Лекция 9

ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА

Различают **объёмный** и **массовый** расход. Первый измеряется в $м^3/с$, второй – в кг/с. Измерения расхода составляют около 20 % всех проводимых измерений, а число экс-плуатируемых расходомеров и счётчиков исчисляется миллионами.

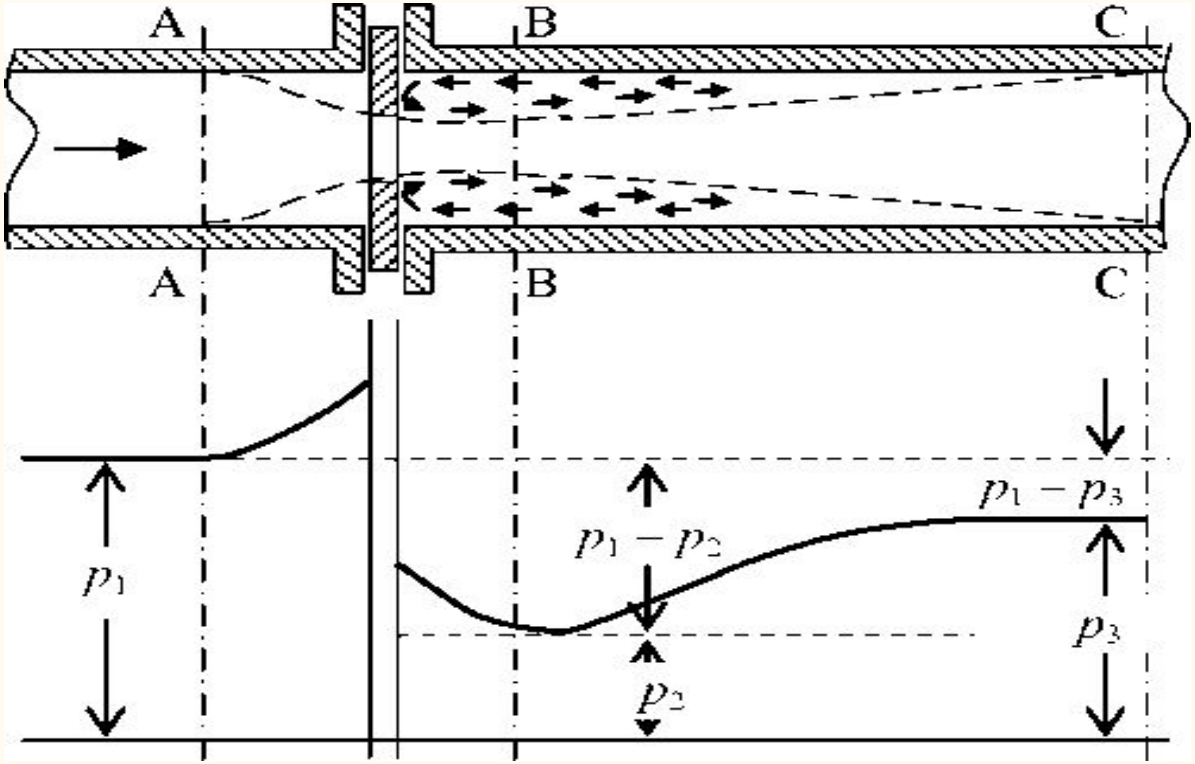
Погрешность измерения в производственных условиях обычно не бывает меньше 0,5 %.

Обычно измеряются средние по времени значения расхода, но в ряде случаев требуется измерять мгновенные значения.

Как правило, измерение расхода основано на измерении каких-либо зависимых от него параметров потока (развиваемое усилие, перепад давления, скорость потока, частота завихрений и др.).

Среди наиболее распространённых методов измерения расхода можно выделить две главные группы**: гидродинамические** (силовые) методы, основанные на силовом взаимодействии потока и помещённого в него тела и **кинематические**, основанные на измерении скорости потока.

