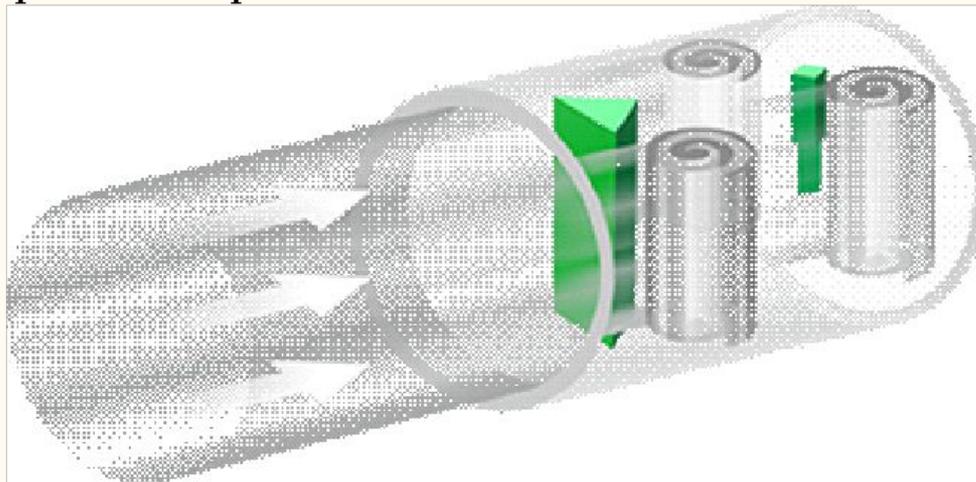


Лекция 10

ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА (продолжение)

Вихревые расходомеры

Вихревой расходомер - это универсальный прибор для измерения расхода газа, пара и жидкости. Его работа основана на эффекте Кармана или вихревой дорожке Кармана.



За телом обтекания попеременно возникают вихри, которые подсчитываются пьезоэлектрическим или ультразвуковым датчиком.

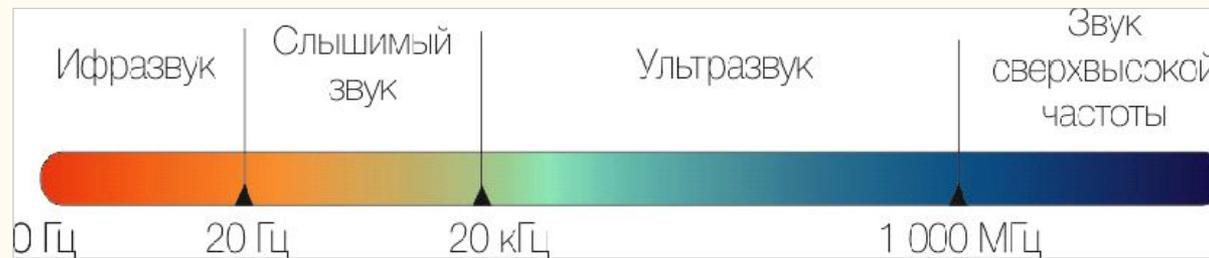
Зная скорость потока измеряемой среды и размер трубопровода, в котором расположен вихревой расходомер, объемный расход можно вычислить по формуле:

$$Q = F_u K$$

Где Q – измеряемый расход ; F_u - частота возникновения вихрей;
 K_f – (K-фактор) – объем, приходящийся на 1 вихрь.

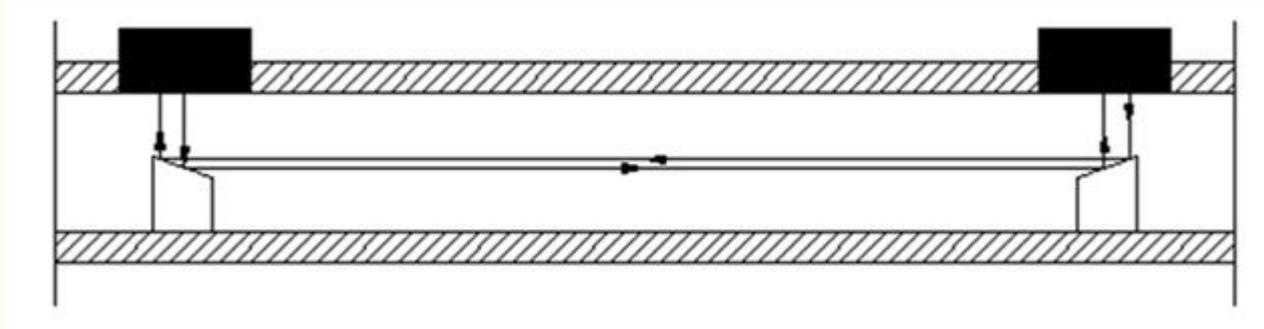
Ультразвуковые расходомеры

Ультразвуковыми расходомерами называют расходомеры, принцип работы которых основан на прохождении ультразвуковой волны через поток жидкости или газа по потоку и в обратном направлении. Ультразвуковые расходомеры работают в диапазоне частот от 20 кГц до 1000 МГц.

