

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ
О ПРОВЕДЕНИИ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ
СЧЕТЧИКОВ-РАСХОДОМЕРОВ ГАЗА НА УПСВ
«ГРАЖДАНСКАЯ» ОАО «САМАРАНЕФТЕГАЗ»

Самара 2010 г.

Введение

Настоящий технический отчет составлен по результатам сравнительных испытаний счетчиков-расходомеров газа различных типов и принципов действия на действующем объекте ОАО «Самаранефтегаз» в соответствии с «Программой испытаний расходомеров попутного (свободного) нефтяного газа на УПСВ «Гражданская», утвержденной 05.11.2009 г.

Цель испытаний заключалась в подтверждении работоспособности и определении фактической погрешности измерений в условиях эксплуатации счетчиков-расходомеров газа, предлагаемых отечественными и зарубежными изготовителями,

Программой планировалось проведение испытаний следующих типов расходомеров:

1. Расходомер газа Turbo Flow серии TFG производства ООО «НПО «Турбулентность-Дон», Россия, г. Ростов-на-Дону.
2. Счетчики газа "Dymetic-9423" производства ЗАО «Даймет», Россия, г. Тюмень.
3. Оптический счетчик-расходомер Focus (Foton control, Канада), представленный ОАО «Самаранефтегаз», Россия, г. Самара, Самарская обл.
4. Расходомер-счетчик вихревой Ирвис-РС4, производства ООО НПП «Ирвис», Россия, г. Казань.
5. Ультразвуковой расходомер FLOWSIC 100 производства фирмы SICK-МАНАК, Германия.
6. Расходомер газа массовый СУРГ 1.000-Ех производства ООО «Шибболет», Россия, г. Рязань.
7. Турбинный расходомер TRZ производства фирмы ООО "ЭЛЬСТЕР Газэлектроника", Россия, г. Арзамас;

8. Система измерений расхода на базе сопла Вентури, представленная ООО «Электронные контрольные измерения» (ООО «ЭКИ»), Россия, г. Мытищи, Московская обл.

Система измерений расхода на базе сопла Вентури, (ООО «ЭКИ») не была допущена к испытаниям ввиду непредставления разрешения Ростехнадзора на её применение.

Регистрация результатов измерений расходомеров производилась в феврале и марте 2010 года, после проведения монтажа и настройки на УПСВ «Гражданская».

В связи со смещенными сроками поставок расходомеров, а также по причине отказов их наработка оказалась различной.

Анализ результатов измерений в ходе испытаний расходомеров привел к выводу о целесообразности оценки каждого из них без разделения на эталонные и рабочие, с применением методов статистической обработки результатов измерений, рекомендованных ВНИИР, тем более что утвержденные программой испытаний эталонные расходомеры TRZ и FLOWSIC 600, откалиброванные для попутного нефтяного газа, не были представлены.

Краткая характеристика расходомеров

1. Turbo Flow TFG

Полное наименование в соответствии с описанием типа – расходомер Turbo Flow серии TFG. Принцип действия-термоанемометрический.

Изготовитель – ООО НПО «Турбулентность-Дон», г. Ростов-на-Дону.

Внесен в государственный реестр средств измерений под номером 39092-08. (См. приложение Б.)

Заводской номер расходомера – №5400.

Назначение и область применения

Расходомеры Turbo Flow серии TFG (далее – расходомеры), предназначены для измерений объемного расхода газа транспортируемого по трубопроводам в системах газоснабжения (газораспределения). Расходомеры используются для работы в составе автоматизированных систем коммерческого учета газа (природного, попутного при добыче нефтепродуктов, азота, воздуха, инертных и других неагрессивных газов известного состава) на различных промышленных объектах и объектах коммунального хозяйства.

Описание

Принцип действия расходомеров основан на измерении скорости газового потока в одной точке поперечного сечения трубопровода. Скорость потока зависит от степени охлаждения нагреваемого чувствительного элемента. В качестве нагреваемого чувствительного элемента в расходомере применяется тонкопленочный платиновый термометр сопротивления. Ток нагрева датчика регулируется, таким образом, чтобы его температура оставалась постоянной, а скорость потока оценивают по значению рассеиваемой тепловой мощности термоанемометра, теплофизическим свойствам газа, размерам первичного преобразователя и параметрам среды.

Расходомер состоит из расходомерного шкафа (далее – РШ) и преобразователя потока (далее – ПП).

РШ представляет собой монолитный блок со съемной панелью, состоящей из набора плат. ПП представляет собой аналогово-цифровой преобразователь в комплекте с платиновым термометром сопротивления. ПИ и ПП конструктивно разделены и коммутируются при помощи кабеля связи.

Основные технические характеристики

Технические и метрологические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование параметра	Значение параметра
Диаметр условного прохода трубопровода, мм	50 – 1 300
Диапазон измерений температуры газа, °С	от минус 50 до плюс 70
Диапазон измерений объемного расхода газа при абсолютном давлении 0,1 МПа, м ³ /ч	1,5 – 270 400
Максимальное давление газа в трубопроводе, МПа	10,0
Пределы относительной погрешности при измерении расхода газа, %	± 1
Пределы абсолютной погрешности при измерении температуры, °С	± 0,15
Пределы абсолютной погрешности при измерении времени, с	± 5 за 24 ч

Рабочие условия эксплуатации:

–ПП при температуре окружающего воздуха от минус 50 до 70 °С, при относительной влажности до 95%;

–РШ при температуре окружающего воздуха от 5 до 50 °С, при относительной влажности до 90% без конденсации влаги.

Средняя наработка на отказ не менее 16 000 часов.

Полный срок службы не менее 12 лет.

Межповерочный интервал 2 года.

2. FOCUS™ Probe

Полное наименование в соответствии с описанием типа – расходомер газа оптический FOCUS™.

Изготовитель – фирма «Photon Control Inc», Канада.

Внесен в государственный реестр средств измерений под номером 38670-08. (См. приложение Б.)

Состав расходомера и заводские номера:

1. Оптическая головка – №90006259;
2. Процессор данных оптического расходомера – №90005524;
3. Блок питания нагревателя – №90004618;
4. Версия ПО – SCC-0032E-2.

Назначение и область применения

Расходомеры газа оптические FOCUS™ (далее – расходомеры) предназначены для измерения скорости газа произвольного состава (кроме глубоко очищенного от примесей газ и перегретого водяного пара) с последующим определением расхода газа. Расходомеры предназначены для применения в составе измерительно-вычислительных комплексов. Расходомеры могут применяться при измерении расхода попутного нефтяного и факельного газов.

