

## GE Panametrics предлагает решения по измерению расхода газов на базе ультразвуковых расходомеров.

Краткое описание расходомеров газа Panametrics:

- измерение разных типов газов и газовых смесей (с изменяющимся составом во времени)
- отходящие и факельные газы
- при использовании преобразователей давления и температуры вычисления объемного расхода (объема) попутного нефтяного, факельного газов, приведенного к стандартным условиям по ГОСТ 2939-63. Расчет физических свойств газа осуществляется по методике ГСССД МР-113-03.
- дымовые газы
- ультразвук обеспечивает широкий динамический диапазон измерения одним прибором расходов газов: от около нулевых до аварийного выброса (сотни тысяч кубов в час)
- Приборы одинаково хорошо работают на низком и высоком давлении и неглубоком вакууме.
- высокая чувствительность (например, при работе сепаратора: может происходить и втягивание газа (обратный ход) – прибор это отслеживает)
- широкий диапазон температур измеряемой среды -200...450 С.
- не чувствителен к изменению влажности и температуры
- Исполнения для различных рабочих температур и давлений – применение установочных фланцев - рейтинги от 150 lb до 1200 lb

Два типа электронных блоков расходомеров для решения задач различной сложности:

**Расходомер GF868** - Расходомеры-счетчики модели GF868 предназначены для измерения скорости, объемного расхода (объема) попутного нефтяного, факельного газов при рабочих условиях, а также при использовании преобразователей давления и температуры вычисления объемного расхода (объема) попутного нефтяного, факельного газов, приведенного к стандартным условиям по ГОСТ 2939-63. Расчет физических свойств газа осуществляется по методике ГСССД МР-113-03. Расходомер GF868 позволяет измерять массовый расход и массу факельного газа. Динамический диапазон до 120 м/с.

*Чувствительность к изменению состава газа (прибор фиксирует изменение скорости звука в измеряемой среде (следающее окно): как известно в нефтепереработке и нефтехимии состав газа может быть неизвестен, сильно различим, поступать с нескольких установок (как правило, трубы на факел больших размеров) поэтому возможно сильное изменение компонентного состава газа.*

Прибор одинаково хорошо работает на факелах низкого и высокого давления, широкий динамический диапазон (0,03...120 м/с) позволяет измерение одним прибором расходов факельных газов: от нулевых до залпового выброса.

**Расходомер GM868(XGM)** - считает объемный расход в рабочих условиях, при вводе данных о давлении и температуре вручную или при комплектации платой аналоговых входов может выдавать расход, приведенный к нормальным условиям, пересчет в нормальные кубы производит по уравнению состояния идеального газа (как известно при высоких давлениях нужно вводить коэффициенты сжатия, т.е. действуют уже законы для реальных газов), главное применение на низких давлениях (т.е. там где действуют законы идеального газа). Динамический диапазон: 0,03 – 46 м/с

*Прибор обычно применяют в измерениях, где состав газ известен и не сильно меняется (в прибор водится значение скорости звука измеряемой среды). Одно из применений **нефтедобыча**: даже если газ берется с нескольких кустов одного месторождения, как правило его состав схож, т.е он статичный. Состав газа может зависеть от места добычи. Также применения на учете расхода доменных газов.*

Приборы рекомендуется использовать для измерения рабочего объемного расхода, а результаты заводить в вычислители, аттестованные в РФ (методики выполнения измерений природных и попутного газа разработаны ВНИИР Казань, например вычислители УВП (Зеленоград)).

#### Датчики

представляющие из себя цельносварную металлическую конструкцию без отверстий. Датчики разработаны для работы в условиях тяжелого, влажного газа, сохраняют работоспособность при выбросах в трубопровод пробок нефти, конденсата.

