

## Выбор ультразвукового расходомера

В современном мире ультразвук применяется во многих сферах, от бытовых устройств до сложных медицинских аппаратов. Одной из успешных областей применения ультразвуковых эффектов является измерение расхода в промышленности.

Сейчас в промышленности наблюдаются тенденции развития в области безопасности, улучшения качества продукции и постоянной оптимизации процессов. Поэтому измерение расхода становится все более важным. От расходомеров требуют точности, широких эксплуатационных характеристик и простоту применения. К сожалению, не все типы расходомеров могут обеспечить соблюдение всех требований.



Одним из немногих типов расходомеров, способных решать сложные задачи измерения расхода, являются **ультразвуковые (акустические) расходомеры**.

Ультразвуковыми расходомерами являются устройства, принцип действия которых основан на измерении величин, изменяющихся при прохождении акустических колебаний сквозь измеряемую среду. Такие расходомеры могут быть фазовыми, частотными, а также основанными на эффекте Доплера.

### Типы ультразвуковых расходомеров

#### По времени прохождения импульса

Устройство ультразвукового расходомера, основанного на измерении времени прохождения импульса, представлено на рисунке 1. Преобразователи А и В являются и источником, и приемником акустических волн. Сигнал идущий по потоку и против него обладает разным временем прохождения. Разность этого времени пропорционально скорости потока и расходу. Такой метод называется фазовым. Так же существуют частотный метод, основывающийся на измерении времени запаздывания ультразвуковых сигналов.

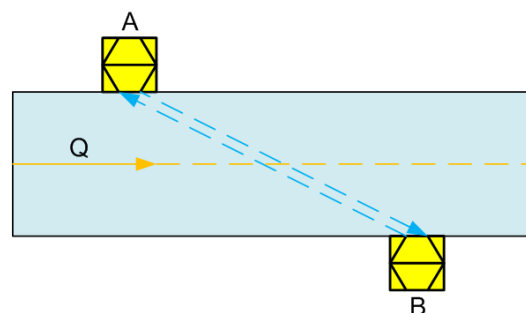


Рисунок 1. Устройство ультразвукового расходомера

#### Доплеровский расходомер

Эффект Доплера при ультразвуковом измерении расхода используется следующим образом: излучатель посылает волну с некоторой частотой  $f$  и скоростью  $v$ ; волна отражается от частиц, пузырьков или маленьких вихрей в жидкости, скорость которых равна скорости всего потока; отраженная волна имеет частоту отличную от начальной частоты сигнала; разница этих частот пропорциональна разнице скоростей среды и волны; Зная скорость потока, далее можно рассчитать расход. Схематично принцип действия доплеровского расходомера представлен на рисунке 2.

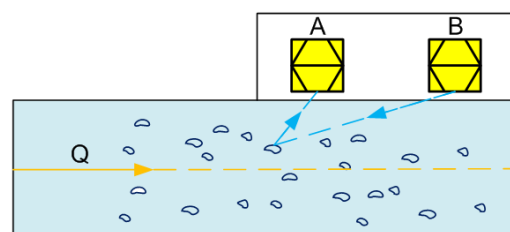


Рисунок 2. Устройство доплеровского расходомера



## Достоинства ультразвуковых расходомеров

Расходомеры, основанные на вышеперечисленных методах измерения, обладают рядом преимуществ:

- При измерении расхода однородных сред, ультразвуковой метод измерения не будет зависеть от давления, температуры, проводимости и вязкости среды;
- Возможность бесконтактного измерения расхода.

Из второго преимущества вытекает множество дополнительных преимуществ, которыми не обладают другие расходомеры, и это:

- Монтаж без остановки технологического процесса;
- Инертность к агрессивным воздействиям измеряемой среды;
- Нет потери давления;
- Простота эксплуатации, обслуживания и долгий срок службы.