Описание

Расходомер включает в себя три основных элемента: измерительная головка, оптоволоконный кабель и процессор. В зависимости от параметров трубопровода предусматриваются два варианта¹ исполнения измерительной головки: вставной зонд (FOCUS™Probe) и фланцевая врезка (FOCUS™Wafer). Принцип измерения в обоих случаях одинаков.

Измеряется скорость движения аэрозольных частиц, присутствующих в потоке газа, в зоне расположения головки зонда, в котором расположен канал для прохождения потока, просвечиваемый двумя лазерными лучами. Лазерные лучи концентрируются в две полосы и регистрируют

¹ На испытательной линии УПСВ «Гражданская» применяется вставной зонд (FOCUS™Probe)

время прохождения частиц между этими лучами. Зная точное расстояние между двумя лучами и замеряя время прохождения частиц между ними, расходомер вычисляет скорость прохождения частиц в окошке головки зонда. Измерение скорости производится на оси трубопровода диаметром 100-150 мм и на $\frac{1}{4} R$ для больших диаметров. Предвключенный участок измерительного трубопровода равен $40D$ и может быть сокращен до $10D$ при установке формирователя потока. Поствключенный участок равен $10D$. Точка отбора давления на участке $(1-2)D$, а точка установки первичного преобразователя температуры – на участке $(3-4)D$ далее по потоку от точки установки измерительной головки.

В случае FOCUSTMProbe вставной зонд измерительной головки при помощи кольцевого фиксатора крепится в резьбовой бобышке горизонтально на боковой поверхности трубопровода, перпендикулярно оси.

По оптоволоконному кабелю с измерительной головки величины скорости поступают в процессор, в который вводятся также текущие значения температуры и давления. После коррекции профиля скорости (исходя из числа Рейнольдса) определяется средняя скорость в сечении трубопровода и рассчитывается расход. При этом используются соответствующие тарировочные таблицы, определяющие среднюю скорость в сечении трубопровода в зависимости от скорости потока в точке измерения и соответствующего числа Рейнольдса.

Прибор может применяться для измерения расхода многокомпонентных газовых сред при условии наличия программного обеспечения в части применения методики расчета теплофизических свойств многокомпонентной среды с последующей градуировкой и поверкой, а также внесением изменений в методику выполнения измерений.

Основные технические характеристики

Параметры	Значения (FOCUS™Probe)
Диапазон измерения скоростей, м/с	0,1 – 100
Время одного измерения, с	1
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода, %	± 2,5
Диаметр трубы	100 – 600
Температура окружающей среды, °С при включении во время измерений	(-20) – (+50) (-40) – (+50)
Температура рабочей среды, °С	(-40) – (+100)
Максимальное давление рабочей среды, МПа	0,7
Средний срок службы, лет	10

Межповерочный интервал – 3 года.

3. ИРВИС-РС4

Полное наименование в соответствии с описанием типа – расходомер-счетчик вихревой ИРВИС-РС4.

Изготовитель – ООО «НПП «Ирвис», г. Казань.

Внесен в государственный реестр средств измерений под номером 30206-05. (См. приложение Б.)

Состав расходомера и заводские номера:

1. Первичный преобразователь ИРВИС-РС4-ПП – №13255;
2. Первичный преобразователь давления DMP-331 – №52045708;
3. Первичный преобразователь температуры ТПТ-17 – №6314;
4. Блок интерфейса и питания БИП ИРВИС-РС4-ПЛ.

Назначение и область применения

Расходомеры-счетчики вихревые ИРВИС-РС4 (далее – расходомеры-счетчики) предназначены для измерения объемного (массового) расхода, объема (массы) неагрессивных горючих и инертных газов, жидкостей и водяного пара, объемного расхода, объема, приведенного к стандартным условиям (давление 760 мм.рт.ст. и температура +20 °С) по ГОСТ 2939-63, неагрессивных горючих и инертных газов, водяного пара, передачи данных по цифровому интерфейсу (далее – интерфейсу), при использовании расходомеров-счетчиков в качестве средств коммерческого и технологического учета в установках коммунальных и промышленных предприятий, в системах АСУТП, телеметрии и диспетчеризации.

Описание

Принцип действия расходомеров-счетчиков основан на эффекте формирования в следе за телом обтекания цепочки вихрей (вихревой дорожки Кармана), частота следования которых в широком диапазоне скоростей пропорциональна объемному расходу среды. Фиксация частоты срыва вихрей производится чувствительным элементом детектора вихрей (ДВ), чувствительному к пульсациям скорости либо давления, расположенным в канале перетока тела обтекания. При этом безразмерная

величина формирования вихрей (число Sh) зависит только от соотношения инерционных и вязких сил при обтекании тела (числа Рейнольдса Re). Соотношение между этими двумя числами гидродинамического подобия является универсальным для различных сред и их параметров. Градуировочная зависимость расходомера-счетчика, полученная в результате сличения с образцовым расходомером-счетчиком, позволяет по частоте выходного сигнала определять значения объемного расхода среды.

Расходомеры-счетчики состоят из первичного преобразователя (далее ПП), блока интерфейса и питания (далее БИП) и соединительного кабеля (далее – СК).

Расходомер-счетчик по конструктивному исполнению ПП имеет две модификации²: полнопроходной ИРВИС-РС4-Пп, в котором длина вихревого преобразователя равна полному диаметру условного прохода эксплуатационного трубопровода, и погружной ИРВИС-РС4-Пр, в котором длина вихревого преобразователя равна части диаметра условного прохода эксплуатационного трубопровода.

Основные технические характеристики

Технические характеристики	Значения
Диапазон измерений расхода: - газа с давлением до 1,6 Мпа (при Рабс.=0,1 Мпа), м ³ /ч - газа с давлением до 7,5 Мпа (при Рабс.=0,5 Мпа), м ³ /ч - водяного пара до 1,6 Мпа (при Рабс.=0,1 Мпа), т/ч - жидкости, м ³ /ч	о 6 до 12 000 о 6 до 60 000 от 0,0069 до 8,4 от 0,377 до 1630
Пределы допускаемой основной относительной погрешности расходомера-счетчика по показаниям счетчика объема (массы) в диапазоне расходов, %: $Q_{\text{наим}} \leq Q \leq 0,2Q_{\text{наиб}}$ $0,2Q_{\text{наиб}} < Q \leq Q_{\text{наиб}}$	± 1,3 ± 1,0

