



ИРВИС-К300

Разъяснение физических принципов



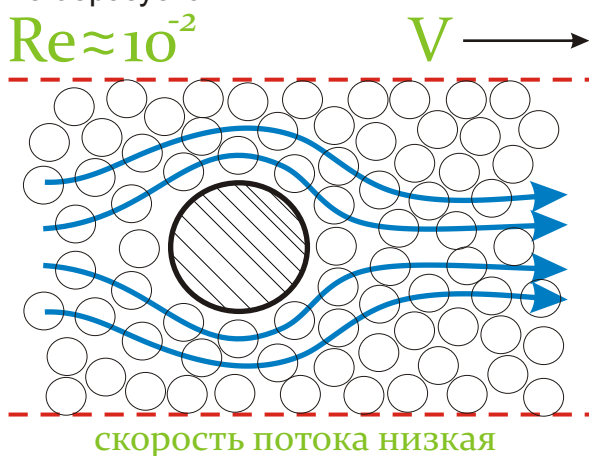
ИРВИС-К300 - это не счетчик газа и не расходомер, а "преобразователь расхода вихревой". Необходимо отдавать себе отчет, что выходной сигнал этого прибора (частота или ток) это еще не расход. В первичном преобразователе (ПП) ИРВИС-К300 установлена плата сигнального процессора (СП), являющаяся полным аналогом СП прибора ИРВИС-РС4М, с тем же рабочим ПО, но другого форм-фактора для удобства крепления и подключения кабеля.

Плата СП усиливает первичный сигнал с детектора вихрей, оцифровывает его и определяет частоту вихрей. Частота выходного сигнала ПП ИРВИС-К300 синтезируется процессором по измерению частоты вихрей и в зависимости от Ду прибора равна: половине частоты вихрей для Ду27, 50; частоте вихрей для Ду80, 100, 150; удвоенной частоте вихрей для Ду200, 300.

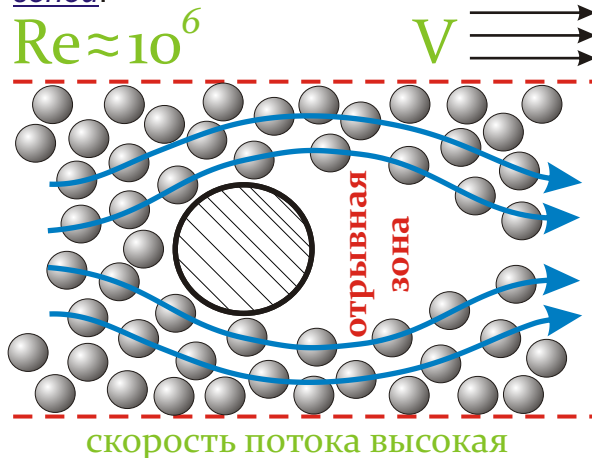
Эти преобразования частоты нужны чтобы остаться в диапазоне частот входного сигнала, приемлемом для универсальных вычислителей (корректоров) других фирм-изготовителей. В блоке искрозащиты эта частота никаких преобразований не претерпевает, изменяется лишь амплитуда сигнала и формируется выходной токовый сигнал (также на основе информации о частоте). Расход с заявленной метрологической точностью можно вычислить если иметь: во-первых, сигнал с ИРВИС-К300, во-вторых, сигнал с датчиков температуры и давления. Измеренные значения температуры и давления необходимы не только для приведения расхода газа к стандартным условиям, но и для определения расхода **при рабочих условиях**. Ибо **при одинаковой скорости потока, но разном числе Рейнольдса** (т.е. иной вязкости или плотности газа) **частота вихреобразования будет разной**.

Теперь представим себе эти частицы жидкости или газа при скоростях много меньших скорости звука принципиальной разницы нет. Для наглядности представим частицы, как упругие шарики: летят эти шарики по трубе, ударяются о генератор вихрей поперечно-обтекаемый цилиндр (тело обтекания), трутся о его поверхность, замедляются, а на них давят шарики из следующих слоев (которые тела не касаются), тоже трутся и тоже немного замедляются.