*Рабочая температура газа от -50 до +150 град Ц - стандарт, Существует низкотемпературный диапазон от -200 до +100 град Ц и высокотемпературный диапазон от -50 до +280 град Ц. (возможны варианты на более высокие температуры до 600, при наличии измерительных участков).*

Из дополнительных преимуществ факельных расходомеров Panametrics можно отметить следующее:

*Незначительное различие стоимости расходомера в зависимости от диаметра факельного трубопровода, т.е. стоимость комплекта примерно одинакова как для трубопровода Ду 100 , так и для Ду 1200,*

*Возможность поверки расходомеров беспробным имитационным способом.*

*Простая установка, не требующая специальной подготовки, установка сверху на трубах больших диаметров, что позволяет получать сильный сигнал (отличное соотношение сигнал/шум)*

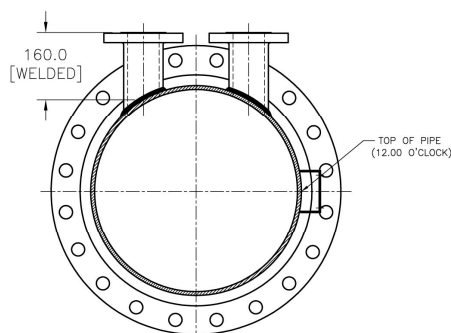
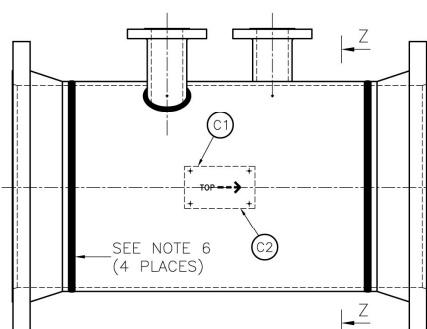
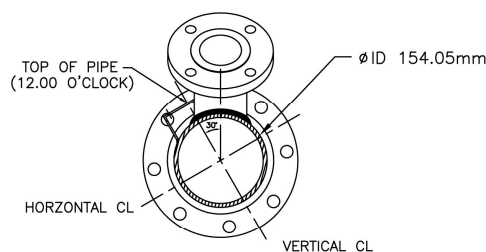
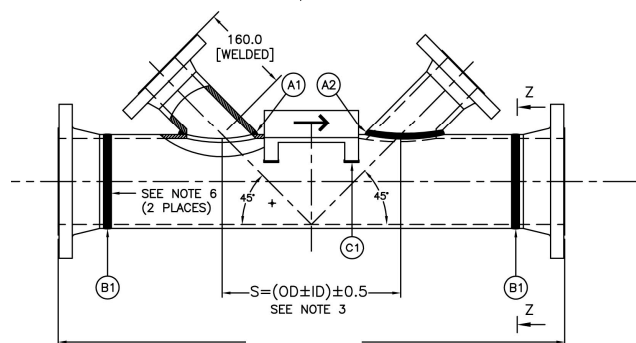
#### Исполнения электронных блоков.

Различные исполнения по корпусу (для работы непосредственно на месте и в операторской), электрическим входам и выходам (аналоговый 4-20 мА, импульсный, частотный), интерфейсам (Modbus, HART и др), совместно с вычислителем. Расстояние от места установки ультразвуковых датчиков – до 300 метров.



**Исполнения по способу остановки ультразвуковых датчиков в рабочий процесс.**

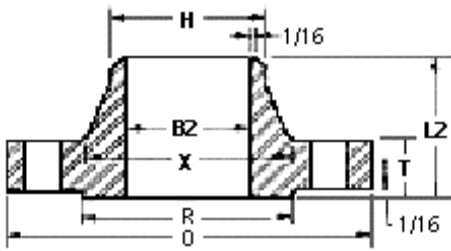
**1) Измерительные участки**



**2) Врезка в существующий трубопровод**

Исполнения для различных рабочих температур и давлений – применение установочных фланцев - рейтинги от 150 lb до 1200 lb

*Работая по проектам с ультразвуковыми расходомерами сталкиваемся с вопросами, почему на измерительных участках для ультразвуковых расходомеров используется RF фланцы с присоединением выступ – выступ*



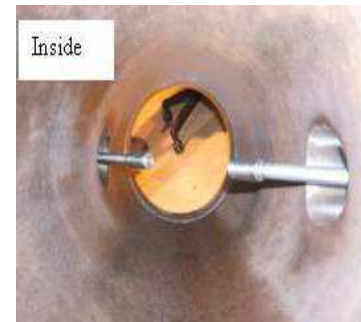
*Вот краткое пояснение, почему используется именно это присоединение:*

*Используемое RF соединение со спиральной прокладкой является частью системы установки датчиков. Это соединение, специальный материал и форма прокладок специально подбирались и тестировались специально для обеспечения изоляции датчиков, демпфирования от помех. Изменения исполнения поверхности фланца может привести к неправильной работе расходомера. Отмечаем, что имеется положительный опыт использования фланцев с поверхностью RF для измерения расхода агрессивных и ядовитых газов, таких как сероводород.*