² На испытательной линии УПСВ «Гражданская» применяется модель ИРВИС-РС4-Пп

<p>Пределы допускаемой основной относительной погрешности расходомера-счетчика по выходу стандартного интерфейса, %:</p> <p>-канала измерения температуры;</p> <p>-канала измерения давления;</p> <p>-канала измерения объемного расхода в диапазоне:</p> $Q_{\text{наим}} \leq Q \leq 0,2Q_{\text{наиб}}$ $0,2Q_{\text{наиб}} < Q \leq Q_{\text{наиб}}$	<p>$\pm 0,5$</p> <p>$\pm 0,6$</p> <p>$\pm 1,3$</p> <p>$\pm 1,0$</p>
<p>Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении суммарного времени работы, %</p>	<p>$\pm 0,15$</p>
<p>Пределы дополнительной погрешности расходомера-счетчика при изменении температуры окружающей среды от $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ до значений минимальной и максимальной температур, %</p>	<p>$\pm 0,3$</p>
<p>Пределы дополнительной погрешности расходомера-счетчика при изменении вязкости и давления измеряемой среды, %</p>	<p>$\pm 0,5$</p>
<p>Параметры измеряемой среды*:</p> <p>рабочий газ – природный газ по ГОСТ 5542-87, другие горючие газы, воздух, перегретый водяной пар, инертные газы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Температура, $^\circ\text{C}$ – Абсолютное давление, Мпа – Вязкость, Па\timesс <p>рабочая жидкость:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Температура, $^\circ\text{C}$ – Абсолютное давление, Мпа – Вязкость, Па\timesс 	<p>от минус 40 до плюс 250</p> <p>от 0,05 до 7,6</p> <p>от 6×10^{-6} до 35×10^{-6}</p> <p>от минус 40 до плюс 250</p> <p>от 0,05 до 7,6</p> <p>не более 2×10^{-6}</p>
<p>Условия эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Температура, $^\circ\text{C}$ – ПП – БИП – Влажность – Давление, кПа 	<p>от минус 40 до плюс 45</p> <p>от минус 10 до плюс 45</p> <p>$(95 \pm 3)\%$ при темп. $+35^\circ\text{C}$</p> <p>от 84 до 106,7</p>

Средняя наработка на отказ, ч, не менее	80 000
Средний срок службы, лет, не менее	15

Примечание*: значения объемных расходов измеряемой среды даны для следующих условий:

рабочий газ – воздух; давление – согласно таблице; температура +20°C;

рабочая жидкость – вода.

Пределы измерений для газа конкретного состава, отличного от воздуха, жидкости и воды, рассчитываются по формулам, приведенным в технических условиях.

Межповерочный интервал – 2 года.

4. Flowsic 100

Полное наименование в соответствии с описанием типа – расходомер газовый ультразвуковой Flowsic 100

Изготовитель – фирма SICK MAIHAK GmbH, Германия.

Внесен в государственный реестр средств измерений под номером 16819-07. (См. приложение Б.)

Состав расходомера и заводские номера:

1. Блок управления MCU-P – №09448588;
2. Приемопередающие блоки FLSE100 – №09448552/09448551.

Назначение и область применения

Расходомеры газовые ультразвуковые типа Flowsic 100 предназначены для автоматического непрерывного измерения скорости потока, расчета объемного, массового расхода и расхода, приведенного к нормальным условиям, в том числе природного и факельного газов в газоходах и дымовых трубах.

Область применения – технологические измерения в газоходах на предприятиях химической, нефтехимической, металлургической и других отраслей промышленности, а так же для контроля и оценки массовых промышленных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Расходомеры модификации Flowsic 100EX могут применяться во взрывоопасных зонах.

Описание

Расходомеры Flowsic 100 предназначены для измерения скорости потока газа и расчета объемного расхода в газоходах с небольшими и средними размерами в непрерывном режиме с помощью бесконтактных ультразвуковых преобразователей. Одновременно измеряется температура газового потока для приведения объемного расхода к нормальным условиям.

Объемный расход определяется как произведение площади поперечного сечения газохода на измеренную скорость потока. В том случае, если отношение скорости потока дымовых газов к объемному расходу является функцией профиля скорости, приборы определяют реальный

объемный расход с помощью предварительно определенной градуировочной зависимости, вводимой в программное обеспечение.

В состав прибора входят два ультразвуковых блока приема-передачи, блок обработки информации и блок подачи чистого воздуха на продувку (опция). Два блока приема передачи устанавливаются на противоположных стенках газохода с помощью фланцев. В блоке обработки информации происходит обработка сигналов, поступающих от блоков приема-передачи, и расчет объемного расхода. Вся измерительная информация: скорость потока газа, объемный (массовый) расход и температура выводятся на жидкокристаллический дисплей. Прибор управляется с помощью меню и клавиш, расположенных на передней панели блока обработки информации. Узел подачи чистого воздуха обеспечивает защиту ультразвуковых блоков от загрязнения.

В приборах предусмотрена автоматическая диагностика всей системы с проверкой нулевого и контрольного значения, автоматическая настройка преобразователей в непрерывном режиме.

Основные технические характеристики

1. Диапазон измерений скорости потока газа 0 – 40 м/с (регулируемый).
2. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности (Δ) по каналу измерения скорости потока газа $\pm 0,4$ м/с.
3. Диапазон измерений температуры от минус 20 °С до плюс 450 °С.
4. Пределы допускаемой абсолютной погрешности по каналу измерения температуры ± 3 °С.
5. Время прогрева и выхода на рабочий режим не более 5 мин.
6. Пределы допускаемого изменения выходного сигнала при непрерывной работе в течение 7 суток по каналу измерения скорости потока не превышают 0,5 пределов допускаемой основной абсолютной погрешности.

7. Время установления показаний от 1 до 300 с (свободно устанавливаемое).

8. Дополнительная погрешность от влияния изменения температуры окружающей среды в диапазоне от минус 20 °С до плюс 55 °С на каждые 10°С в долях от пределов допускаемой основной погрешности не более 1,0 Δ.

9. Дополнительная погрешность от влияния изменения давления в газоходе на каждые 3 кПа в долях от пределов допускаемой основной погрешности не более 1,0 Δ.

10. Дополнительная погрешность от влияния изменения функции профиля скорости потока газа в реальных условиях в долях от пределов допускаемой основной погрешности не более 1,0 Δ.

11. Срок службы не менее 8 лет.

12. Условия эксплуатации:

- диапазон температуры окружающей среды от минус 20 °С до плюс 50 °С
- диапазон относительной влажности от 20 до 80 %, при 25 °С
- диапазон атмосферного давления от 84 до 106,7 кПа

Межповерочный интервал – 1 год.

