

***Ультразвуковой
измерительный
преобразователя расхода
и расходомер переменного
перепада давления с СУ***

Лабораторная работа
№7

Цели , план лабораторной работы. Состав рабочего места

Цель: Освоить измерение расхода с помощью ультразвуковых расходомеров. Изучение конструкции и способам настройки расходомера.

План работы:

- I. Теоретическая информация
- II. Настройка прибора

Состав рабочего места:

- Стол СР-1
- Стенд СТ-Р
- Ультразвуковой расходомер
US800-M-11-025-G-005-P-RS232-A (вход 4-20 мА) для
воды (или аналогичный, по согласованию)

Расходомер-счетчик жидкостей ультразвуковой US800

Расходомер-счетчик жидкостей ультразвуковой US800 (далее УЗРЖ) изображен на рис. 1, поз. 1.

Принцип работы любого ультразвукового расходомера основан на базовом явлении распространения ультразвука в среде. Сигнал ультразвука одновременно излучается в двух направлениях от одного датчика к другому. Когда ультразвуковой сигнал распространяется в движущейся среде - газе или жидкости, время распространения сигнала в направлении движения среды и против него будут различаться. Это время еще называют временем пролета или временем прохода сигнала, а принцип, соответственно, иногда называют времяпролетным. Эта разница пропорциональна скорости движения потока.

$$V = M \times D / \sin(2\theta) \times \Delta T / T_{up} \times T_{down}$$

$$\Delta T = T_{up} - T_{down} \quad , \quad \text{где}$$

V- средняя скорость
M - ультразвуковая частота отражений
D - диаметр трубопровода
 θ - угол между направлением сигнала и потока
 T_{up} - время пролета во встречном потоку направлении
 T_{down} - время пролета попутном направлении

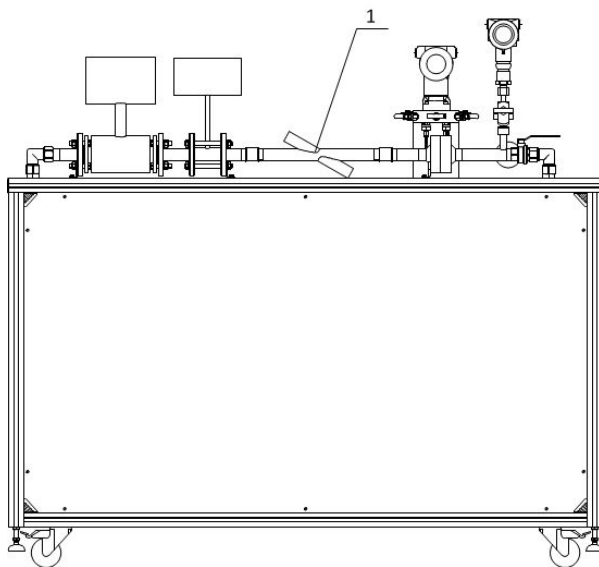


Рисунок 1 - Расходомер-счетчик жидкостей ультразвуковой US800

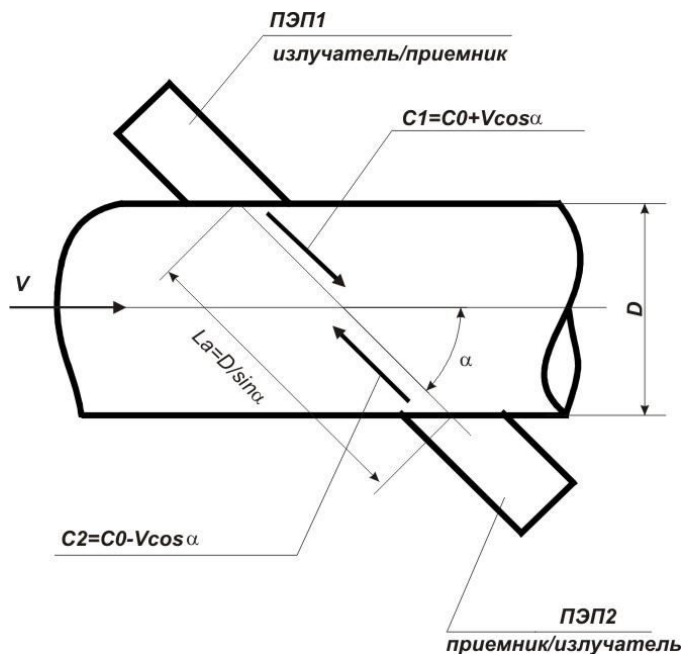
Теоретическая информация

Возбуждение ультразвуковых колебаний осуществляется пьезоэлектрическими преобразователями (далее – ПЭП), располагаемых на участке трубопровода, в котором производится измерение расхода жидкости. В зависимости от установки ПЭП относительно сечения потока, скорость последнего измеряется по двум или одному лучам ультразвуковых колебаний.

Принцип работы поясняется на рисунке 1.