## Практические применения ультразвуковых расходомеров

В настоящее время одними из самых важных ресурсов являются газ и нефть. Их добыча является сложным процессом со своими особенностями. Так добыча нефти является многостадийным процессом, а получаемые продукты могут иметь высокую температуру, вязкость, и даже застывать при нормальных условиях процесса. Применение ультразвуковых расходомеров в таких условиях является одним из лучших решений.

## Измерение расхода нефтепродуктов акустическим расходомером Dynasonics TFXL

Например, для измерения расхода нефтепродуктов может быть использован ультразвуковой расходомер [Dynasonics TFXL](#) (Рисунок 3а). Погрешность в 1% позволяет производить высокоточные измерения, учитывая, что измеряемый продукт является дорогим, это важная особенность. Прибор работает со средой, температура которой может находиться в диапазоне от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+176^{\circ}\text{C}$ . Расходомер использует бесконтактный принцип измерения и позволяет производить монтаж снаружи трубопровода. Высокие эксплуатационные характеристики (температура окружающей среды от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+85^{\circ}\text{C}$ ) и специальные исполнения для опасных зон позволяют использовать прибор в неблагоприятных условиях.



Рисунок 3а. Расходомер Dynasonics TFXL

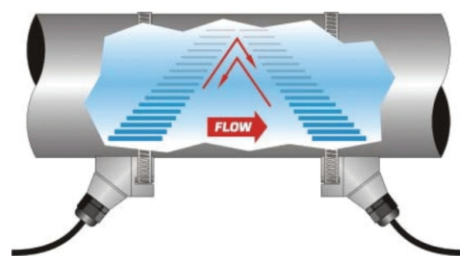


Рисунок 3б. Принцип измерения

Принцип работы данного прибора основан на перемещении акустических колебаний в среде. Используются 2 преобразователя, которые одновременно являются и передатчиками, и приемниками. Сигнал попеременно передается от преобразователя к преобразователю, сначала по потоку, затем против потока. По разности скоростей прохождения двух сигналов прибор определяет направление потока и его скорость, которая пропорциональна расходу. Прибор может выдать результат измерений по месту на дисплее электронного блока, а также передать по стандартному аналоговому выходу 4-20 мА.



## Измерение расхода жидкостей ультразвуковым расходомером Su7000

Для технологических процессов, где необходимо измерять расход воды или масла имеются бюджетные решения в сфере ультразвуковых расходомеров, например, расходомер ifm electronic [SU7000](#) (Рисунок 4). Принцип действия данного прибора так же основан на принципе измерения времени прохождения сигнала между двумя преобразователями.



Рисунок 4. Расходомер Su7000

## Почему стоит выбирать именно ультразвуковые расходомеры?

Ультразвуковой способ измерения расхода ни в чем не уступает другим способам измерения. Например, турбинные расходомеры, которые очень часто используются при измерении расхода нефтепродуктов, имеют 2 преимущества, которые обуславливают их применение – это простота конструкции и высокая чувствительность. При этом такие расходомеры содержат в себе механические части, которые контактируют непосредственно с измеряемой средой, что делает их зависимыми от вязкости среды, а также имеется возможность поломки деталей расходомера. Ультразвуковое измерение расхода не вносит в измеряемую среду подвижных механических частей, что исключает возможность поломки из-за изнашивания, а также отсутствуют потери давления. При этом их метрологические характеристики идентичны, оба типа расходомеров могут производить измерения с погрешностью в 1% и меньше.

При поломке турбинного расходомера его замена является очень сложным процессом, так как необходимо отсечь трубопровод для демонтажа. Монтаж ультразвуковых расходомеров изначально отменяет данную потребность, так как устанавливается на трубопровод снаружи, тем самым делая как первоначальный монтаж, так и последующее обслуживание и ремонт быстрым и простым.

Бесконтактное измерение расхода является главным достоинством [ультразвуковых расходомеров](#) и обуславливает все более частое их применение. Существующие измерительные системы могут быть установлены на трубопроводы диаметром до 4000 мм. Отличные метрологические свойства, возможность использования для измерения расхода в нефтяной, химической, пищевой и других промышленности – делает ультразвуковые расходомеры отличным техническим решением для измерения расхода.

