

# Витратоміри

Горпинченко А.С

# Измерение расхода

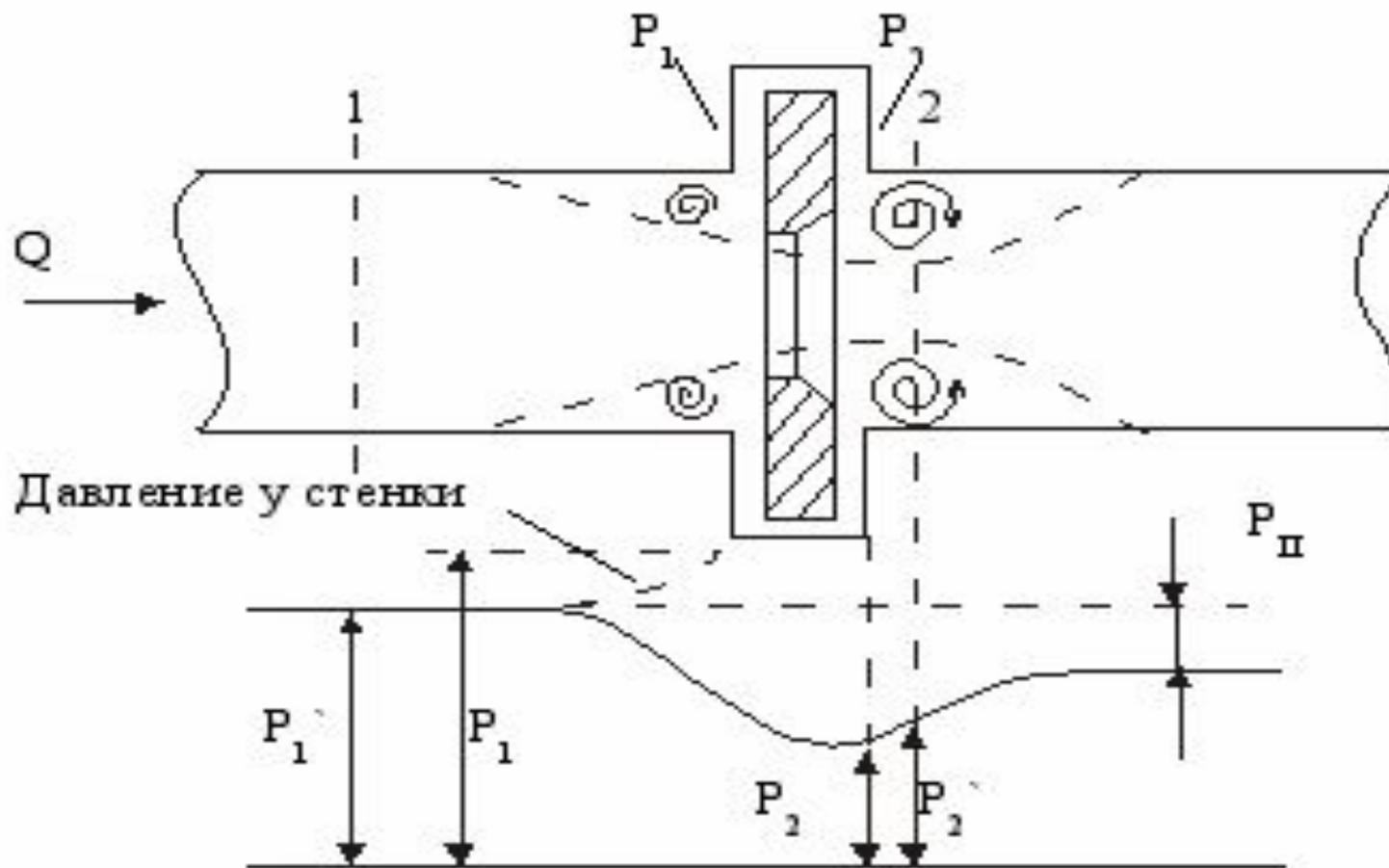
Расход вещества — это его количество, протекающее через сечение трубопровода в единицу времени.

