распространения остаются неизменными в процессе работы устройства, то форма отраженных импульсов зависит только от характеристик контролируемой жидкости. На рис. 3 изображены диаграммы рассеяния точек фронтов отраженных импульсов для случаев отражения от воды ($\epsilon \approx 80$) и подсолнечного масла ($\epsilon \approx 3$).

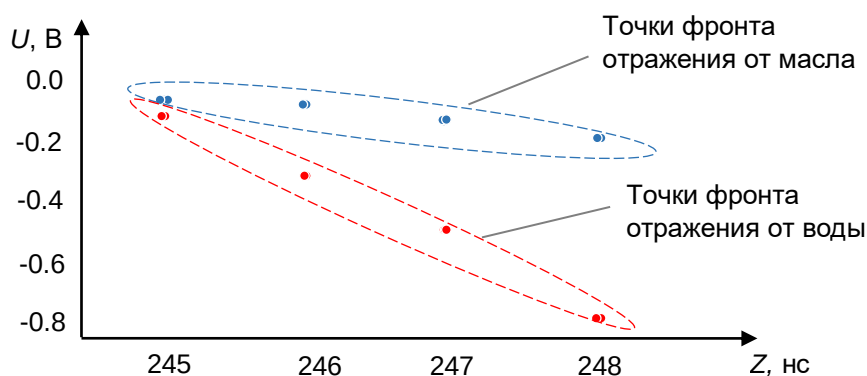


Рис. 3 – Диаграмма разброса точек $U(Z)$, полученные при отражении зондирующего импульса от различных сред (вода, растительное масло)

С помощью анализа получаемых множеств точек может быть определен класс (характер) контролируемой жидкости [3]. Данная информация может иметь критически важное значение для принятия решений во многих областях. Например, в аварийных ситуациях при принятии решений о изменении крена/дифферента судна по данным датчиков уровня в балластных/топливных/сухих отсеках, когда важной является информация о массе груза – т.е. необходима информация о характере жидкости в каждом конкретном отсеке (пробоины, течь и т.п.).

Выводы. Разработаны способ и устройство, которые позволяют оперативно без использования стробоскопического преобразования оценивать уровень жидкости в контролируемой емкости и идентифицировать класс жидкости. Экспериментальные исследования показали необходимость оптимизации параметров устройства (подбор напряжений срабатывания компараторов) с целью повышения точности оценки уровня жидкости. Перспективным направлением исследования является построение моделей оценки параметров исследуемых сред по множествам точек (форме отраженных импульсов), получаемых в результате срабатывания компараторов на различных уровнях напряжения.

Список литературы

1. Полиметрические системы: теория и практика : Монография / Ю.Д. Жуков, Б.Н. Гордеев, А.В. Зивенко, А.Ю. Грешнов, О.А. Зимина, В.Н. Чегринiec, Е.О. Прищепов; под ред. Ю.Д. Жукова. – Николаев : Атолл, 2012. – 382 с.
2. Жуков Ю.Д. Оценка характеристик топлив полиметрической системой без использования стробоскопического преобразования [Текст] / Жуков Ю.Д., Гордеев Б.Н., Зивенко А.В., Наконечный А.Г., Моторкин Д.Ю., Гудыма Е.А. // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв : НУК, 2013. – с. 422–424.