

*Старший преподаватель Пупков В. С.
(ДонДТУ, г. Алчевск, Украина)*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАНДАРТНЫХ АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ЭВМ ДЛЯ РЕГИСТРИРОВАНИЯ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ЖИДКОСТИ

Розроблено вимірювальний комплекс для реєстрації хвильових процесів у рідині, заснований на використанні АЦП звукової карти.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Широкое использование систем сбора информации основанных на ЭВМ является одной из основных тенденций развития экспериментальных исследований. Применительно к гидромеханическим процессам такой подход целесообразно использовать при исследовании волновых явлений. Связано это с тем, что, вследствие их быстротечности, прямая регистрация измеряемых параметров не возможна. Поэтому, для дальнейшего анализа, необходимо фиксировать значительный объем информации. Применение ЭВМ позволяет не только успешно решать такую задачу, но и значительно упрощает их дальнейшую обработку. Широкому использованию ЭВМ для организации измерительного комплекса препятствует относительно высокая стоимость плат сбора данных, что в совокупности с недостаточным финансированием науки практически исключает использование ЭВМ при проведении экспериментальных исследований волновых процессов. Например, плата сбора данных среднего класса L-761-84 фирмы ЗАО АВТЭК-СПб (АЦП 14 бит, частота дискретизации 125 кГц) имеет стоимость около 400\$ [9]. Если добавит стоимость датчиков давления DMP 335 по 220\$ каждый [10], то вполне понятно, что для большинства отечественных лабораторий такие расходы неприемлемы. Сумму расходов можно существенно сократить, если использовать стандартные аппаратные средства ЭВМ. В частности, воспользовавшись звуковой картой, а именно трактом преобразования сигнала из аналогового в цифровой.

Анализ исследований и публикаций. Следует сразу оговорить некоторую ограниченность такого подхода. Связано это с тем, что звуковая плата предназначена для записи звука и поэтому способна регистрировать только сигналы переменного тока частотой от 20 Гц до 20 кГц с 16 разрядной разрешающей способностью [1]. Нижнюю границу час-

тоты можно несколько расширить, используя рекомендации, приведенные в работе [5]. Идея использования звуковой карты в качестве АЦП нашла широкое применение у радиоэлектронщиков, которые таким образом реализовывают на ЭВМ запоминающий осциллограф и генератор сигналов, поэтому хорошие рекомендации по выбору и тестированию звуковой карты можно найти в работе [6]. Что касается программирования звуковой карты, то исчерпывающую информацию можно получить в работах [7-8].

Постановка задачи. Разработка измерительного комплекса, основанного на использовании стандартных аппаратных средств ЭВМ, для регистрирования волновых процессов в жидкости (регистрация давления в трубопроводе) имеющего минимальную стоимость.

Изложение материала и его результаты. Общая схема измерительного комплекса имеет следующий вид (рис. 1).

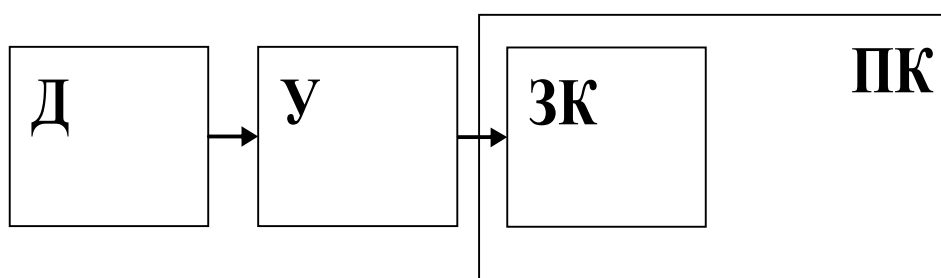


Рисунок 1 – Общая схема измерительного комплекса

Д – датчик, У – усилитель, ЗК – звуковая карта, ПК – персональный компьютер

Поскольку основной задачей является снижение стоимости измерительного оборудования, целесообразно использовать датчик давления, представляющий собой прямоугольную мембрану (рис.2), имеющую начальную кривизну равную радиусу трубопровода. С обратной воздействию давления стороны мембраны клеится тензорезистор. Изготовление такой конструкции не представляет больших трудностей.