5. СУРГ

Полное наименование в соответствии с описанием типа – расходомер газа массовый СУРГ 1.000-Ех. Принцип действия-термоанемометрический.

Изготовитель – ООО «Шибболет», г. Рязань.

Внесен в государственный реестр средств измерений под номером 20852-06. (См. приложение Б.)

Заводские номера – №01.903 и №01.1000.

Назначение и область применения

Расходомеры газа массовые СУРГ 1.000 и СУРГ 1.000 – Ех (далее – расходомеры) предназначены для измерения и учета, в том числе коммерческого, углеводородных, инертных и агрессивных (сероводород, аммиак и т.п.) газов и их смесей, пара в трубопроводах и газоходах и передачи информации другим устройствам.

Область применения: системы автоматического управления и регулирования в различных отраслях промышленности.

Описание

Принцип действия расходомера основан на тепловом методе измерений.

Расходомер содержит модуль измерительный, который выполнен в виде трубы с расположенными на ее торце двумя чувствительными проволочными терморезистивными элементами с электрическими нагревателями. Терморезисторы включены в электрическую схему, построенную на базе микроконтроллера, обеспечивающего питание нагревателя стабилизированным током, прецизионное измерение величины сопротивления терморезисторов и передачу кодированным сигналом измеренных значений сопротивления в контроллере КВУ, где производятся все основные вычисления необходимых значений и архивирование данных.

Расходомер работает следующим образом. При включении электрической схемы на терморезисторы подается микроток для измерения их сопротивления. Активный терморезистор подогревается

стабилизированным электрическим током, протекающим через нагреватель. Разность температур первого и второго терморезисторов является функцией расхода газа.

При прохождении по аэродинамическому каналу контролируемого газа первый терморезистор измеряет его температуру. Выполнение чувствительного элемента измерительного модуля в виде двух отдельно расположенных цилиндрических тел диаметром 7 мм обеспечивает небольшие потери давления в сечении размещения прибора.

Расходомер состоит из двух конструктивно законченных изделий.

- Модуль измерительный (МИ)
- Контрольно-вычислительное устройство (КВУ)

Основные технические характеристики

Диаметры условного прохода трубопровода, мм 80; 100; 150; 200;
300; 400; 600; 800; 1000

Параметры измеряемой среды:

диапазон изменения скорости газа, м/с	0,3...30
температура, °С	-10...250
давление не более, МПа	4

Пределы допускаемой приведенной погрешности измерения объемного и массового расхода в % от значения расхода, соответствующего верхнему пределу диапазона изменения скорости газа, и при температуре измеряемой среды от минус 10 до плюс 250 °С не должны превышать, %:

поддиапазон 1 0,3...3 м/с	± 3
поддиапазон 2 3...30 м/с	± 3
поддиапазон 3 0,1...0,3 м/с	± 10

Параметры окружающего воздуха:

температура, °С:	
для модуля измерительного	-50...+50

для КВУ	+5...+50
относительная влажность, %:	
для модуля измерительного	95 при 35°C
для КВУ	80 при 35°C
Время установления на рабочий режим не более, мин	15
Средний срок службы не менее, лет	12
Межповерочный интервал – 3 года.	

6. DYMETIC 9423

Полное наименование в соответствии с описанием типа – счетчик газа «DYMETIC-9423».

Изготовитель – ЗАО «Даймет», г. Тюмень.

Внесен в государственный реестр средств измерений под номером 37418-08. (См. приложение Б.)

Состав расходомера:

1. Датчик расхода газа ультразвуковой корреляционный «DYMETIC-1223-K», номер в государственном реестре 37419-08, заводской номер – №1800009;

2. Устройство микровычислительное «DYMETIC-5123», номер в государственном реестре 37417-08, заводской номер – №37009;

3. Термопреобразователь с унифицированным выходным сигналом Метран-270, модель ТСПУ Метран 276, номер в государственном реестре 21968-06, заводской номер – №759237.

4. Датчик давления Метран-55, номер в государственном реестре 18375-08, заводской номер – №864515.

6.1 Счетчик газа «DYMETIC-9423»

Назначение и область применения

Счетчики газа «DYMETIC-9423» (далее — счетчики) предназначены для измерения объема и расхода газа на промышленных объектах различных отраслей промышленности и объектах коммунально-бытового назначения как автономно, так и в составе газораспределительных блоков и пунктов, а также для контроля режимных параметров газа (расход, температура и абсолютное или избыточное давление).

Область применения – системы коммерческого и технологического учёта природного, нефтяного и других видов газа на промышленных объектах различных отраслей промышленности и объектах коммунально-бытового назначения.

Климатическое исполнение — УХЛ 3.1 по ГОСТ 15150-69, но для температуры окружающего воздуха от минус 45 до + 50 °С.

Описание

Принцип действия счетчика основан на измерении объема, расхода, температуры и давления газа при рабочих условиях и последующем вычислении по этим параметрам, с использованием уравнения состояния газа, объема и расхода, приведенных к стандартным условиям (далее – СУ), на основании известных зависимостей (например, для природного газа – в соответствии с ГОСТ 3031 9.2-96, для нефтяного – ГСССД МР 113-03).

В состав счетчика входят:

- датчик расхода газа семейства «DYMETIC» («DYMETIC-1222», «DYMETIC-1223» и др.) (далее – датчик расхода) с кодовым (цифровой последовательный интерфейс RS232C вида «совмещенная токовая петля») или частотным (числоимпульсным) выходным сигналом частотой от 5 до 1000 Гц при длительности импульса не менее 0,0003 с;

- преобразователь (датчик) давления (абсолютного или избыточного) с токовым (4...20) мА выходным сигналом;

- преобразователь (датчик) температуры с токовым (4...20) мА или резистивным выходным сигналом, имеющим номинальное сопротивление термометра сопротивления R_0 100 или 500 Pt и 100 или 500 П по ГОСТ Р 8.625-2006;

- устройство микровычислительное «DYMETIC-5123» или прибор вторичный теплоэнергоконтроллер «ИМ 2300» или «ИМ 2315» (далее – вычислитель).

Счетчик выполняет функции контроля, тестирования, измерения, преобразования, отображения и передачи измерительной информации, аналогичные функциям прототипа – счетчика газа вихревого «DYMETIC-9421».