Метод переменного перепада давления



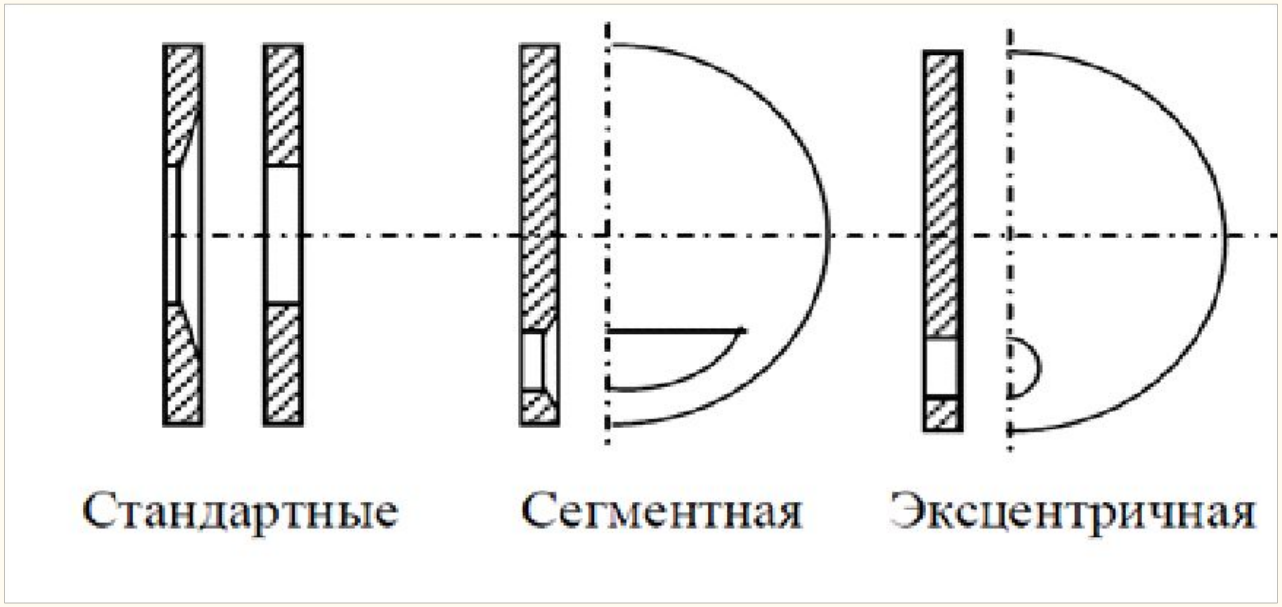
Отбор давлений для измерения производится в сечениях 1 и 2. Эти сечения могут совпадать с сечениями А-А и В-В. Сечение А-А расположено в месте ещё неискажённого потока, а сечение В-В примерно на расстоянии $0{,}5D$ от диафрагмы (D – диаметр трубы), зависит от отношения d/D (d – проходное отверстие диафрагмы). Используется и так называемый угловой отбор давлений, когда сечения А-А и В-В располагаются непосредственно перед диафрагмой и после неё. В любом случае по перепаду давлений $\Delta p = p1 - p2$ судят о расходе. Разность $p1 - p3$ представляет невосполнимую потерю давления.

Объёмный расход $Q = K\sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$

где K -коэффициент расхода, учитывающий геометрические параметры сужающего устройства, ρ -плотность текучей среды.

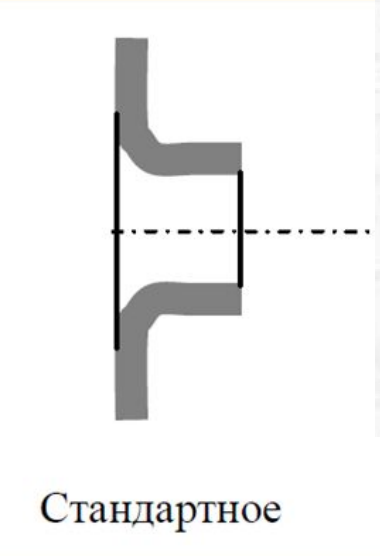
Массовый расход $Q_M = K\sqrt{\rho\Delta}$