Для измерения расхода веществ применяют :

- ✓ расходомеры переменного перепада давлений,
- ✓ расходомеры постоянного перепада давлений
- ✓ электромагнитные,
- ✓ ультразвуковые,
- ✓ вихревые,
- ✓ кориолисовые,
- ✓ тепловые и

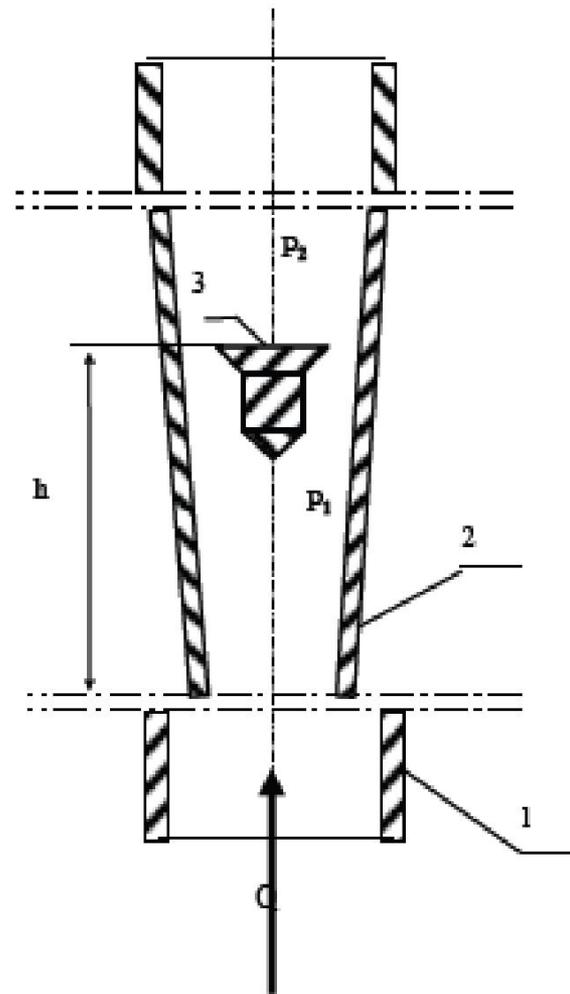


# Расходомеры переменного перепада



# Расходомеры постоянного перепада давления

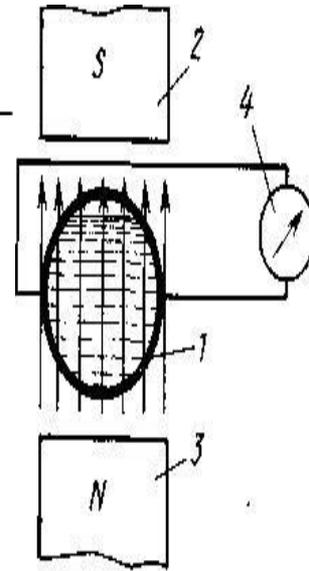
Принцип действия ротаметров состоит в том, что гидродинамическое давление измеряемого потока среды воздействует на поплавок пока он не уравновесится.



# Электромагнитные расходомеры

- Принцип действия основан на взаимодействии движущейся электропроводной жидкости с магнитным полем.

$$E = BDv \quad \text{или} \quad E = \frac{F_V}{S} BD$$



$E$  – индуцируемая в проводнике ЭДС, В;

$B$  – магнитная индукция, Т;

$D$  – внутренний диаметр трубопровода, м;

$v$  – скорость потока, м/с;

$S$  – площадь сечения трубы, м<sup>2</sup>;

$F_V$  – объемный расход, м<sup>3</sup>

# Достоинства электромагнитных расходомеров

1. Безынерционны
2. Наличие взвешенных частиц в жидкости и пузырьков газа
3. Физико-химические свойства измеряемой жидкости (вязкость, плотность, температура и т. п.)
4. Расход агрессивных и абразивных сред

**Недостатки:** слабая помехоустойчивость.

**Диапазон измерения** - от от 0,002 до 300 000 м<sup>3</sup>/ч.

Не применимы для жидкостей с низкой электропроводностью  $10^{-5} - 10^{-7} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$

# Ультразвуковые расходомеры

- Принцип действия **ультразвукового расходомера** жидкости и газа основан на явлении смещения звукового колебания проходящего движущуюся жидкую и газообразную среду.