Основные технические и метрологические характеристики

Счетчик выполняет следующие функции:

а) измерение и преобразование в показания дисплея расхода и объема газа при рабочих условиях (далее — РУ);

б) вычисление и вывод на дисплей объема и расхода газа, приведенных к СУ;

в) измерение и преобразование в показания дисплея избыточного или абсолютного давления (в зависимости от типа используемого датчика давления) и температуры газа;

г) кодовая защита от несанкционированного доступа к установочным и градуировочным данным;

д) сигнализация сбоя в работе со светодиодной индикацией выхода за пределы диапазонов расхода, давления и температуры;

е) вывод на дисплей журнала событий, происшедших за отчетный промежуток времени;

ж) вывод на дисплей архивных данных по выбранному пользователем каналу измерения:

- часовые данные за период до двух месяцев;

- суточные данные за период до одного года;

- месячные данные за период до десяти лет;

и) автоматическое тестирование технического состояния счетчика при включении питания и перезапуске;

к) измерение и отображение на дисплее суммарного времени включенного состояния счетчика и времени работы в режиме;

л) сохранение накопленной информации в течение всего срока службы, в том числе и при перерывах в электроснабжении;

м) передача информации по а), б), в) и ж) через интерфейсы RS232C или RS485 на принтер или компьютер.

Измеряемая среда – горючие газы (нефтяной газ, природный газ, этан, метан, этилен и др.) и кислород и негорючие газы (аммиак, воздух, азот, оксид углерода, диоксид углерода, аргон и др.) температурой от минус 40 до

+ 150 °C³ при абсолютном давлении от 0,08 до 10 МПа. Измеряемая среда и ее параметры для конкретного счетчика указываются при заказе.

Диапазон измеряемых расходов определяется типоразмерами подключаемых датчиков расхода и находится в пределах от 0,25 до 300000 м³/ч. Каждый из поддиапазонов имеет отношение наибольшего расхода Q_{\max} к наименьшему Q_{\min} от 40 до 200 (в зависимости от исполнения).

Диапазон измеряемых давлений определяется типоразмерами подключаемых датчиков давления и находится в пределах абсолютных давлений от 0,08 до 10 МПа. Каждый из поддиапазонов соответствует условию $P_{\max}/P_{\min}^a \leq 3$. Здесь P_{\max} и P_{\min}^a наибольшее и наименьшее абсолютное давление.

Диапазон измеряемых температур находится в пределах от минус 40 до +150 °C.

Пределы допускаемой относительной погрешности счетчика при измерении объема, приведенного к СУ, определяются классами точности применяемых в составе счетчика средств измерений и выбираются из ряда: 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 5,0; 6,0 %. При этом:

пределы допускаемой относительной погрешности счетчика при измерении объема в рабочих условиях:

$$\delta_V = \pm \sqrt{\delta_{dV}^2 + \delta_{aV}^2}$$

где δ_{dV} – пределы допускаемой относительной погрешности датчика расхода при измерении объема в РУ из ряда: $\pm 1,0$; $\pm 1,5$; $\pm 2,5$ %;

δ_{bV} – пределы допускаемой относительной погрешности вычислителя при преобразовании сигналов датчика расхода в показания объема на дисплее вычислителя;

пределы допускаемой относительной погрешности счетчика на базе датчика расхода с частотными выходными сигналами (далее – счетчик 9423-Ч) при измерении объема, приведенного к СУ, δ_{CV} , %:

- при использовании токовых датчиков давления и температуры:

³ – +60 °C – для горючих газов

$$\delta_V^{\bar{n}\delta} = \pm \sqrt{\delta_{dV}^2 + 0,596 \cdot \gamma_T^2 + 9 \cdot \gamma_P^2 + 0,318},$$

- при использовании токового датчика давления и резистивного датчика температуры:

$$\delta_V^{\bar{n}\delta} = \pm \sqrt{\delta_{dV}^2 + 9 \cdot \gamma_P^2 + 0,697},$$

где γ_T , γ_P – пределы допускаемой приведенной погрешности датчиков температуры и давления;

пределы допускаемой относительной погрешности счетчика на базе датчика расхода с кодовыми выходными сигналами (далее — счетчик 9423-К) при измерении приведенного к СУ объема δ_{V1}^{CY} , %:

$$\delta_{V1}^{\bar{n}\delta} = \pm \sqrt{\delta_{dV}^2 + 0,956}$$

Пределы допускаемой приведенной погрешности счетчика при измерении давления, %:

$$\text{- для счетчика 9423-Ч: } \gamma_P^{\bar{n}\delta} = \pm \sqrt{\gamma_D^2 + 0,0225};$$

$$\text{- для счетчика 9423-К: } \gamma_{P1}^{\bar{n}\delta} = \pm \sqrt{100 \cdot \Delta_{D1} / D_{\min}^2 + 0,01};$$

где Δ_{P1} – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения давления счетчиком 9423-К.

Пределы допускаемой погрешности счетчика 9423-Ч при измерении температуры:

$$\text{- токовым датчиком (приведенная погрешность): } \gamma_T^{\delta i \delta} = \pm \sqrt{\gamma_D^2 + 0,0225} \%;$$

- резистивном датчиком (абсолютная погрешность:

$$\Delta_T^{\delta \bar{m}} = \pm \sqrt{\Delta_D^2 + 0,0225} \text{ } ^\circ\text{C};$$

где Δ_T – пределы допускаемой абсолютной погрешности датчика температуры, $^\circ\text{C}$.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности счетчика 9423-К при измерении температуры:

$$\Delta_T^{i \bar{A}} = \pm \sqrt{\Delta_{D1}^2 + 0,04} \text{ } ^\circ\text{C};$$

где Δ_{T1} – пределы допускаемой абсолютной погрешности датчика «DYMETIC -1223-M», °C.

Пределы допускаемой относительной погрешности измерения времени $\pm 0,01$ %.

Срок службы не менее 10 лет.

Межповерочный интервал 3 года.

6.2 Датчик расхода газа ультразвуковой корреляционный «DYMETIC-1223-K»

Назначение и область применения

Датчики расхода газа ультразвуковые корреляционные «DYMETIC-1223» (далее - датчики) предназначены для измерения и преобразования в электрический сигнал объемного расхода газа при рабочих условиях и могут работать в комплекте с микровычислительными устройствами семейства «DYMETIC», теплоэнергоконтроллерами семейства «ИМ 2300» (далее - вычислители) или с измерительными системами, воспринимающими кодовые сигналы установленного формата и частотные сигналы в виде коммутируемого ключа (открытый коллектор).

Область применения - системы коммерческого и технологического учета природного, нефтяного и других видов газа на промышленных объектах различных отраслей промышленности и объектах коммунально-бытового назначения .