Участок трубопровода с ПЭП, установленными на его диаметрально противоположных сторонах, образует первичный ультразвуковой преобразователь расхода (далее – УПР). В однолучевом УПР устанавливаются два ПЭП, которые размещаются на оси проходящей через диаметр поперечного сечения УПР. Двухлучевой УПР содержит две пары ПЭП, которые размещены на осях параллельных друг другу и проходящих через равные хорды поперечного сечения. Оси установки ПЭП располагаются под углом к оси УПР или совпадают с ней (только в однолучевом УПР).

Движение жидкости вызывает изменение времени полного распространения ультразвуковых сигналов по потоку и против него. Скорость распространения ультразвукового импульса в жидкости, заполняющей трубопровод, представляет собой сумму скоростей ультразвука в неподвижной жидкости и скорости потока жидкости V в проекции на рассматриваемое направление распространения ультразвука.



Теоретическая информация

УЗРЖ в зависимости от исполнения может быть:

- однолучевой – при установке одной пары ПЭП на оси, проходящей через диаметр поперечного сечения трубы;
- двухлучевой – при установке двух пар ПЭП на осях, параллельных друг другу и проходящих через равные хорды поперечного сечения.

УЗРЖ предназначен для измерения среднего объемного расхода (в дальнейшем расхода) и объема жидкостей, протекающих в одном или двух напорных трубопроводах. УЗРЖ измеряет расход и объем жидкостей, свойства и течение которых в трубопроводе с условным диаметром от 15 до 2000 мм соответствуют условиям:

- число Рейнольдса не ниже 5000;
 - максимальная скорость не более 12 м/с;
 - полное заполнение трубопровода жидкостью;
 - температура от 0 до +150 оС;
 - содержание газообразных и твердых веществ не более 1% от объема;
- УЗРЖ может передавать информацию об измеренных расходах и объемах внешним устройствам в виде:
- унифицированных сигналов силы постоянного тока;
 - частотно/импульсных сигналов;
 - цифровых сигналов стандарта RS485 и RS232.

Относительная погрешность УЗРЖ, %:

- при измерении времени распространения ультразвуковых импульсов и расхода $\pm 0,4$
- при преобразовании расхода в частотный/импульсный сигнал $\pm 0,1$
- при преобразовании расхода в аналоговый сигнал $\pm 0,4$
- при измерении объема $\pm 0,5$
- времени наработки $\pm 0,1$

