1. **Перечислите основные типы приборов измерения расхода (минимум 7) и физические принципы, на которых они работают.**

**Электромагнитные расходомеры**

В основе таких приборов – закон Фарадея (электромагнитной индукции). Электродвижущая сила формируется под воздействием воды или другой проводящей жидкости, проходящей через магнитное поле. Получается, что жидкость течет между полюсами магнита, создавая ЭДС, а прибор фиксирует напряжение между 2 электродами, тем самым измеряя объем потока. Этот прибор работает с минимальными погрешностями при условии транспортировки очищенных жидкостей и никак не тормозит поток.

Преимущества электромагнитных расходомеров

В поперечном сечении нет движущихся и неподвижных деталей, что позволяет сохранить скорость транспортировки жидкости.

Измерения можно производить в большом динамическом диапазоне.

Недостатки

Если в жидкости будут магнитные и токопроводящие осадки, загрязнения, то прибор будет работать с искажениями.

**Ультразвуковые расходомеры**

Расходомеры этого типа дополнены передатчиками УЗ-сигналов. Скорость прохождения сигнала от передатчика до приемника будет меняться каждый раз при движении жидкости. Если ультразвуковой сигнал идет по направления потока, то время уменьшается, если против – увеличивается. По разности времени прохождения сигнала по потоку и против него и рассчитывается объемный расход жидкости. Как правило, такие устройства комплектуются аналоговым выходом и микропроцессорным блоком управления, а все отображаемые данные выводятся на LED-дисплей.

Достоинства ультразвуковых расходомеров

Устойчивость к вибрациям и ударам.

Стабильный долговечный корпус.

Подходят для нефтеперерабатывающей промышленности и систем охлаждения.

Выполняют замеры расхода воды и жидкостей, подобных воде по физическим свойствам.

Работают в среднем динамическом диапазоне измерений.

Могут монтироваться на трубопроводы больших диаметров.

Недостатки

Повышенная чувствительность к вибрациям.

Восприимчивость к осадкам, поглощающим либо отражающим ультразвук.

Чувствительность к перекосам потока.

**Тахометрические расходомеры**

В расходомерах тахометрического типа основным измерительным элементом служит крыльчатка или турбина (располагаются перпендикулярно или параллельно проходящему потоку соответственно). В процессе замеряются скорость вращения и количество оборотов, сделанных в потоке.

Преимущества

Подходят для измерения расхода жидкости, пара и газа.

Простые и дешевые модели.

Легко монтируются на трубопроводы малых диаметров и часто используются в бытовых условиях.

Работают без источника питания, электроподключение не требуется.

Недостатки

Для трубопровода большого диаметра (то есть в промышленном учете) тахометрические расходомеры будут слишком дорогими из-за повышенной металлоемкости, а также чересчур громоздкими.

Создают гидравлическое сопротивление потоку и в случае с большими диаметрами могут стать причиной «блокировки» или выйти из строя из-за механических поломок.

Невысокая надежность для промышленных измерений, малый динамический диапазон.

Недостаточная точность учета: на результаты влияют примеси и посторонние предметы в потоке.

Срок эксплуатации недостаточно высокий: подходит для бытовых условий, но не для промышленности.

**Кориолисовы расходомеры**

В основе действия – эффект Кориолиса: U-образные трубки подвергаются колебаниям при движении, а вибрационные колебания, в свою очередь, вызывают закручивание вещества. Величина сдвига фаз зависит от массового расхода жидкости или пара. Расход измеряется с учетом образуемого угла закручивания. Чаще всего такие расходомеры применяются для жидкостных сред, в том числе для красок, лаков, жидких полимеров.

Преимущества

Массовый расход измеряется напрямую.

Осадки или загрязнения, растворенные в жидкости, не влияют на результаты измерений.

Препятствий во внутреннем сечении нет, система работает стабильно.

Подходят для измерения всех типов жидкости, вне зависимости от их электрической проводимости.

Недостатки

Дороговизна, сложные технологические компоненты.

Необходимость высокоточного монтажа.

Точность проведения замеров может изменяться при сильных вибрациях.

**Вихревые расходомеры**

В таких приборах проводится измерение частоты колебаний, возникающих в потоке газа или жидкости в момент обхождения препятствий. Обтекание приводит к образованию вихрей (собственно, поэтому этот тип устройств и получил свое название), а величина изменения завихрений позволяет вычислить силу потока.