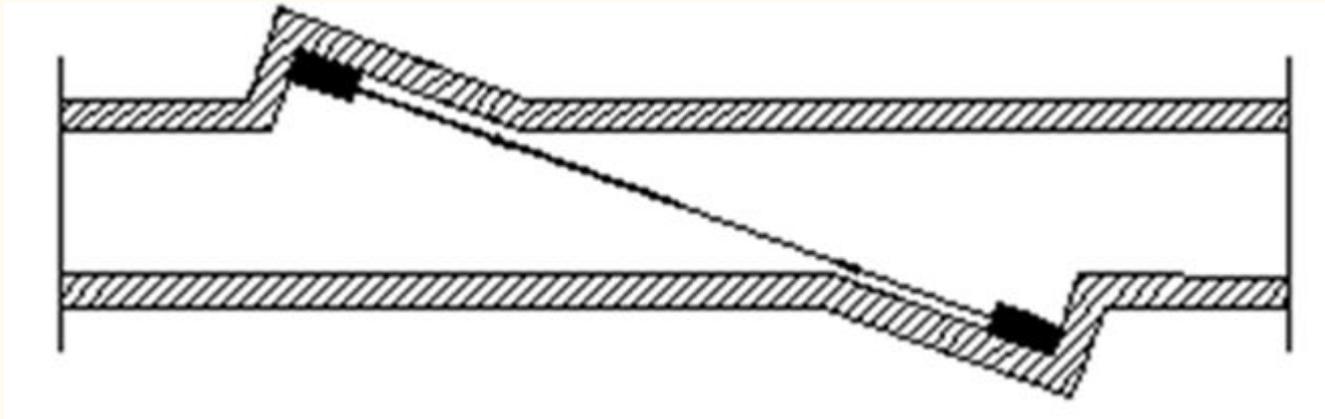


Для создания ультразвуковой волны в газе и жидкости применяются пьезокерамические элементы. Пьезокерамические элементы используются в качестве излучателей и приемников сигнала, т.е. как приемопередатчики.