Если трение очень существенно, или шарики очень легкие (представьте: пенопластовые), или мала их скорость они будут плавно огибать тело обтекания с двух сторон и эти два потока сомкнутся сзади тела (по оси симметрии) и продолжат свое неспешное движение. Такое течение называется ламинарным. Оно получается при малых числах Рейнольдса, т.е. когда вязкость победила инерцию частиц: вихрей тут не образуется.



Другая картина течения возникает, если трение относительно невелико, а инерция шариков большая (большие числа Рейнольдса) представим, по трубе быстро несутся стальные, полированные шарики. В этом случае потоки шаров, огибающие тело, будут отрываться от его поверхности и лететь дальше, постепенно отжимаясь соседними рядами к оси симметрии потока, т.е. за телом будет пустое пространство, называемое **отрывной зоной**.

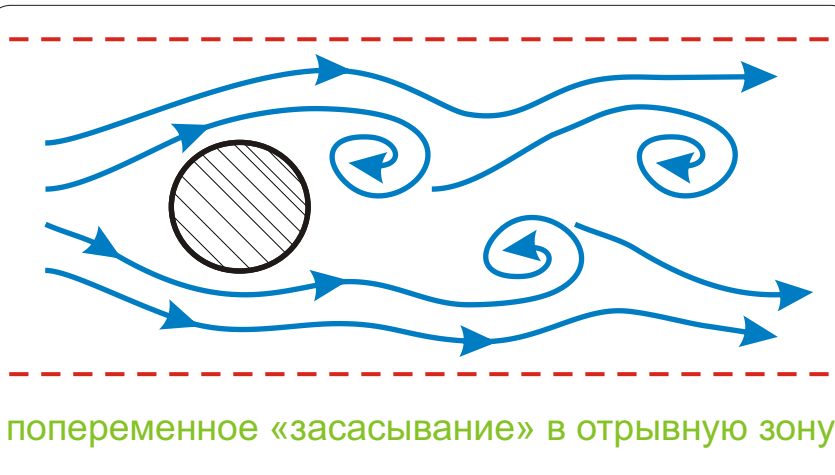


ИРВИС-К300

Разъяснение физических принципов

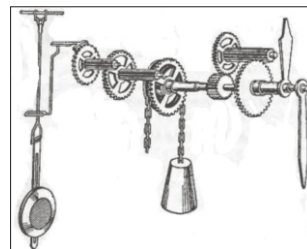
Узел учета природного газа (нефтяного и др. газов) ИРВИС-К300

В реальности, если имеется отрывная зона, то неминуемо она должна заполняться частицами газа, пусть даже и давление там поменьше. Тело обтекания симметрично, но вследствие неустойчивости равновесия двух обтекающих потоков, начинается попеременное «засасывание» в отрывную зону частиц из двух потоков, огибающих тело - частицы движутся по дуге в отрывную зону и потоки попеременно сворачиваются в вихри. Вихри отрываются от тела обтекания, сносятся вниз по потоку, постепенно рассасываются. Процесс вихреобразования становится устойчивым «регулярным», попеременное нарушение симметрии обтекания в ту или иную сторону