Преимущества

Подходят для измерения расхода газов, технического воздуха.

Движущихся частей в конструкции нет.

Недостатки

В сечении есть механические препятствия, мешающие движению среды.

При загрязнении тела обтекания точность измерения существенно снижается.

Прибор чувствителен к изменениям температуры.

Возникновение вибраций влияет на результаты.

Измерения возможны в малом динамическом диапазоне.

Вихревые расходомеры измеряют частоту колебаний, которые возникают в потоке жидкости или газа, когда они обтекают препятствия. При обтекании препятствий образуется вихрь, от которого приборы и получили свое название.

**Расходомеры перепада давления**

В основе принципа действия таких приборов – измерение перепада давления, возникающего в момент прохождения жидкостного или газового потока через сужающееся приспособления (шайбу, сопло). В этом месте меняется скорость потока, а давление возрастает. Замеры в точке прохождения препятствия производятся с использованием дифференциального датчика давления.

Преимущества

Движущиеся части в приборе отсутствуют.

Недостатки

Измерения возможны в малом динамическом диапазоне.

Любые осадки на сужающем устройстве приводят к значительным погрешностям.

Механические препятствия в сечении снижают надежность конструкции.

Эти шесть вариантов считаются основными типами расходомеров для измерения объемов жидкостей и газообразных сред, воздух и воды.

1. **Какими приборами предпочтительнее измерять расход газа, пара, чистой жидкой среды, агрессивной жидкой среды, загрязнённых жидких сред (наличие абразива)?**

1. Расход газа: для измерения расхода газа часто используются датчики массового расхода газа (массовые расходомеры), термические расходомеры, ультразвуковые расходомеры или штуцерные расходомеры. Выбор конкретного прибора зависит от типа газа, требуемой точности измерения и рабочих условий.

2. Расход пара: для измерения расхода пара могут применяться паровые расходомеры разного типа, например, ультразвуковые паровые расходомеры, вихревые расходомеры или турбинные расходомеры. Важно учитывать параметры пара (температура, давление) и особенности рабочей среды.

3. Чистая жидкая среда: измерение расхода чистой жидкости часто осуществляется с помощью вихревых расходомеров, магнитоиндуктивных расходомеров, ультразвуковых расходомеров или дифференциальных датчиков давления.

4. Агрессивная жидкая среда: для измерения расхода агрессивных жидких сред могут применяться жидкостные массовые расходомеры из специальных материалов, химически стойкие турбинные расходомеры или вихревые расходомеры с защитными покрытиями.

5. Загрязнённые жидкие среды с абразивами: для измерения расхода загрязнённых жидкостей с абразивами рекомендуется использовать расходомеры с прочными датчиками, например, вихревые расходомеры с антиабразивными покрытиями, планарные расходомеры или роторные расходомеры с защитными элементами.

Выбор конкретного прибора для измерения расхода различных сред зависит от характеристик рабочей среды, требуемой точности измерения, условий эксплуатации и других факторов. Рекомендуется проконсультироваться с профессионалами или специалистами в области измерительной техники для выбора оптимального решения.

1. **Какими прибора измеряется расход сыпучих материалов?**

Для измерения расхода сыпучих материалов используют **расходомеры** и **дозаторы**.

Пример оборудования:

\*расходомер\* — измеряет расход свободно текущего потока с произвольной производительностью;

\*дозатор\* — выпускает материал из ёмкости с заданной постоянной производительностью независимо от изменения объёмной массы, влажности и других характеристик материала.

Как происходит измерение с помощью лотка:

жёсткую пластину (лоток) определённой формы и размеров помещают под определённым углом в поток сыпучего материала;

сила реакции пластины на воздействие потока прямо пропорциональна массовому расходу — производительности потока.

[Лотковые расходомеры и непрерывные дозаторы сыпучих материалов - Публикации - Тензо-М - Ростов-на-Дону (tenso-m.ru)](https://rostov.tenso-m.ru/publications/190/)

1. В чем отличие общепромышленного и взрывозащищённого исполнения (минимум 2 вида) приборов измерения расхода?
2. Индикация на приборах измерения расхода.
3. Какие типовые сигналы на приборах измерения расхода наиболее распространены?
4. Какие бывают основные типы исполнения (подключения прибора в процесс)?