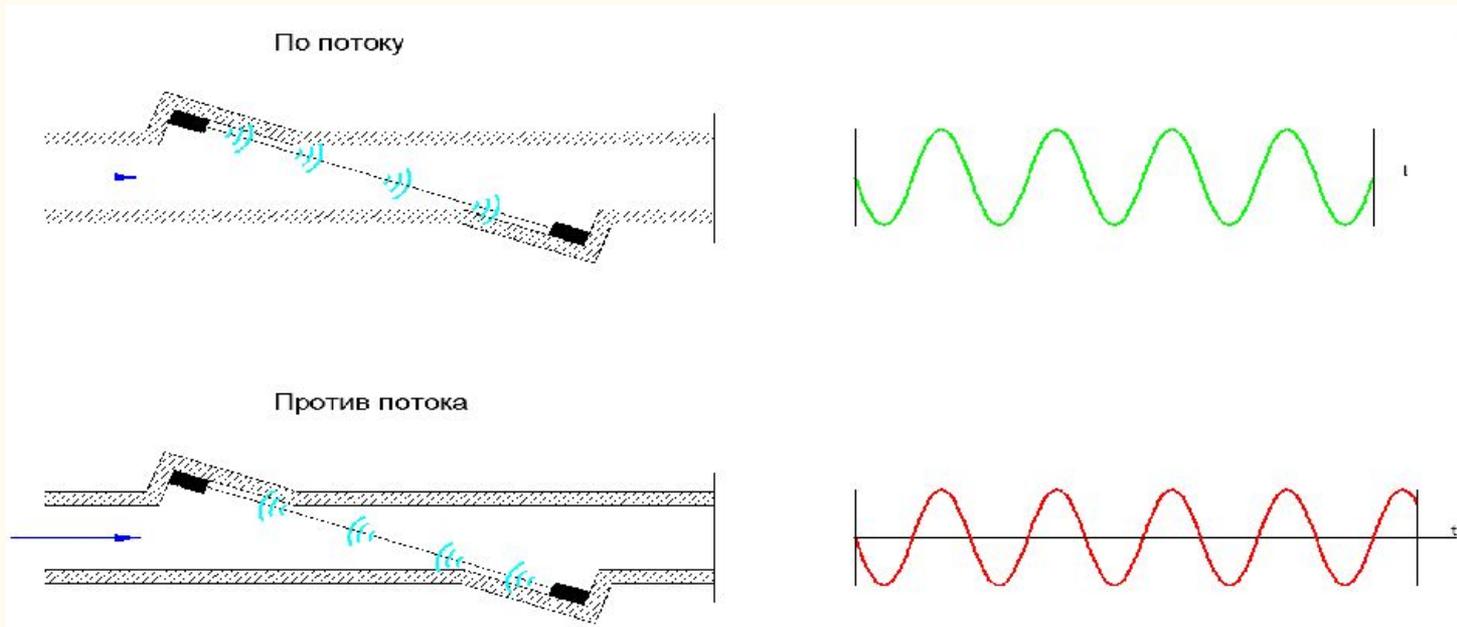
Конструкция ультразвуковых расходомеров



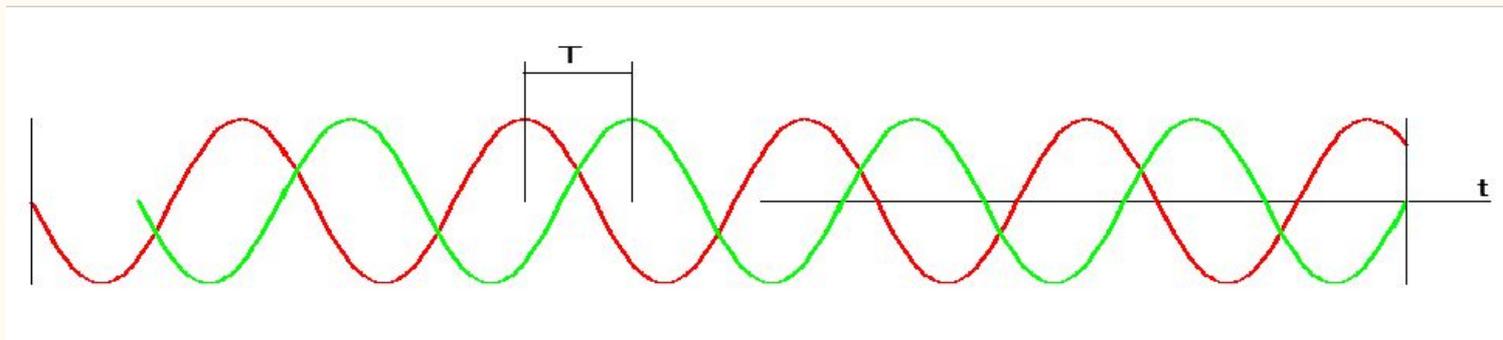
Преобразователи с отражателями применяется в расходомерах Ди до 40 мм.
Для больших диаметрах применяются схемы с угловым вводом направленных акустических колебаний.



Фазный принцип определения расхода



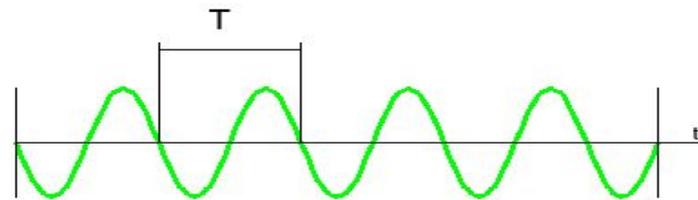
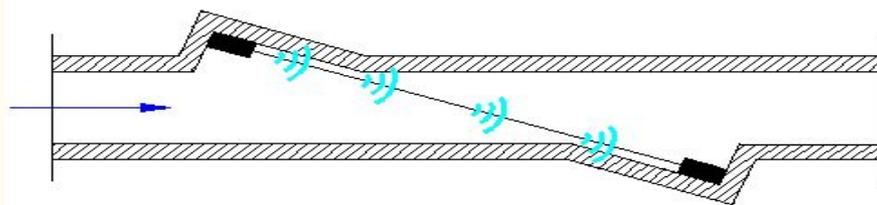
Сравнивая два сигнала, одинаковых по частоте и амплитуде получаем график, как на рисунке ниже. Из данного графика можно определить фазовый сдвиг одного сигнала относительно другого (T), после чего определить время и соответственно поток.