Виды расходомеров:

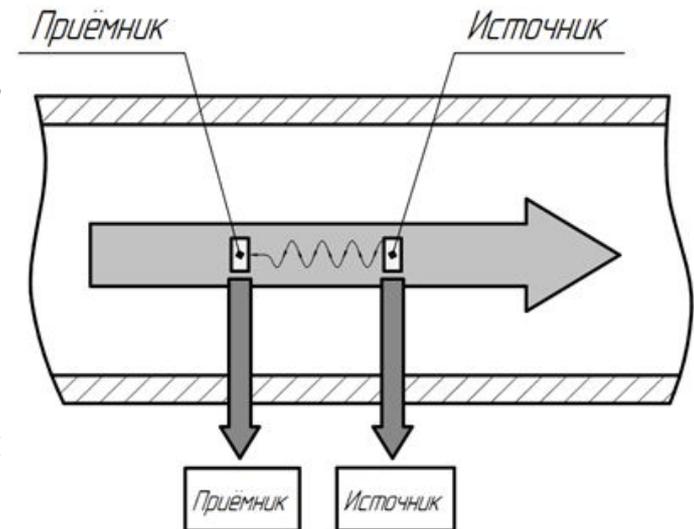
- **Фазовый**

$$\Delta\tau = \frac{2Lv}{c^2};$$

L – расстояние между приемником и источником, м;

v – скорость потока, м/с;

c – скорость звука, м/с.



# Ультразвуковъ

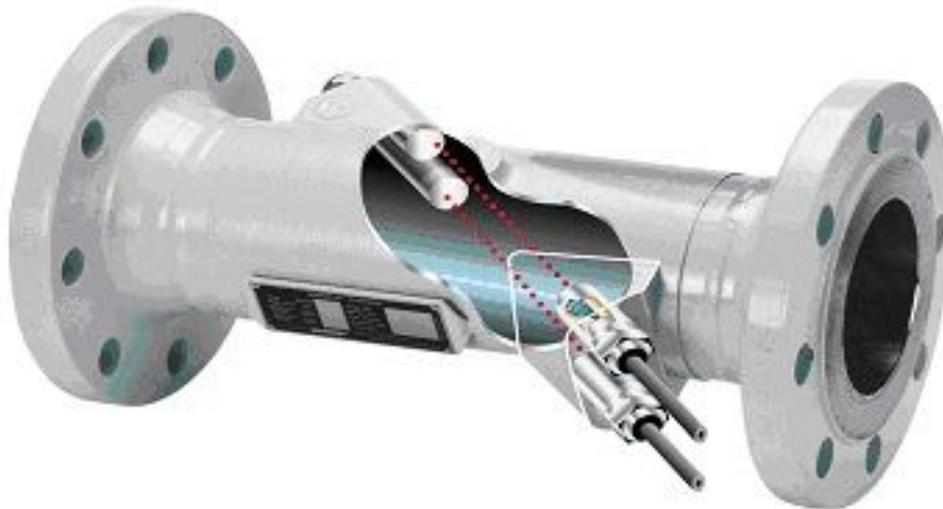
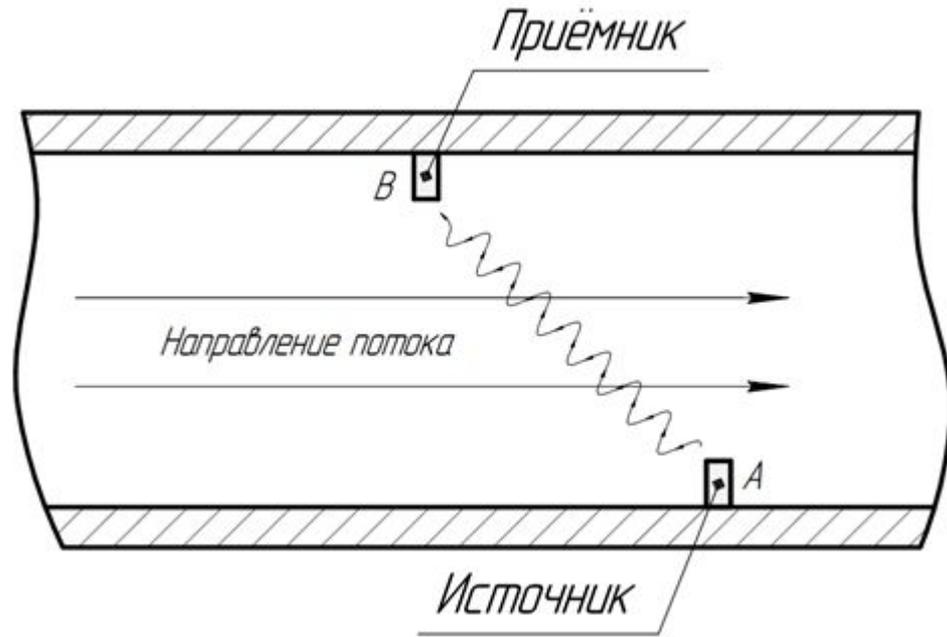
- **Частотный**