**Исполнение - приваривание патрубков к трубопроводу:**

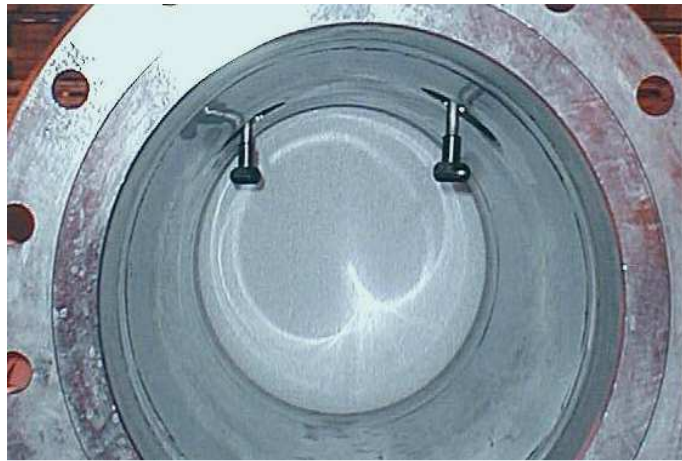
*Такие установки уже успешно применяются на многих НПЗ и НГДУ, металлургических предприятиях на дымовых газах, тем более по точности требуемой для объемного расхода по факельным и отходящим газам (до 5%) они полностью удовлетворяют (1,4-2%). По требованиям по точности для стандартного объемного расхода – до 5%. При установки патрубков на измерительную ячейку используется лазерная центровка, поэтому точность измерений становится выше, при правильной самостоятельной установки в теории точность должна не на много быть хуже.*

**1 вариант “холодной врезки” без остановки процесса с сальниковым механизмом. Для труб от 59 до 219 мм используется следующая конфигурация установки излучателей.**



*Установка излучателей для труб от 219 мм до 3000мм:*



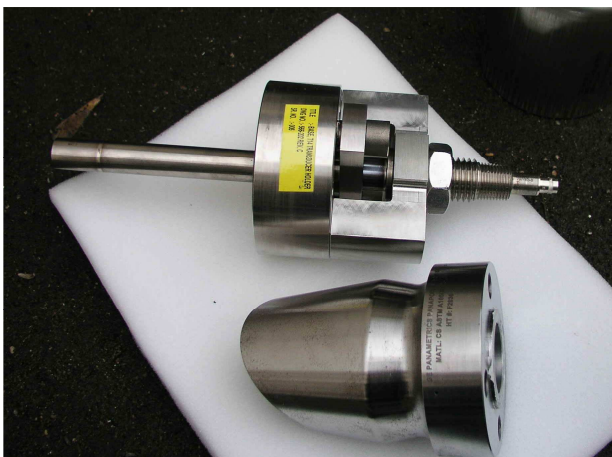


**2 вариант без задвижек с остановкой процесса**

*(для маленьких диаметров установка напротив друг друга под 45°, для больших 219 мм и выше, установка сверху)*



*(до 159 мм конструкция с сальниковым механизмом будет громоздкой, и необходимо сооружать специальные подпорки).*



**Для измерения расхода газа на трубах от 80 до 200 мм,** можно применять T14 датчики с установкой под 45 градусов, как показывает практика, если у заказчика есть надлежащие возможности: патрубок и измерительный участок (или приварить патрубки к существующему трубопроводу) может изготовить сам, это значительно снизит стоимость прибора от нас потребуются датчики с системой ввода, кабель и электронный блок. Если компонентный состав газа более менее постоянен (у нас прибор ультразвуковой, поэтому состав газа определяет по

вычислению скорости звука в нем) можно применить прибор с более простой электроникой GM 868 в которой вручную вводится скорость звука (GF868 имеет следящее окно за скоростью звука).