Функциональная схема

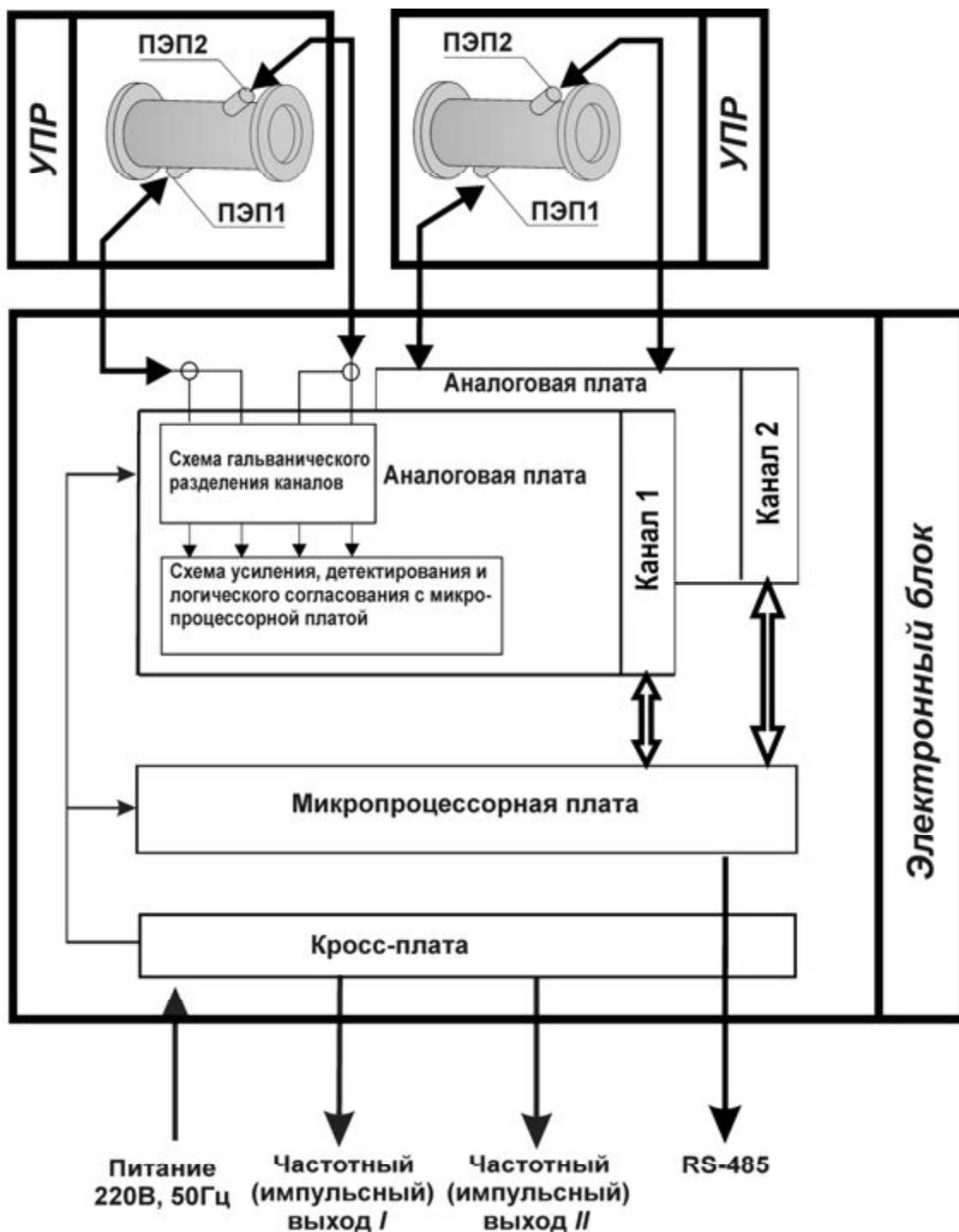


Рисунок 2

Теоретическая информация

Аналоговая плата обеспечивает:

- гальваническую развязку ПЭП от измерительной части канала измерения;
- посылку мощных импульсов через кабельную линию с волновым сопротивлением 50 Ом на ПЭП;
- прием (усиление и детектирование) слабых сигналов от ПЭП;
- логическое согласование временных процессов посылки и приема импульсов;
- автоматическую регулировку коэффициента усиления приемника в зависимости от уровня сигнала, поступающего на его вход;
- увеличение разрешения для точного измерения времен распространения ультразвуковых импульсов.

Микропроцессорная плата:

- управляет процессом попеременного зондирования потока жидкости ультразвуковыми импульсами;
- вычисляет значения измеряемых параметров;
- обеспечивает ввод программируемых параметров с клавиатуры и вывод информации на индикатор;
- формирует выходные аналоговые сигналы пропорциональные расходам в каждом канале измерения;
- обеспечивает связь по сети RS485;
- проводит периодическую самодиагностику.

Кросс - плата обеспечивает:

- необходимые напряжения питания;
- формирование выходных частотно/импульсных сигналов.

Настройка прибора

- Заполнить трубопровод в месте установки УПР водой. Визуально проверить герметичность соединений.
- Включить ЭБ в сеть питания. Через время не более 30 секунд после включения питания US800 должен перейти в режим работы.
- Убедиться в работоспособности US800 по комбинациям световых сигналов светодиодов «НОРМА» и «ОТКАЗ» и цифровой индикации.
- Ввод программируемых параметров осуществляется с помощью клавиатуры на лицевой панели ЭБ. (параметры каналов и их назначение приведены в таблице 12 руководства по эксплуатации на прибор).

Порядок программирования

- Вывести на индикацию в режиме работы с помощью кнопки «РЕЖИМ» канал, для которого необходимо ввести программируемые параметры.
- Перевести ЭБ в режим программирования длительным (не менее 3 секунд) нажатием кнопки «ВВОД».

Об установлении режима программирования свидетельствует появление на индикаторе параметра «**Временные интервалы**».

Переход от установленного параметра к следующему осуществляется последовательно нажатием кнопки «ВВОД», при этом происходит запоминание установленного параметра, **но не его сохранения в энергонезависимой памяти!!!** Поэтому при отключении в режиме программирования питания или нажатии кнопки «СБРОС» программируемые параметры принимают значения, установленные в предыдущих режимах программирования!

Выход из режима программирования возможен нажатием кнопки «СБРОС» если не требуется сохранения вновь введенных параметров – в основном после просмотра параметра «**Временные интервалы**» или из параметра «**Контроль выходных сигналов**».

Чтобы изменить значение программируемого параметра используются кнопки «→» и «↑»:

- кнопкой «→» выбирается разряд параметра. Выбор разряда подтверждается его миганием;
- кнопкой «↑» осуществляется изменение цифры выбранного разряда.

Настройка прибора

Примеры отображение параметров:



время распространения по потоку в мкс



время распространения против потока в мкс



среднее время распространения в мкс
(полусумма времен прохождения УЗ
импульсов по потоку и против потока)



разность между временами прохождения
УЗ импульсов по потоку и против потока в мкс

Произвести настройку прибора со следующими параметрами:

- шкала (параметр 2), м³/ч: 20 (на экране «2 .2000 2»)
- внутренний диаметр (параметр 3), м: 25 мм (на экране «2 .2500 -1»)
- база датчика (параметр 4), м: 10 см (на экране «4 .1000 0»)
- контроль выходных сигналов (параметр 8): 0 (на экране «8 0»)
- длина кабеля, м (параметр 9): 5 м (на экране «9 .5000 1»)
- диапазон токового выхода (параметр out), мА: 4-20 (на экране «out 4-20»)