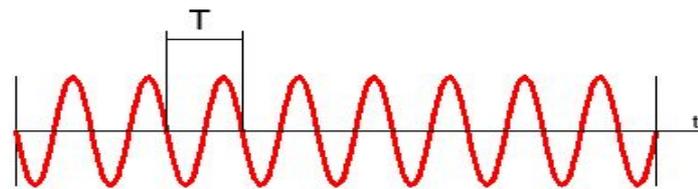
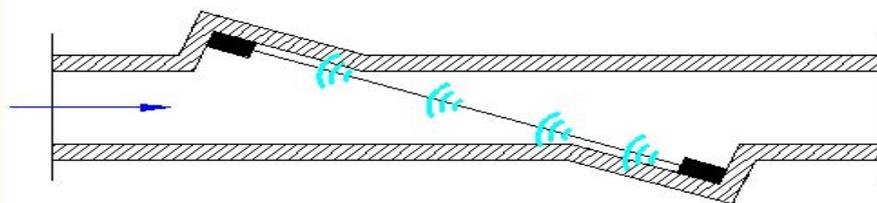
Частотный принцип определения расхода

Суть их работы в следующем: синтезатор частоты подбирает такое значение частоты ультразвукового сигнала, чтобы по направлению потока укладывалось целое число волн ультразвуковых колебаний. Затем направление излучения реверсируется, и подбирается значение частоты, которое обеспечивает целое число волн против потока. Величина расхода в этом случае пропорциональна разности частот сигналов по потоку и против него. Частотные расходомеры в сравнении с импульсными и фазовыми более устойчивы к загрязнению измеряемой среды, так как прекращают измерение только тогда, когда достигнут результат, а не когда закончилось время импульса