Диафрагмы существуют в разных исполнениях, соответствующих их назначению

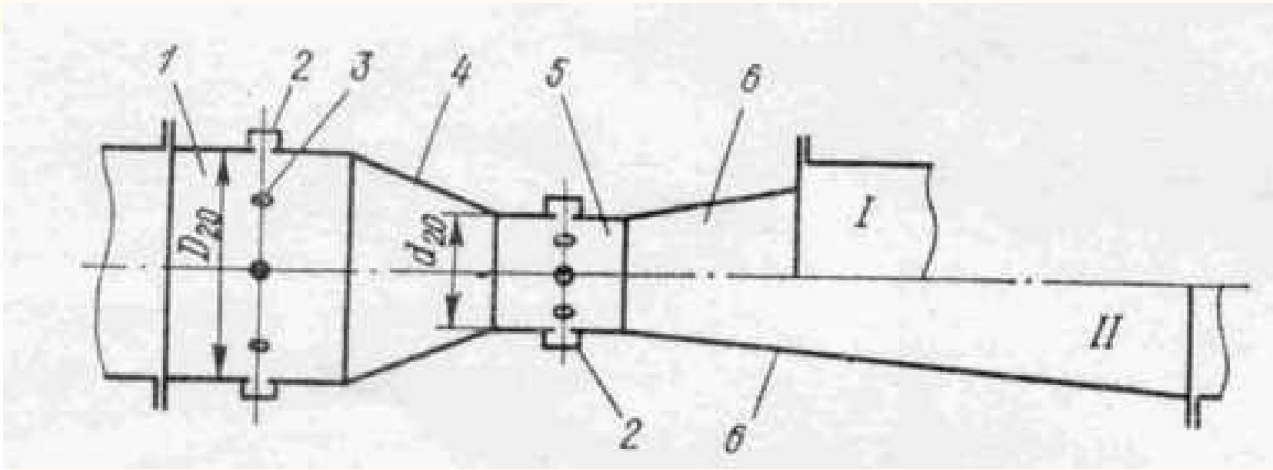


Для обычных применений используются стандартные диафрагмы, размеры которых нормализованы. Для загрязнённых веществ применяются сегментные, эксцентричные. Динамический диапазон у различных диафрагм колеблется от 1:3 до 1:6.

Сопла и расходомерные трубы



Стандартное

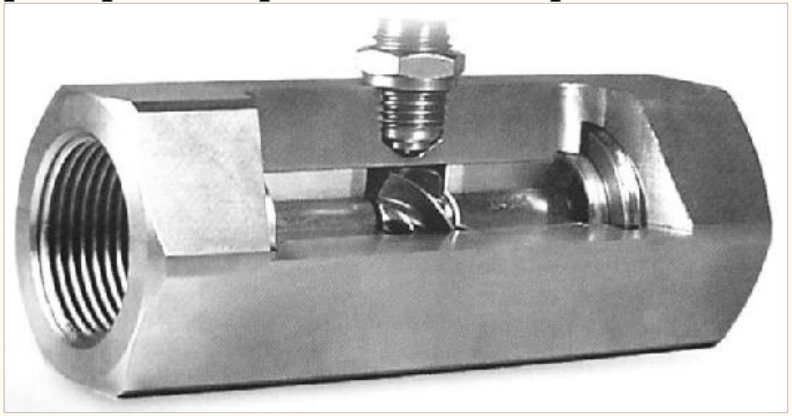


Наиболее распространена из них труба Вентури. Она состоит из входного патрубка 1, входного конуса 4, горловины 5 и диффузора 6. Отверстия отбора давления 3 сообщаются с кольцевыми усредняющими камерами 2. Погрешность расходомеров с диафрагмами и трубами Вентури находится в пределах (0,6 - 2) %.

К достоинствам расходомеров с сужающими устройствами относятся исключительная универсальность применения, отсутствие движущихся деталей.

Тахометрические расходомеры

Тахометрическими называются расходомеры, имеющие подвижный, обычно вращающийся элемент, скорость движения которого пропорциональна объёмному или массовому расходу. Тахометрические расходомеры подразделяются на **турбинные**, **шариковые**, **роторно-шаровые** и **камерные**.



В индуктивном датчике, когда турбинная лопатка проходит мимо него, вырабатывается импульс. Число оборотов турбинки в единицу времени

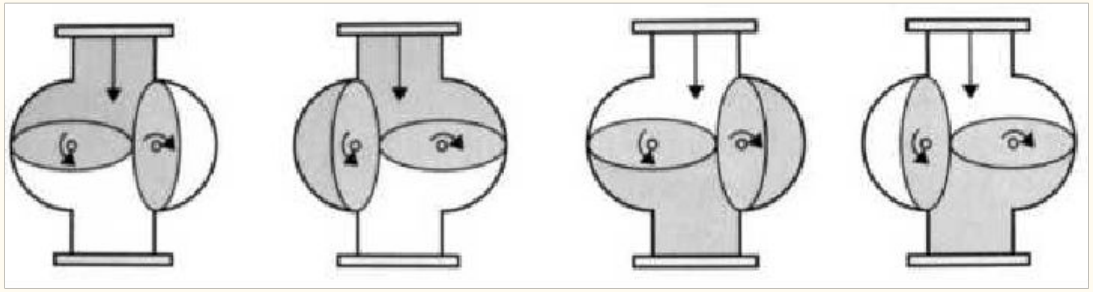
где v – скорость потока, r – радиус ротора, -угол подъёма лопатки по отношению к оси потока. В динамическом диапазоне измерения 1:20, в котором коэффициент преобразования почти не зависит от расхода, погрешность составляет обычно 1,0 %.