$$\Delta f =$$

$\alpha$  - угол между осями датчиков, град;

$L$  - расстояние между источником, м;

$v$  - скорость потока, м/с



# Ультразвуковые расходомеры

Достоинствами ультразвуковых расходомеров являются:

- малое или полное отсутствие гидравлического сопротивления,
- надежность (так как отсутствуют подвижные механические элементы),
- высокая точность,
- быстроедействие,
- помехозащищенность.

Недостатками ультразвуковых расходомеров является

- чувствительность к содержанию твердых и газообразных включений

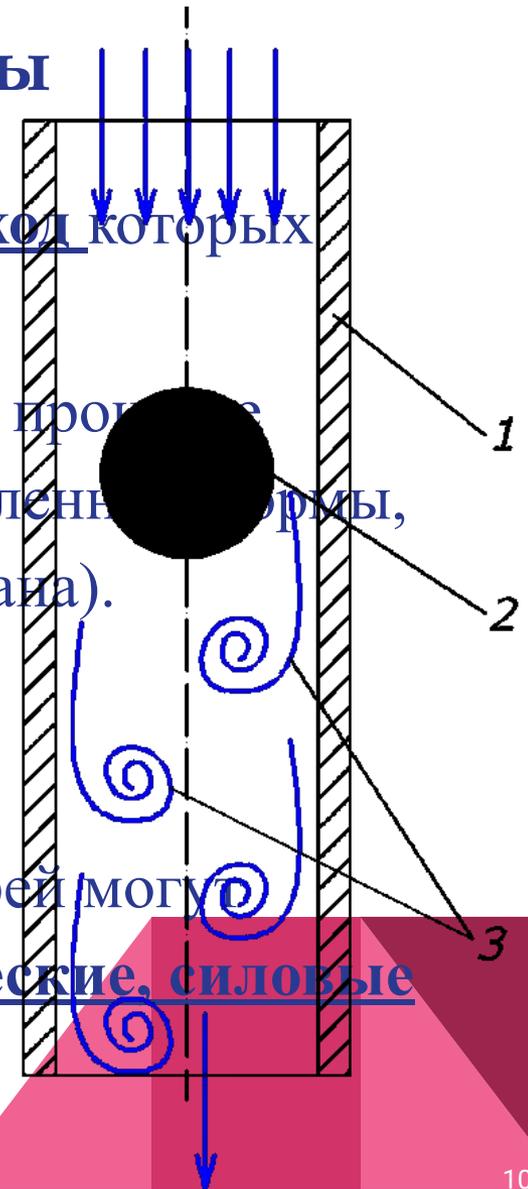
# Вихревые расходомеры

Вихревыми называются расходомеры, расход которых зависит от частоты колебания давления.