По потоку

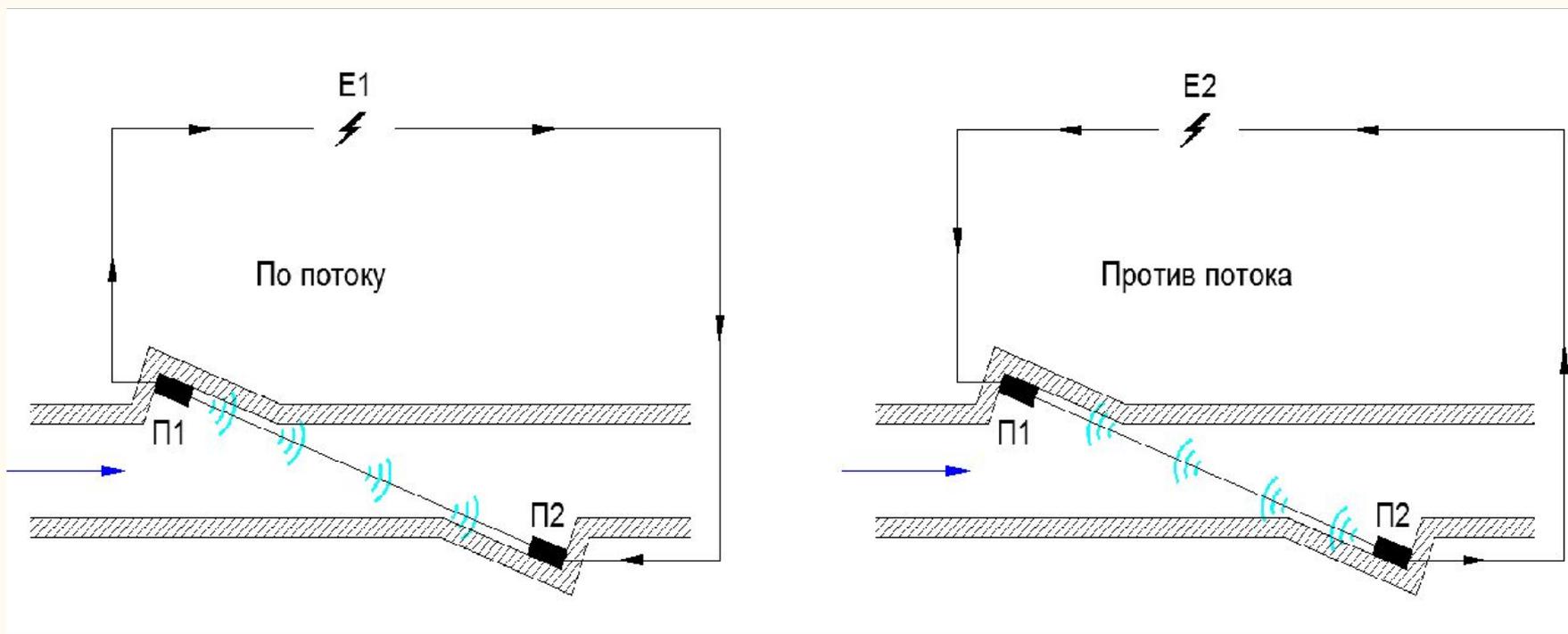


Против потока



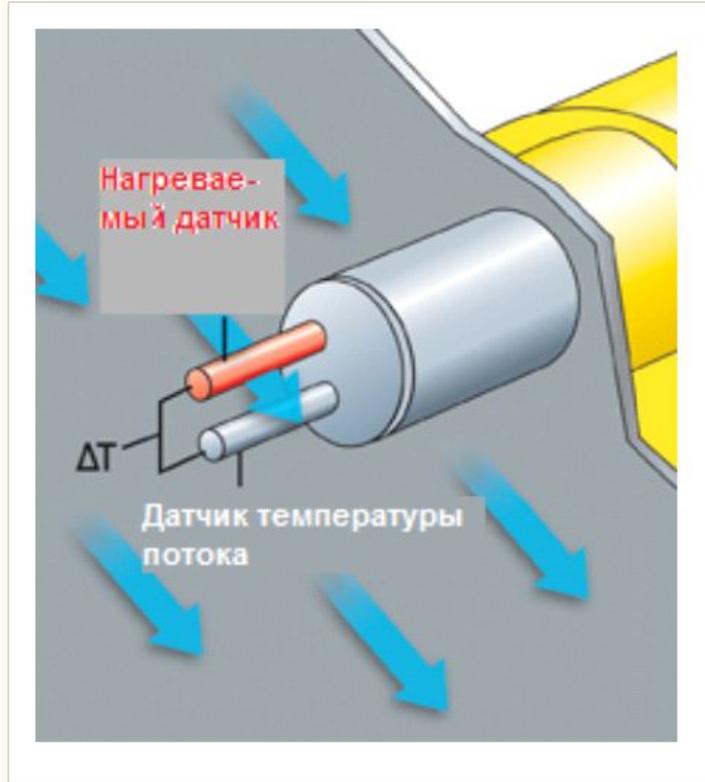
Время - импульсный принцип определения расхода

Измеряется время прохождения импульса по потоку от П1 до П2. Затем измеряется время прохождения импульса против потока от П2 до П1. Разность времен пропорциональна расходу..



Экономичность и простота монтажа способствуют росту популярности ультразвуковых расходомеров.

Тепловые расходомеры



Тепловые расходомеры в качестве чувствительного элемента используют платиновые термометры сопротивления, термисторы, Один термометр является датчиком температуры потока (T_f), второй термометр (T) – «датчиком скорости», т.к. служит рабочим телом для измерения тепловых потерь при охлаждении тела набегающим потоком.

Существуют два способа реализации измерения потерь теплоты чувствительным элементом тепловых расходомеров при его обтекании потоком жидкости или газа. Один способ связан с поддержанием постоянного перепада температур между двумя

термометрами. Второй способ связан с поддержанием постоянной мощности на нагреваемом термометре (тока постоянного значения) и измерении разности температур между температурой потока и температурой датчика скорости.

Тепловые расходомеры постоянного перепада

температур

Тепловые расходомеры постоянного перепада температур

поддерживают постоянную разность температур между охлаждаемым потоком термометром (датчиком скорости) и вторым термометром, который измеряет текущую температуру протекающей среды. Скорость потока является функцией переменного значения тока и температуры среды:

$$\rho V_f = F(I, T_f).$$

Электрическая мощность, необходимая для постоянного поддержания разности температур между нагреваемым термометром и «образцовым» термометром, связана нелинейной зависимостью с массовым объемом протекающей среды. Постоянная времени расходомеров постоянного перепада температур составляет порядка 1-3 сек и достаточно мала, чтобы обеспечивать измерение быстроменяющихся процессов в динамическом диапазоне прибора 1 : 1000.

Расходомеры постоянного перепада температур имеют высокое быстродействие и являются идеальными приборами для измерения чистых газов с высокими скоростями истечения, а также для мониторинга процессов транспортировки (выбросов) газов с малыми постоянными времени в широком диапазоне скоростей

ВОПРОСЫ к лекции 10:

- 1. Вихревые расходомеры**
- 2. Ультразвуковые расходомеры**
 - 2.1 Фазный принцип определения расхода**
 - 2.2 Частотный принцип определения расхода**
 - 2.3 Время - импульсный принцип определения расхода**
- 3. Тепловые расходомеры**