v

Камерные расходомеры

Подвижные элементы **камерных** расходомеров приходят в движение (непрерывное или периодическое) под давлением измеряемой жидкости или газа и при этом отмеряют определённые объёмы или массы измеряемого вещества.

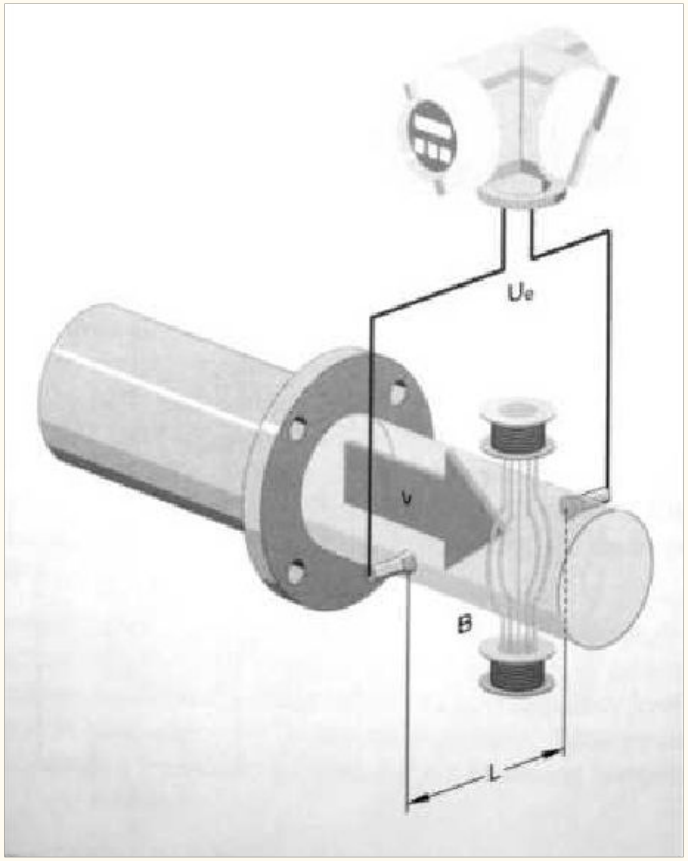
Наиболее часто применяются приборы с движущимися разделительными элементами. Они имеют наибольшее число разновидностей и состоят из жёсткой камеры, в которой при непрерывном вращении одного или нескольких разделительных элементов (поршня, диска, роторов и т.п.) осуществляется отмеривание объёмов жидкости или газа.



Основное применение (для жидкостей самой различной вязкости) имеют расходомеры с овальными шестернями. Они характеризуются высокой точностью – относительная погрешность не более 0,5 %.

Электромагнитные расходомеры

В их основе лежит взаимодействие движущейся электропроводной жидкости с магнитным полем, подчиняющееся закону электромагнитной индукции.



Для её съёма на концах диаметра трубы, перпендикулярного направлению магнитного поля, располагаются электроды, сам же участок трубопровода, принадлежащий датчику, изготавливается из немагнитного материала, покрытого внутри неэлектропроводной изоляцией. Выходной величиной служит напряжение *Ue* на входе усилителя. Согласно закону электромагнитной индукции

$$Ue = BL\nu = 4Q_o \frac{B}{\pi L}$$

Поскольку скорость неодинакова по сечению, то ν означает среднюю скорость.

Погрешность электромагнитных расходомеров обычно лежит в пределах (0,2- 1) %.

Электромагнитные расходомеры обладают высокой линейностью и большим диапазоном измерения 1:1000 и более.

ВОПРОСЫ к лекции 9

- Объёмный и массовый расход, гидродинамические (силовые) и кинематические методы измерения расхода
- Метод переменного перепада давления, виды сужающих устройств.
- Тахометрические расходомеры
- Камерные расходомеры
- Электромагнитные расходомеры