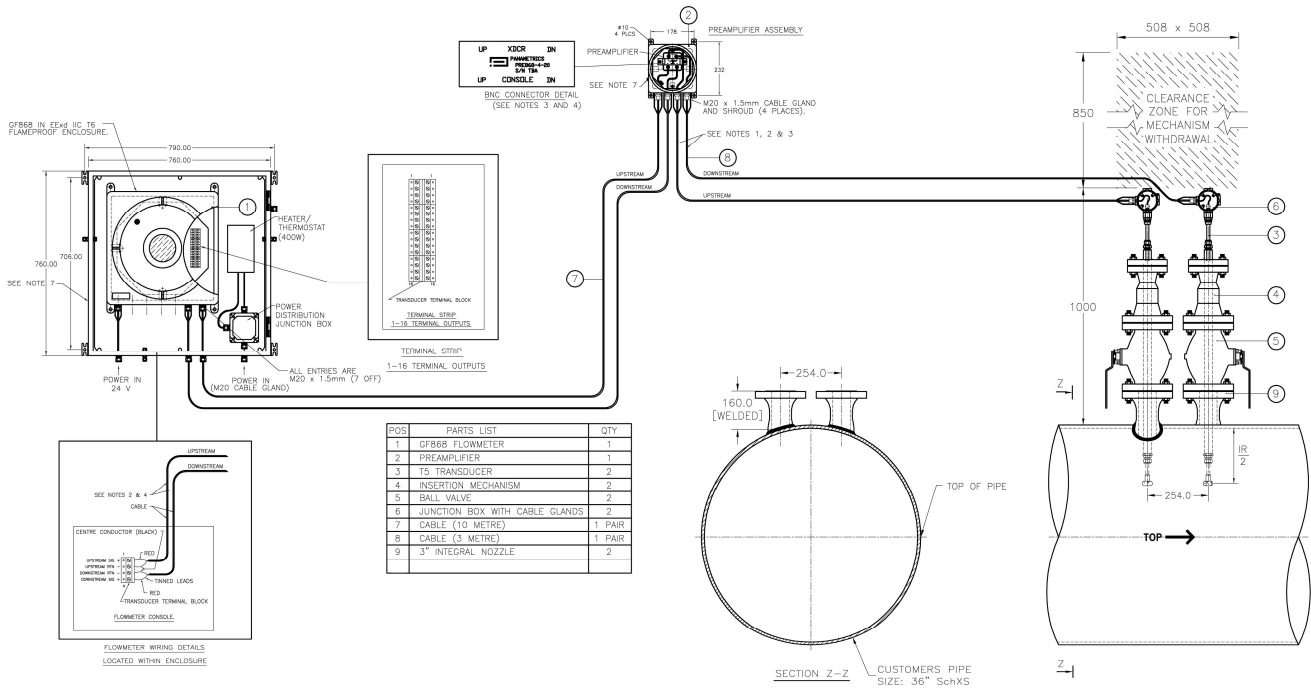
Для диаметров больше 219 мм использовать установку сверху (так как при установке излучателей под 45 градусов сигнал ослабляется):



*Расходомеры для применения на территории РФ имеют:*

сертификат Госстандарта об утверждении типа средств измерений, свидетельство о признании первичной поверки (интервал 4 года), методику поверки утверждённую ВНИИМС, протокол о признании первичной поверки, разрешение Ростехнадзора на применение расходомеров, преусилителей и датчиков в опасных зонах.

### **Общий вид расходомера в сборе**



### Анализ типов расходомеров для измерения расхода газа

предлагаются приборы, основанные на различных физических принципах, и каждый производитель заявляет об успешном опыте их применения

Для измерения расхода газа сложных компонентных составов изменяющихся во времени (в том числе факельных, попутных, отходящих, дымовых) сейчас активно предлагаются несколько типов расходомеров, главным образом это расходомеры на принципе измерения перепада давления (Метран, Аннубар), термомассовые (термоанемометрия) (фирмы Эндресс Хаузер, Дон - Турбулентность), оптические (Focus Probe фирмы Photon Control), вихревые и ультразвуковые расходомеры (Panametrics, Sick Maihak, российский Вымпел). В каждом методе есть свои плюсы и минусы, соответствующие условиям эксплуатации (диапазон измерения, чистые газы, газы с

постоянным компонентным составом, факельные (как правило не известный компонентный состав, диаметры и состояние труб, давление, температура, влажность, загрязненность)

Задача состоит подобрать оптимальный расходомер для измерения подходящий именно для существующих условий эксплуатации. Вот некоторый анализ сравнения методов измерения:

### **Термомассовые расходомеры**

Преимущество главное широкий динамический диапазон

Диапазон измерения зависит от выбранного газа, размера трубопровода и наличия выпрямителя потока. Каждый расходомер калибруется отдельно на воздухе, потом происходит математическое преобразование под определенный газ по требованию пользователя. - если компонентный состав сильно меняется затруднительно использовать.