Вид климатического исполнения датчиков - УХЛ.3.1 по ГОСТ 15150-69, но для температуры окружающего воздуха от минус 45 до + 50 °C.

Описание

Принцип действия датчика основан на преобразовании скорости потока газа в рабочих условиях одной или двумя парами акустических преобразователей датчика (далее - ПА) в электрический сигнал, который детектируется, усиливается, фильтруется и масштабируется

микропроцессорным устройством для вычисления объемного расхода газа и выдачи нормированного выходного сигнала.

Измеряемая среда - горючие газы (природный и нефтяной газ, этан, метан, этилен, аммиак и др.), кислород и негорючие газы (воздух, азот, оксид и диоксид углерода, аргон и др.) температурой от минус 40 до + 60 °С (+ 150 °С - для негорючих газов) при абсолютном рабочем давлении от 0,08 до 10,0 МПа.

Датчик состоит из двух или четырех (в зависимости от модификации и значения допускаемой погрешности) преобразователей акустических (далее - ПА) и преобразователя нормирующего передающего (далее - ПНП).

Конструктивно датчик имеет четыре модификации, отличающиеся способами формирования выходных сигналов, классами точности (методами градуировки и поверки) и диапазонами условных проходов (далее - D_y) и условных давлений (далее - P_y):

«DYMETIC-1223-T», частотный выход, классы точности 1,0 и 1,5; D_y от 25 до 300 мм, P_y от 1,6 до 4,0 МПа;

«DYMETIC-1223-K», частотный выход, классы точности 1,5 и 2,5; D_y от 100 до 1200 мм, P_y от 1,6 до 4,0 МПа;

«DYMETIC-1223-B», частотный выход, классы точности 1,0 и 1,5; D_y от 20 до 150 мм, P_y от 1,6 до 10,0 МПа;

«DYMETIC-1223-M», кодовый выход, классы точности 1,0 и 1,5; D_y от 20 до 150 мм, P_y от 0,1 до 2,5 МПа, имеются встроенные преобразователи (датчики) давления и температуры.

В зависимости от способа градуировки и поверки датчики имеют два исполнения по величине допускаемой относительной погрешности измерения расхода:

«DYMETIC-1223-1,0» (класс точности 1,0) или «DYMETIC-1223-1,5» - при градуировке и поверке по рабочим эталонам расхода;

«DYMETIC-1223-2,5» (класс точности 2,5) - при градуировке и поверке имитационным методом с помощью калибратора времени транспортного запаздывания «DYMETIC-1222И» (далее - калибратор).

Основные технические характеристики

Расходные параметры датчика представлены в таблице 1.

Обозначение датчика	D _y	Эксплуатационный расход, м ³ /ч		
		Наименьший, Q _{min}	переходный, Q _t	наибольший, Q _{max}
DYMETIC-1223-K-100-900	100	15	36	900

Основные характеристики представлены в таблице 2.

Наименование характеристики	Значение параметра
Диапазон условных избыточных давлений: - для датчиков «DYMETIC-1223-K(T)»	1,6; 2,5; 4,0 МПа
Диапазон рабочих температур: - для датчиков «DYMETIC-1223-K(T)»	от минус 40 до + 60 °С
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода Q в диапазоне расходов Q _t ≤ Q ≤ Q _{max} , %: - для датчиков «OUMETIC-1223-K»	± 1,5 или ± 2,5 %
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода Q в диапазоне расходов Q _{min} ≤ Q ≤ Q _t , %: - для датчиков «OUMETIC-1223-K-2,5» - для датчиков «OUMETIC-1223-K-1,5»	± (0,1·Q _{max} /Q) ± (0,14·Q _{max} /Q - 2)
Условия эксплуатации: температура окружающего воздуха	от минус 45 до + 50 °С

относительная влажность окружающего воздуха	до 100 %
Наработка на отказ, не менее	50000 ч
Средний срок службы, не менее	10 лет
Межповерочный интервал	3 года

6.3 Устройство микровычислительное «ДУМЕТ1С-5123»

Назначение и область применения

Устройство микровычислительное «ДУМЕТ1С-5123» (далее – вычислитель) предназначено для измерения, вычисления, преобразования в показания отсчетного устройства (далее - дисплей), архивирования и передачи на приемное устройство верхнего уровня (далее компьютер) или на цифropечатающее устройство (далее - принтер) объема, расхода, температуры и давления газа, прошедшего через датчик расхода газа, снабженный преобразователями (датчиками) давления и температуры, вместе составляющими счетчик газа.

Область применения – системы коммерческого и технологического учета природного, нефтяного и других видов газа на промышленных объектах различных отраслей промышленности и объектах коммунально-бытового назначения.

Вид климатического исполнения вычислителя – УХЛ4.2 по ГОСТ 15150-69, но для температуры окружающего воздуха от + 5 до + 50°С.

Описание

Принцип действия вычислителя основан на преобразовании сигналов, поступающих от датчиков расхода, давления и температуры, в показания дисплея с последующим вычислением, на основании известных зависимостей, объема и расхода газа, приведенного к стандартным условиям (например, для природного газа - в соответствии с требованиями ГОСТ 30319.2–96, для нефтяного – ГСССД МР 113–03). Значения условно-постоянных параметров, используемых при расчетах, и время их ввода и изменения в процессе эксплуатации регистрируются вычислителем.

Вычислитель состоит из собственно вычислителя, комплекта монтажных частей для его установки и одного или двух (определяется заказом) преобразователей тока в частоту «DYMETIC-6261» (далее - преобразователь 6261).

Вычислитель имеет два исполнения по типу и количеству входных сигналов:

«DYMETIC-5123.1» (далее - вычислитель 5123.1): три частотных и один резистивный входной сигнал;

«DYMETIC-5123.2» (далее - вычислитель 5123.2): один кодовый входной сигнал.

На первый вход поступает информация о расходе и объеме газа от датчика расхода газа с частотными или числоимпульсными выходными сигналами с «ценой» импульса от $1 \cdot 10^{-6}$ до 1000 л, диапазон частот которых должен находиться в пределах от 0,1 до 1000 Гц длительностью импульсов не менее $3 \cdot 10^4$ с. В качестве таких датчиков должны могут использоваться датчики расхода газа «DYMETIC-1222», «DYMETIC-1223» или аналогичные (далее - датчики расхода). Диапазоны измеряемых расходов определяются типоразмерами подключаемых датчиков расхода.

На второй вход поступает информация о давлении газа от преобразователя (датчика) давления с токовым выходным сигналом (4...20) мА (далее - датчик давления). В качестве датчика давления могут применяться любые датчики избыточного и абсолютного давления.