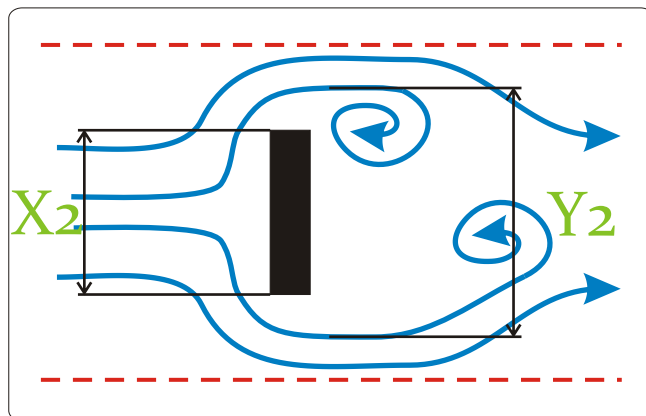
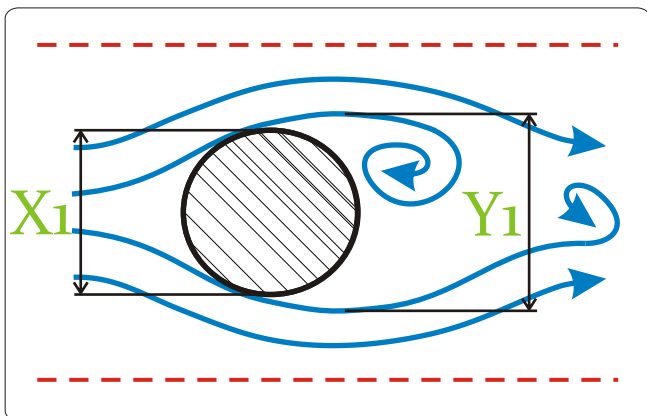


подпитывается энергией потока, как качание маятника в часах подпитывается энергией гирь или пружины.

Важно подчеркнуть эту аналогию с маятниковыми часами: при криво подвешенных часах (при несимметричном потоке газа) механизм работать не будет, и еще: если маятниковые часы трясти, то измерять они уже будут не время, а частоту колебаний. Вот так же и вихревой принцип измерения нельзя применять при быстрых изменениях расхода, сопоставимых по времени с периодом вихреобразования (доли секунды).



Теперь рассмотрим другой важный вопрос вихревой расходомерии. Известно, что частота вихрей зависит от расхода и от поперечного размера тела обтекания. На самом деле, физически, частоту определяет не сам размер, который контролируется микрометром на поверхках (обозначен буквой «X»), а максимальный поперечный размер границ обтекания тела вместе с отрывной зоной (обозначен буквой «Y»). Этот размер для цилиндра и призмы (одинаковой ширины) будет разным. Плоская лобовая грань призмы сильнее отклоняет обтекающие потоки, чем дуга цилиндра, т.е. отрывная зона шире и частота вихрей за призмой будет меньше. Аналогично: более плотный или менее вязкий газ (больше число Рейнольдса) будет давать больший размер отрывной зоны и, соответственно, меньшую частоту при той же скорости потока. А поскольку градуировка большинства расходомеров и счетчиков производится не на том же газе и не при тех давлениях и температурах, что в эксплуатации, приходим к выводу, что здесь будет источник погрешности измерения расхода, если только не сделать соответствующую поправку.