при расчете расхода учитываются в формуле плотность, коэффициент теплопроводности и динамическая вязкость среды, Следовательно, результаты измерений термоанемометрических расходомеров, например РГА-100, зависят не только от состава и влажности, но и от теплоемкости и теплопроводности измеряемой среды при её бесконтрольном переменном составе.

Термальный сенсор не может различать прямой и обратный поток. Эти правила предназначены для гарантии правильной установки и ориентации

Погружной сенсор может быть благополучно извлечен только при атмосферных условиях, остановив подачу газа и сбросив давление в производственной линии. Нужно помнить, что работа сенсора базируется на принципе тепловой дисперсии, поэтому сенсор работает лучше всего, когда окружающие температуры и/или температура газа относительно устойчивы.

Выводы: термоанемометрические расходомеры сильно зависят от состава газов, температуры, влажности.

### **Расходомеры по перепаду давления**

узкий динамический диапазон, хорошо работают около номинального расхода (как правило ниже 2/3 шкалы начинают врать! погрешность растет!). Все таки применение данного метода для неочищенных газов сопряжено с рядом особенностей, среди которых: скопление загрязнений на диафрагме, падение давления (здесь надо опасаться выпадения гидратов).

изменения плотности газа от влажности напрямую отражаются на результатах измерений

Аналогичные недостатки характерны для датчиков расхода газа Applibar (Метран-350, г. Челябинск), работающих как усредняющая напорная трубка. Напорной трубке Пито, часто используемой как измеритель скорости в точке для экспресс-анализа расхода, присущи и недостатки зонда. Другой недостаток этого метода – сравнительно малые диапазоны измеряемых расходов и «засорение» отверстий.

### **Оптические расходомеры**

широкий динамический диапазон (скорость потока 0.1 -100 мс)

но большие требования к прямым участкам прямые участки 40 до 5 после

нельзя устанавливать в вертикальном положение (лучше горизонтальное, расположение линз такое, что не залетет, и больше период работы без чистки)

линзы сильно боятся грязи!

**Вихревые расходомеры**, основанных на измерении частоты колебаний, возникающих в потоке за телом обтекания

Вихревые расходомеры, как следует из метода измерения, инвариантны к составу потока в пределах области постоянства зависимости от числа Рейнольдса с диапазоном, составляющим обычно 1:10...1:40, однако наличие капельной жидкости в потоке может нарушить процесс вихреобразования.



*загрязненность сенсоров главная проблема для всех типов измерения, где возможно применяются меры для увеличения срока работы (очистка, тела обтекания, шлифовка поверхностей)*

*Безусловно, в ценовом диапазоне выше перечисленные методы выигрывают, но встает вопрос возможности эксплуатации их в тяжелых условиях факельных и отходящих газах (где может меняться компонентный состав, влажность, температура, наличие грязи копоти сажи сероводорода и т.д.)*

*существенным источником погрешности измерений ультразвуковых время-импульсных расходомеров в условиях переменного состава потока является вариация скорости звука в среде. Но этот недостаток устранен!*

*В отличие от других производителей, ультразвуковые расходомеры Panametrics уже много лет используется в нефтедобыче и нефтепереработке. По опыту многих испытаний и установок на нефтедобычи и нефтепереработки для ультразвука можно выделить главные преимущества это широкий динамический диапазон (от околонулевых скоростей до аварийных выбросов)*

*применение на различных диаметрах от 80 до 3000 мм, причем стоимость не сильно изменится, для давлений от вакуума до сотен атмосфер), широкий диапазон температур независимость измерений от состава газа, влажности, температуры. Широкий температурный диапазон измеряемой среды.*

*Простой демонтаж монтаж для профилактики, практически нет влияния на профиль потока (тело обтекания, шлифовка-- увеличивает время работы датчика (без загрязнения)), нет потерь давления, беспроточный метод поверки на месте*

*Материалы исполнения стойкие к агрессивным средам.*

*Различные виды установок датчиков как по геометрии (под углом 45 напротив друг друга, сверху (для труб от 219 мм), простая установка с остановкой процесса так и без остановки процесса "холодная врезка". Самостоятельная простая установка, возможность менять архитектуру, место врезки, диаметр труб, открытое ПО электронного блока расходомера!*