Диапазоны измеряемых давлений определяются типоразмерами подключаемых датчиков давления.

На третий вход поступает информация о температуре газа от преобразователя (датчика) температуры (далее - датчик температуры) с токовым (4...20) мА выходным сигналом.

На дополнительный вход поступает информация о температуре от датчика температуры с резистивным выходным сигналом. В качестве такого датчика могут применяться термометры сопротивления типа 100 (500) П или

100 (500) Pt по ГОСТ Р 8.625-2006 с четырёхпроводной линией связи. Использование этого входа определяется заказом и предусматривается взамен третьего входа (измерение температуры). Диапазон измеряемых температур определяется типоразмером подключаемого датчика температуры.

Основные технические и метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение параметра
Диапазон измеряемых расходов, м ³ /ч	от 0,001 до 999999
Диапазон измеряемых давлений, кПа	от 0 до 9999
Диапазон измеряемых температур, °С	от -99 до +660
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислителя 5123.1 при преобразовании числоимпульсных сигналов в показания объема на дисплее вычислителя %	± 0,01
Пределы допускаемой приведенной погрешности вычислителя 5123.1 при преобразовании числоимпульсных сигналов в показания расхода на дисплее вычислителя, %	± 0,05
Пределы допускаемой абсолютной погрешности вычислителя 5123.1 при преобразовании резистивных сигналов в показания температуры на дисплее вычислителя, °С	± 0,15
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислителя 5123.1 при преобразовании токовых сигналов в показания давления и температуры на дисплее вычислителя, %	± 0,15
Пределы допускаемой относительной погрешности вычисления объема, приведенного к стандартным условиям, %	± 0,1
Пределы допускаемой приведенной погрешности вычисления расхода, приведенного к стандартным условиям, %	± 0,1
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения времени, %	± 0,01
Условия эксплуатации: температура окружающего воздуха, °С	от +5 до +50
относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80
Наработка на отказ, ч , не менее	50 000
Средний срок службы, лет, не менее	12
Межповерочный интервал	3 года

Экспериментальная информация

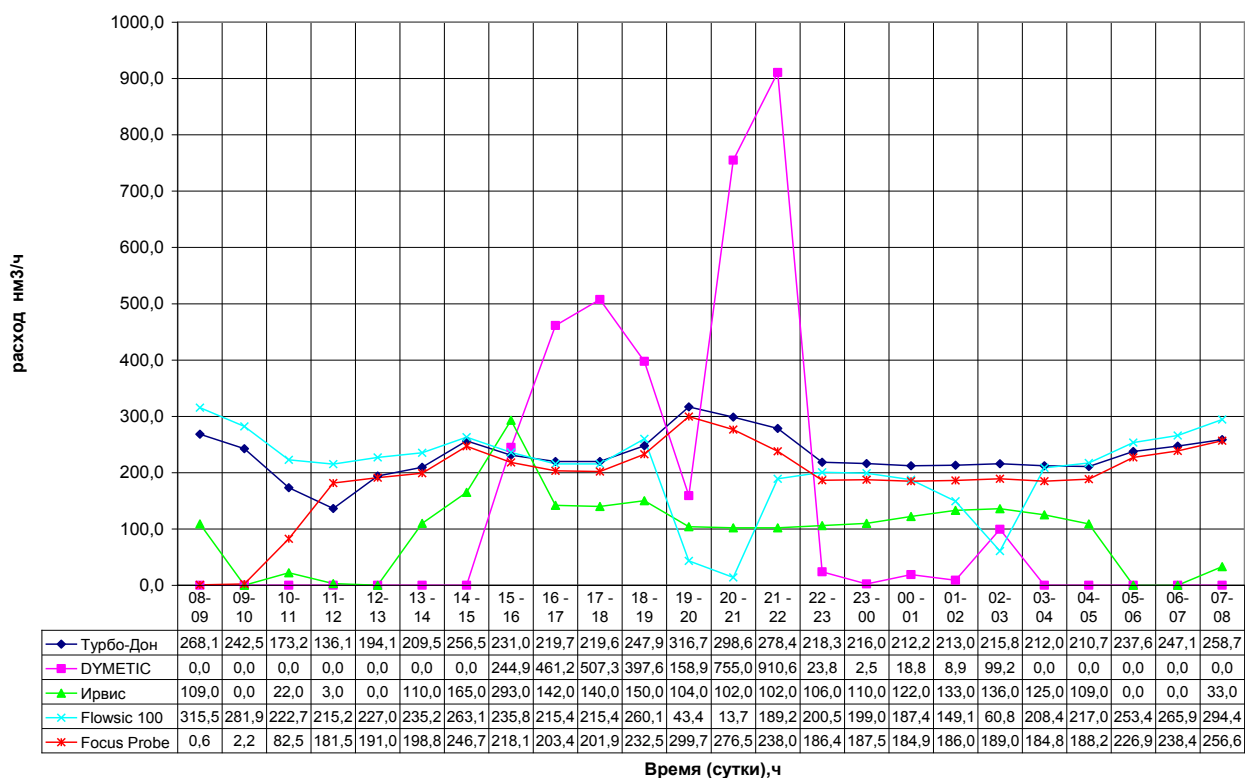
Общая информация

Перед испытаниями была осуществлена пробная эксплуатация измерительной линии. В ходе работы обнаружилось следующее.

1. При эксплуатации без теплоизоляции трубопроводов на внутренних стенках трубы появились отложения гидрата толщиной до 1,5 см, существенно уменьшающие проходное сечение трубопровода. Данное обстоятельство свидетельствует о большом влагосодержании попутного нефтяного газа и неудовлетворительной работе сепаратора. Результаты измерений всех без исключения счетчиков в таких условиях нельзя считать достоверными.

Табл.1

Расход нм3/ч за 11.02.10



2. После монтажа теплоизоляции отложения гидрата не образовывались, однако отмечено наличие капельной жидкости на внутренних поверхностях трубопровода и расходомеров.



3. Результаты измерений представленные для статистического анализа, полученные после наложения теплоизоляции и при строгом соблюдении режима (уровня) работы сепаратора, признаны достоверными.

Табл. 2

Расход нм3/ч за 20.02.10



Анализ экспериментальных данных

Определение среднего значения расхода газа

Общая информация

Из исходных данных были исключены часовые значения, содержащие нештатные ситуации или проработавшие меньше 1 часа. Общее число точек представленных для анализа составило 801.

Анализ данных на наличие выбросов

Для анализа данных на наличие выбросов применялся критерий Граббса [1].