$$X_1 = X_2$$

$$Y_1 < Y_2$$

$$F_{\text{вихрей}1} > F_{\text{вихрей}2}$$

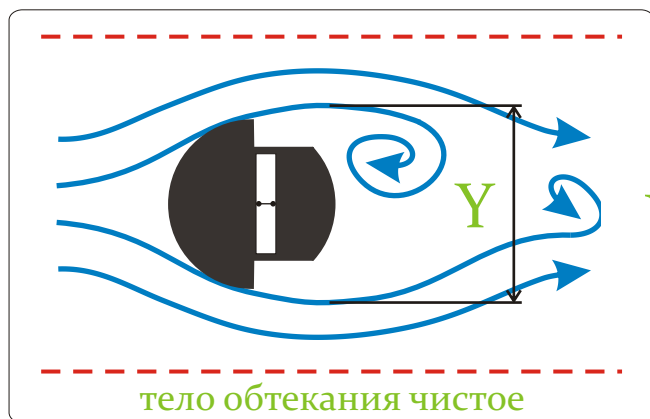


ИРВИС-К300

Разъяснение физических принципов

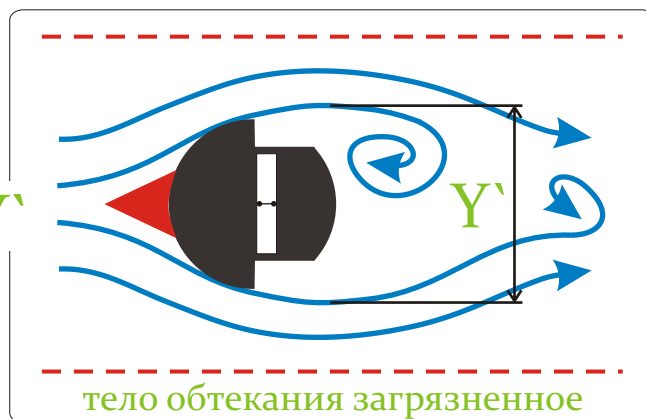
Вот почему так непросто измерять расход прибором ИРВИС-К300 необходимо еще сделать поправку на число Рейнольдса. А поскольку число Рейнольдса зависит от вязкости и плотности газа, то для этого надо знать кроме скорости газа еще и температуру и давление. По утвержденной методике такая коррекция реализована в алгоритмах некоторых универсальных вычислителей, используемых с ИРВИС-К300 в составных узлах учета газа. Необходимо напомнить, что в ИРВИС-РС4М подобные преобразования производятся также вычислителем на основе информации с датчиков температуры и давления, благо они там имеются. В случае, если планируется использовать ИРВИС-К300 без корректора (контролировать расход по индикатору на БИП или по токовому выходу), то необходимо в опросном листе указать реальные эксплуатационные значения температуры и давления они будут использованы для приближенных вычислений расхода в БИЗ.

Одним из принципиальных вопросов вихревой расходомерии является загрязнение тела обтекания и сохранение при этом метрологических свойств прибора. В приборах учета ООО НПП "Ирвис" использует тело обтекания собственной разработки, которое имеет хорошо обтекаемую цилиндрическую форму. У данной конструкции имеется возможность сохранить метрологию даже при очень сильном загрязнении. Грязь налипает в виде призмы на поверхность тела обтекания не участвующую в процессе вихреобразования, при этом вихри, срываясь с «рабочих кромок», сами их и очищают. Налипшая грязь не влияет на обтекание тела потоком газа, так как поверхности участвующие в вихреобразовании остаются чистыми. В итоге, ширина отрывной зоны, записанная в память прибора и используемая для вычисления расхода, остается постоянной и налипшая грязь не влияет на измерение расхода газа.



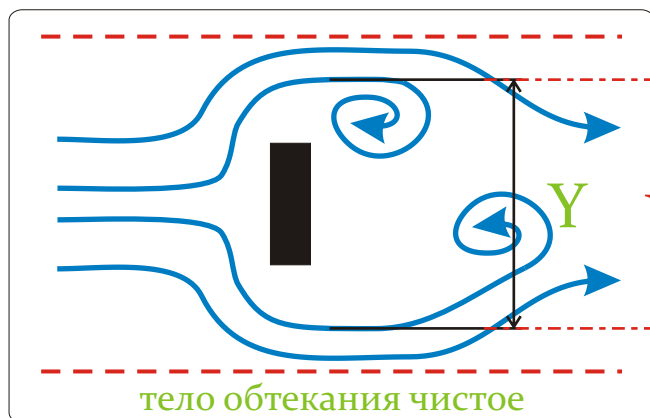
тело обтекания чистое

$$Y = Y'$$



тело обтекания загрязненное

В случае же, когда используется тело обтекания в форме призмы, налипшая грязь начинает менее отклонять обтекающие потоки, влияя на ширину отрывной зоны. Сохранение метрологических свойств точности измерения расхода при такой конструкции невозможно.



тело обтекания чистое

$$Y \neq Y'$$



тело обтекания загрязненное