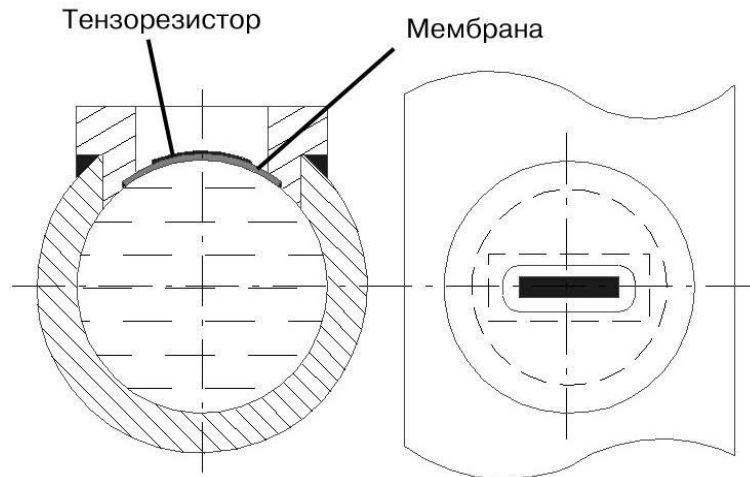


Рисунок 2 – Конструкция датчика давления

Собственную частоту датчика можно определить по формуле [2]:

$$f_m = \frac{\lambda \cdot h_m}{a_m^2} 10^2, \quad (1)$$

где h_m – толщина мембраны;

λ – коэффициент учитывающий заделку и отношение сторон мембраны;

a_m – длина мембраны.

Выбор материала мембраны осуществляется по максимальному напряжению

$$\sigma_{\max} = \frac{p_{\max} d_{tr}}{h_m}. \quad (2)$$

Изменение сопротивления тензорезистора δR_{tR} , при изменении давления на величину Δp , для такой конструкции ориентировочно определяется следующим выражением [4]:

$$\delta R_{tR} = k_{tR} R_{tR} \varepsilon_{tR}, \quad (3)$$

где k_{tR} – коэффициент чувствительности тензорезистора;

R_{tR} – номинальное сопротивление тензорезистора;

ε_{tR} – относительное удлинение тензорезистора, которое в нашем случае определяется:

$$\varepsilon_{tR} = \frac{1}{8} \frac{d_{tr}^3}{B_{tR}^2 E_m h_m} \Delta p, \quad (4)$$

где E_m, ν_m – модуль упругости и коэффициент Пуассона материала мембраны соответственно;

B_{tR} – база тензорезистора;

d_{tr} – диаметр трубы.

При использовании только одного плеча измерительного моста и питании схемы постоянным напряжением U , изменение падения напряжения составит: [4]

$$\delta U \approx \frac{1}{4} U \frac{\delta R_{tR}}{R_{tR}}. \quad (5)$$

К достоинствам полученного датчика следует отнести значительную собственную частоту, отсутствие подводящего канала и связанного с ним паразитного объема, незначительная нагрузка датчика на измеряемую сеть.

Следствием этих достоинств является слабый сигнал, поэтому он усиливается дифференциальным усилителем на микросхеме AD 623 (производства Analog Devices), которая представляет собой прецизионный инструментальный усилитель (рис. 3). Поскольку питание аналоговой части звуковых кодеков равно +5В питание схемы осуществлялось стабилизированным источником питания на 5В, в этом случае не требуется применять диодные ограничители. Усилитель следует располагать непосредственно у датчика давления. Измерительный мост желательно собрать из тензорезисторов аналогичных тензорезистору, используемому для регистрирования давления.

Для преобразования аналогового сигнала можно использовать практически любую звуковую карту, желательно реализованную в виде отдельной платы. Независимо от производителя, карта должна быть протестирована, например, с использованием методики изложенной в работе [8]. В общем случае для этого необходим генератор и осциллограф.

