

Д.А. Кравчук, А.А. Бахтерев, В.Д. Николаев
(ИНЭП ЮФУ; e-mail: denik545@ya.ru)

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ И ОБЪЁМНОГО РАСХОДА СТОЧНЫХ ВОД НА БАЗЕ LABVIEW

Анализируется возможность создания виртуального прибора для измерения объёмного расхода жидкости. Разработана модель расходомера на базе LABVIEW для сточных вод, которые сбрасывают предприятия.

Ключевые слова: ультразвук, расходомер.

D.A. Kravchuk, A.A. Bakhterev, V.D. Nikolaev MODEL OF MEASUREMENT SYSTEM AND THE VOLUMETRIC FLOW RATE OF WASTE WATER BASED ON LABVIEW

The possibility of creating a virtual instrument for measuring the volumetric flow rate was analyzed. A model of flow meter based on LABVIEW of wastewater, which is discharged by plants, is developed.

Key words: ultrasound, flow meter.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 5 декабря 2016 г.

Одну из экологических проблем в наше время создают сточные воды. После попадания в различные водоёмы и колодцы сточные воды могут нанести существенный вред экологической ситуации и создать угрозу для жизни и здоровья людей, животных и птиц, обитающих в этом районе. Для отслеживания объёма сточных вод, которые сбрасываются в окружающую среду, используют расходомеры.

Время-импульсные расходомеры измеряют разницу во времени прохождения ультразвуковой волны по и против потока жидкости. Такой принцип измерений обеспечивает высокую точность ($\pm 1\%$). При этом он хорошо работает для чистого потока или потока с незначительным содержанием взвешенных частиц. Время-импульсные расходомеры применяются для измерения расхода очищенной, морской, сточной воды, нефти, в том числе сырой, технологических жидкостей, масел, химических веществ и любой однородной жидкости [1, 2].

Принцип действия ультразвуковых расходомеров основан на измерении разницы во времени прохождения сигнала. При этом два ультразвуковых сенсора, расположенные по диагонали напротив друг друга, функционируют попеременно как излучатель и приёмник. Акустический сигнал, поочерёдно генерируемый обоими сенсорами, ускоряется, когда направлен по потоку, и замедляется, когда направлен против потока. Разница во времени, возникающая вследствие прохождения сигнала по измерительному каналу в обоих

направлениях, прямо пропорциональна средней скорости потока, на основании которой можно затем рассчитать объёмный расход. А использование нескольких акустических каналов позволяет компенсировать искажения профиля потока.

Расходомер основан на эффекте Доплера. Он хорошо работает с суспензиями, где концентрация частиц выше 100 ppm и размер частиц больше 100 мкм, но концентрация составляет менее 10 %. Такие расходомеры жидкости легче и менее точные ($\pm 5\%$), они дешевле, чем время-импульсные расходомеры.

Другим не столь популярным расходомером является ультразвуковой расходомер с последующей корреляцией (кросс-корреляция). Он не имеет недостатков, свойственных доплеровским расходомерам. Они лучше работают для потока жидкости с твёрдыми частицами или турбулентного потока газа.

Математическая модель представляет собой виртуальный прибор, созданный в программной среде LabVIEW. Данная среда включает в себя продукцию компании National Instruments – модульный измерительный комплекс NI PXI – 1042Q (рис. 1).



Рис. 1. Модульный измерительный комплекс NI PXI 1042Q

Этот комплекс предназначен для широкого спектра испытаний. Измерительные модули, установленные в нём, могут заменяться на другие в зависимости от поставленной задачи. PXI может быть оснащён модельным компьютером, что делает его удобным в использовании.

В нашем случае PXI был использован 2-канальный цифровой осциллограф NI PXI – 5152, имеющий следующие технические характеристики:

- полоса пропускания – до 1 ГГц;
- входной импеданс – 1 МОм;
- максимальное напряжение – до 40 В;
- максимальная частота дискретизации в реальном времени – 2 ГГц;
- объём внутренней памяти задаётся пользователем;
- разрешающая способность – 8 bit.

В данном виртуальном приборе имеются программные фильтры высоких частот и полосовой фильтр. Частоту среза этих фильтров можно регулировать с помощью элементов управления в реальном времени. Просмотр исходного сигнала, отфильтрованного сигнала и спектра осуществляется с помощью графического изображения на лицевой стороне виртуального прибора.

На фронтальной стороне прибора располагается программа. Полученные экспериментальные данные по команде записываются в документ формата ".txt". Запись может вестись от начала и до конца эксперимента, а также выборочно в зависимости от решения лаборанта. Можно выбирать удобный для себя формат записи данных, например: с плавающей запятой, научный тип данных, формат данных в единой системе единиц СИ, выбор количества знаков после запятой.

Обработка полученных данных может быть осуществлена в самой программе LabVIEW или в таких программах, как: Mathcad, MS Office Excel.

С помощью разработанного виртуального прибора и ультразвуковых преобразователей можно заранее, до этапов испытаний ультразвукового измерителя расхода жидкости, проектировать данные устройства с учётом условий распространения акустического сигнала в различных средах.

Литература

1. *Лепендин Л.Ф. Акустика*. М.: Высшая школа, 1978. 448 с.
2. *Евдокимов В.Н., Линдваль В.Ю.* LabVIEW в научных исследованиях. 2009. 542 с.
3. *Кравчук Д.А.* Исследования структуры акустического поля параметрического излучателя в изоскоростном волноводе // Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. № 9 (122). С. 72-77.
4. *Кравчук Д.А.* Повышение эффективности гидроакустических систем. Результаты экспериментальных исследований электроакустических характеристик пьезоэлементов антенны // Научные труды SWorld. 2015. Т. 5. № 2.(39). С. 63-66.