Колебания давления возникают в потоке в процессе вихреобразования после препятствия определенной формы, установленного в трубопроводе (эффект Кармана).

$$F = St^* \frac{V}{D}$$

Для измерения частоты возникающих вихрей могут использоваться электромагнитные, акустические, силовые преобразователи.



# Вихревые расходомеры

## Достоинства:

- \* Простота и надежность преобразователя расхода;
- \* Отсутствие подвижных частей;
- \* Большой диапазон измерений;
- \* Линейный измерительный сигнал;
- \* Достаточно высокую точность измерения;
- \* Стабильность показаний;
- \* Независимость показаний от давления и температуры;
- \* Сравнительная несложность измерительной схемы;
- \* Возможность получения универсальной градуировки.

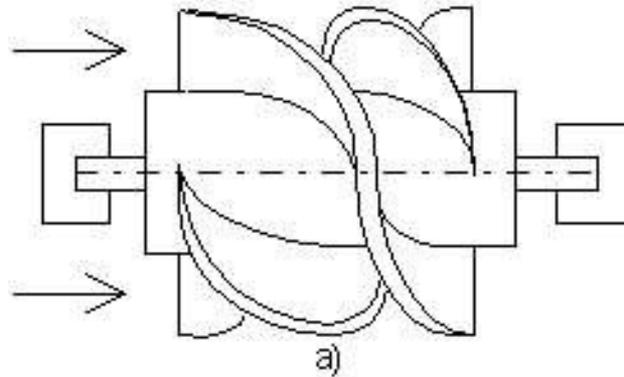
# Вихревые расходомеры

## Недостатки вихревых расходомеров

- Невозможно использовать при малых скоростях потока;
- Значительная потеря давления (может достигнуть 30-50 кПа);
- Изготавливают для труб имеющих диаметр от 25 до 150-300 мм;
- Работу вихревых расходомеров могут нарушать акустические и вибрационные пульсации (такие помехи создаются различными источниками: насосами, компрессорами, вибрирующими трубами и т. д.).

# Тахометрические (турбинные) расходомеры

Расходомер или счетчик воды, имеющий подвижной, обычно вращающийся элемент, скорость движения которого пропорциональна объемному расходу.



# Тепловой расходомер

## Принцип действия расходомера:

Измерение эффекта теплового воздействия на расход.

## Применение:

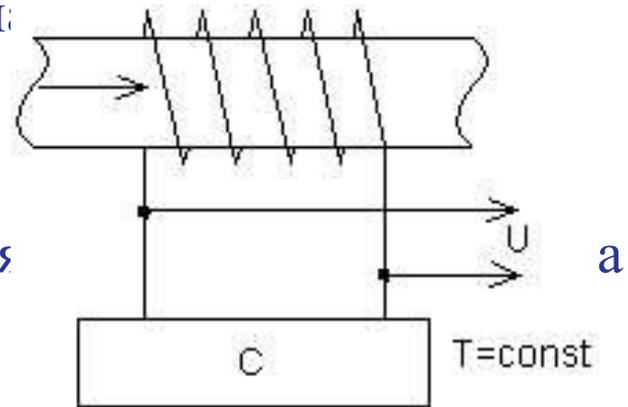
Расходомеры в основном предназначены для в лабораторных условиях, реже жидкости.

## Разновидности тепловых расходомеров:

- калориметрический тепловой расходомер
- термоконвективный тепловой расходомер
- термоанемометрический тепловой расходомер

## Недостатки:

Малая надежность.



# Газоанализаторы

**Газоанализатор** — измерительный прибор для определения качественного и количественного состава смесей газов.

По принципу действия:

1. Приборы, основанные на физических методах анализа, включающих вспомогательные химические реакции.
2. Приборы, основанные на физических методах анализа, включающих вспомогательные физико-химические процессы (термохимические, электрохимические, фотоколориметрические, хроматографические и др.).
3. Приборы, основанные на чисто физических методах анализа (термокондуктометрические, денсиметрические, магнитные, оптические и др.).

# Оптические газ

В основу работы оптического  
свойство селективного поглощения  
излучения.



Дякую за увагу