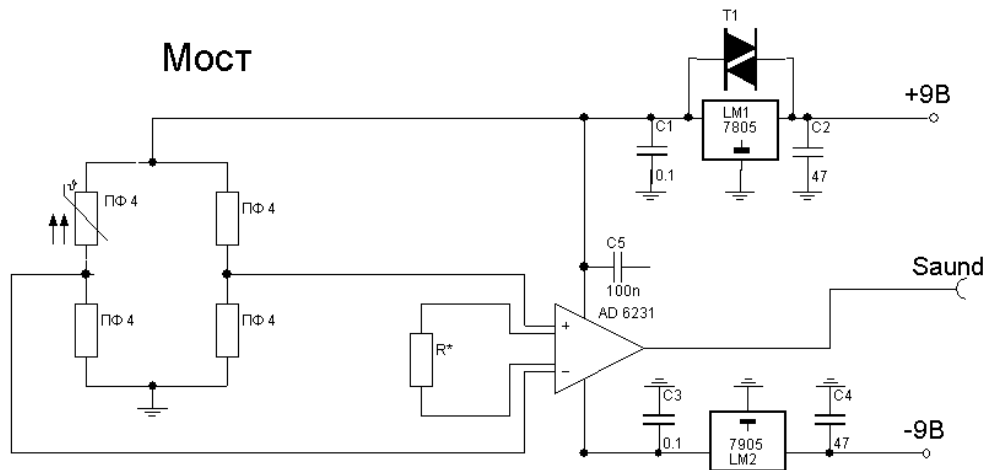


Рисунок 3 – Схема дифференциального усилителя

Поскольку в схеме преобразования аналогового сигнала в цифровой (рис. 4) присутствует программируемый усилитель, перед измерениями следует добиться состояния, при котором встроенный усилитель звуковой карты работает в режиме повторителя.

Что касается программного обеспечения, то здесь возможны два пути. Первый – самостоятельно написать программу, которая будет работать со звуковой картой. Второй – воспользоваться готовым программным продуктом. Первый способ допускает большую гибкость, однако требует определенных навыков программирования, особенно в среде Win NT. Однако если в качестве ЭВМ используется компьютер x486 и ниже, то он является единственно возможным (к счастью программирование под DOS больших проблем не вызывает).

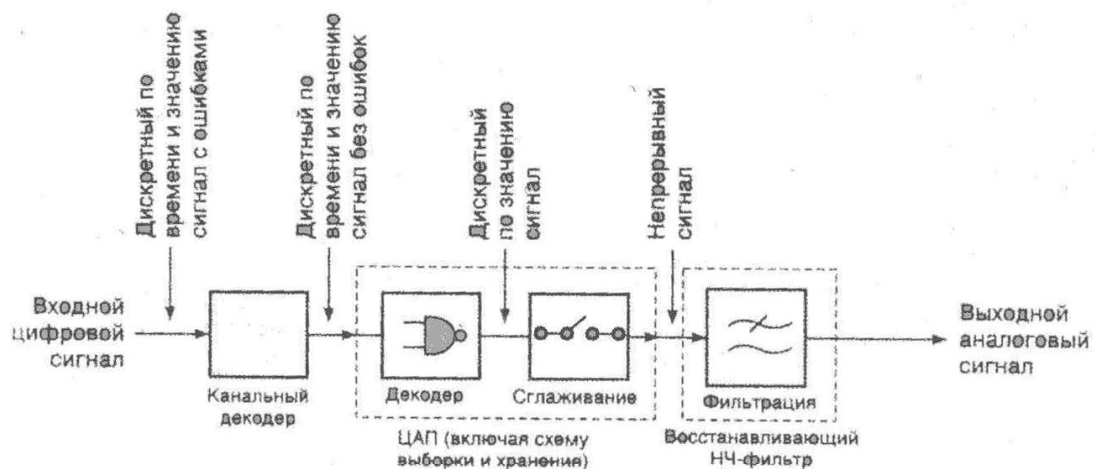


Рисунок 4 – Схема преобразования аналогового сигнала в цифровой

Если брать готовые программные продукты, то можно выделить программный продукт Power Graf 2.0 фирмы L-Card Ltd. Данная версия является бесплатной (ее можно скачать с сайта разработчика) при этом она обладает достаточно большой функциональностью. Например, существует модуль, позволяющий просто осуществлять запись данных в файл, без визуализации, что особенно важно для слабых машин.

Тарирование полученной измерительной системы следует производить в два этапа: сначала статическое тарирование, а затем – динамическое.

Целью статического тарирования является проверка линейности отклика. При этом давление в системе можно создавать при помощи гидродомкрата, а параллельный контроль давления осуществлять по показаниям стрелочного манометра. Для исключения погрешностей связанных с гистерезисными эффектами последовательность нагружения необходимо рандомизировать.

Динамическое тарирование можно осуществить по методу падающего груза [3]. Данный метод основывается на том, что на свободную поверхность жидкости, заполняющую вертикальную трубу с определенной высоты H падает груз. При соприкосновении груза с поверхностью жидкости распространяется волна давления, регистрируемая находящимся в жидкости тарированным датчиком.

При этом методе генерируется экспоненциальная волна, крутизна которой определяется конструктивными параметрами установки:

$$P(x,t) = \rho_0 c_0 V \frac{\rho_0 c_0}{\rho_1 l} \left(t - \frac{x}{c_0} \right), \quad (6)$$

где ρ_0, ρ_1 – плотность жидкости и материала груза, соответственно;

c_0, c_1 – скорость звука в жидкости и материале груза, соответственно;

l – толщина груза;

V – скорость груза, которая была при ударе.

Используя вышеизложенные материалы, был изготовлен измерительный стенд, который был использован при регистрировании импульсов давления возникающих при гидравлическом ударе. Была использована звуковая карта AudioPCI128 Creative, которая обеспечивала частоту дискретизации 44,1 кГц. Полученная при тестировании погрешность в определении амплитуды сигнала лежала в пределах 12%, а частоты колебаний около 7%. Характерный вид регистрируемой картины импульса давления представлен на рис. 5.

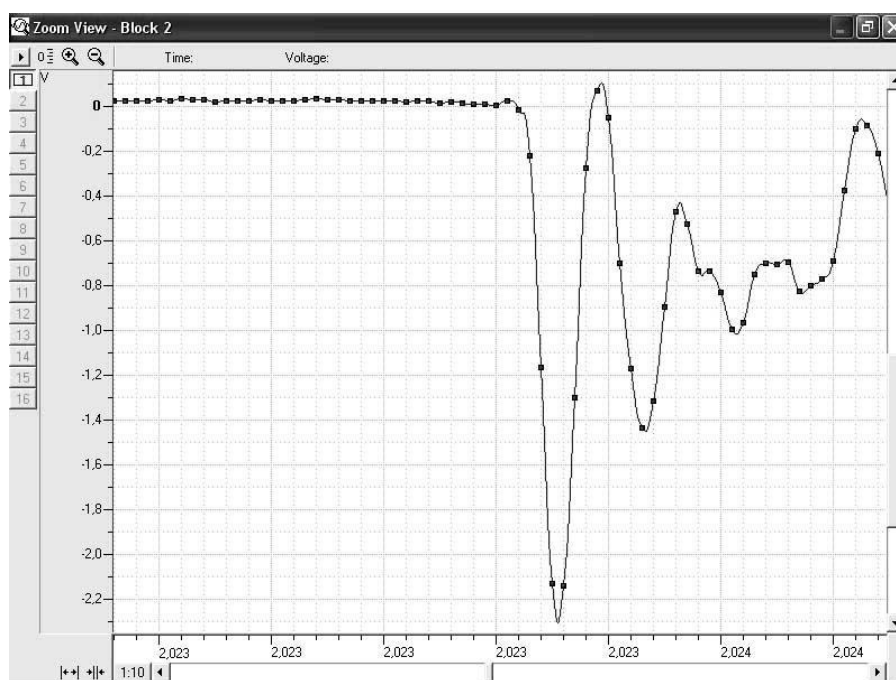


Рисунок 5 – Вид импульса повышенного давления

Выводы и направления дальнейших исследований. Полученные результаты показывают, что во многих случаях использование недорогой звуковой карты позволяет создать профессиональную систему сбора и обработки данных. В качестве дальнейшего развития можно предложить использование встроенного ЦАП для управления работой экспериментального стенда.

Разработан измерительный комплекс для регистрирования волновых процессов в жидкости, основанный на использовании АЦП звуковой карты.

A measuring complex is developed for logging of the phenomena of waves in a liquid, based on the use of ATSP of sound card.

Библиографический список

1. Колесниченко О.В. Шишигин И.В. Аппаратные средства РС. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 1024 с.
2. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластины и оболочки. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы. 1963. – 635с.
3. Бескаравайный Н.М. Теоретические основы измерения им-

пульсных давлений в жидкости. – К.: Наукова думка, 1981.– 190с.

4. Элдер В., Вальтер Л. *Электрические измерения неэлектрических величин полупроводниковыми тензорезисторами.* – М.: Мир, 1974. –286 с.

5. *Схемы подключения трансивера к компьютеру.*
<http://radio.cn.ua/radio/uu6jf/comp/112.html>.

6. Курбатов А. *Второе ампула звуковой платы.*
<http://www.computerra.ru/offline/1999/296/3677/print.html>.

7. Волков А., Багаутдинов А. *Компьютер в "радиоэлектронной лаборатории".* <http://xal.newmail.ru/tech/rel.dhtml>.

8. Барановский О. *АЦП из звуковой карты.*
<http://k9os.narod.ru/radio.html>

9. *Изделия от ЗАО Л-Кард.* <http://www.autex.spb.ru>.

10. *Датчик DMP 335 с пленочным сенсором для применения в гидравлике.* <http://www.BDSensors.ru>.