Проверка проводилась на наличие одного выброса – наибольшего и наименьшего значения.

Для каждого часового значения вычислялась статистика Граббса G по формуле:

$$G_p = q_{\max} - \bar{q}_c / s \qquad G_1 = \bar{q}_c - q_{\min} / s$$

где $\bar{q}_c = \frac{\sum_{i=1}^n q_{ci}}{n}$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (q_{ci} - \bar{q}_c)^2}$$

В случае, если значение тестовой статистики меньше (или равно) 5%-ного критического значения, тестируемая позиция считается корректной.

В случае, если значение тестовой статистики больше 5%-ного критического значения и меньше 1%-ного критического значения, тестируемую позицию называют квазивыбросом.

В случае, если значение тестовой статистики больше 1%-ного критического значения, тестируемую позицию называют выбросом.

Критические значения для критерия Граббса для 5 измерений равны:

Свыше 1% – 1,764

Свыше 5% – 1,715

Результаты проверки показали следующее:

Наименование расходомера	Кол-во выбросов	Кол-во квазивыбросов
Turbo Flow TFG	2	1
DYMETIC	0	0
ИРВИС РС4	137	10
FLAWSIC 100	2	7
FOCUS Probe	0	3

Значительное количество выбросов в результатах измерений расходомера ИРВИС связано не с неисправностью прибора, а с малыми расходами и соответственно выходом за допустимые пределы по числу Re.

Часовые объемы, признанные выбросами и квазивыбросами, были исключены из дальнейшего определения среднего значения. Среднее рассчитывалось по оставшимся точкам.

Расчет средних значений расхода газа

Среднее значение объемного расхода, приведенного к стандартным условиям для j-го часа, рассчитывается по формуле:

$$\overline{q_{cj}} = \frac{\sum_{i=1}^n q_{cji}}{n}$$

где q_{cji} – значения объемного расхода, приведенные к стандартным условиям, получаемые с расходомеров, за j-ый час;

n – количество точек усреднения, (для данного исследования обычно n=5); при наличии выбросов n=5-k, где k кол-во выбросов в j-ом часу.

Среднее значение объема, приведенного к стандартным условиям, рассчитывается по формуле:

$$\overline{Q_c} = \sum_{j=1}^{801} \overline{q_{cj}}$$

$$\overline{Q_c} = 149962,1 \text{ м}^3.$$

Оценка неопределенности среднего значения

1. Оценка неопределенности по типу А.

Оценка неопределенности, обусловленная разбросом измеренных значений.

Оценка стандартной неопределенности по типу А, среднего значения определяется по формуле [2]:

$$u_A = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (Q_{ci} - \overline{Q_c})^2}$$

$$u_A = 1867,4 \text{ нм}^3/\text{ч}$$

2. Оценка неопределенности по типу В.

Оценка неопределенности, обусловленная погрешностью средств измерений и рассчитанная на основе метрологических характеристик средств измерений.

Границы внутри которых лежит значение объема для каждого расходомера

№ п/п	Наименование расходомера	Относительная погрешность *, δ_i %	Граница, $b_i = \delta_i q_{ci} / 100$, нм ³ /ч
1	Turbo Flow TFG	± 1	± 1476,5
2	DYMETIC	± 3	± 4199,8
3	ИРВИС РС4	± 1,9	± 2735,4
4	FLAWSIC 100	± 2,3	± 3434,9
5	FOCUS Probe	± 2,8	± 3934,1

Оценка стандартной неопределенности по типу В среднего значения (принимается нормальный закон распределения, $k=2$), определяется по формуле [2]:

$$u_B = \frac{b_i}{2}$$

$$u_{B1} = 738,3 \text{ нм}^3/\text{ч}$$

* Расчет относительной погрешности объема, приведенного к стандартным условиям см. ниже.

$$u_{B2} = 2099,9 \text{ нм}^3/\text{ч}$$

$$u_{B3} = 1367,7 \text{ нм}^3/\text{ч}$$

$$u_{B4} = 1717,5 \text{ нм}^3/\text{ч}$$

$$u_{B5} = 1967 \text{ нм}^3/\text{ч}$$

3. Вычисление суммарной стандартной неопределенности.

Суммарную стандартную неопределенность u_C вычисляют по формуле [2]:

$$u_C = \sqrt{u_A^2 + \sum_{i=1}^n (u_{Bi})^2}$$

$$u_C = 4139 \text{ нм}^3/\text{ч}$$

Относительная неопределенность вычисляется по формуле:

$$u_C^{\%} = \frac{u_C}{Q_c} \cdot 100\%$$

$$u_C^{\%} = 2,87 \%$$

Расширенная неопределенность рассчитывается по формуле [2]:

$$U = k \cdot u_C^{\%}$$

где k – коэффициент охвата, принимается равным двум, делается предположение о нормальности закона распределения.

$$U = 5,7 \%$$

Алгоритм общего анализа работы расходомера.

Из данного анализа не были исключены выбросы, т.к. в реальных условиях эксплуатации (при работе только одного расходомера) невозможно исключить выбросы. Поэтому учитывались данные всех расходомеров за все время работы.

Значение накопленного объема расходомера, за k часов ($1 \leq k \leq 801$), рассчитывается по формуле:

$$Q_{\bar{n}k} = \sum_{i=1}^k q_{ci}$$

где q_{ci} – значение объемного расхода, приведенное к стандартным условиям и получаемое с расходомера, за i -ый час.

Отклонение значений накопленного объема расходомера, за k часов от среднего значения, рассчитывается по формуле:

$$\delta_k = \frac{Q_{ck} - \bar{Q}_c}{\bar{Q}_c} \cdot 100\%$$

Значения объема, приведенного к стандартным условиям, на конец периода испытаний:

Наименование расходомера	Значение объема, приведенного к стандартным условиям, $\text{нм}^3/\text{ч}$
Turbo Flow TFG	154033,6
Среднее	149962,1

Анализ работы расходомера Turbo Flow TFG

Наименование расходомера	Значение объема, нм ³ /ч	Среднее, нм ³ /ч	Отклонение на конец испытаний (k=801), δ
Turbo Flow TFG	154033,6	149962,1	2,7

На рис.1 представлен график отклонения значения объема, определенного расходомером Turbo Flow TFG от среднего значения, в зависимости от количества часов накопления k. На рис. 2 представлен график отклонения значения часового объемного расхода, определенного расходомером Turbo Flow TFG от среднего значения.

Пределы относительной погрешности при измерении расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, заявляемые производителем, не превышают $\pm 1\%$.

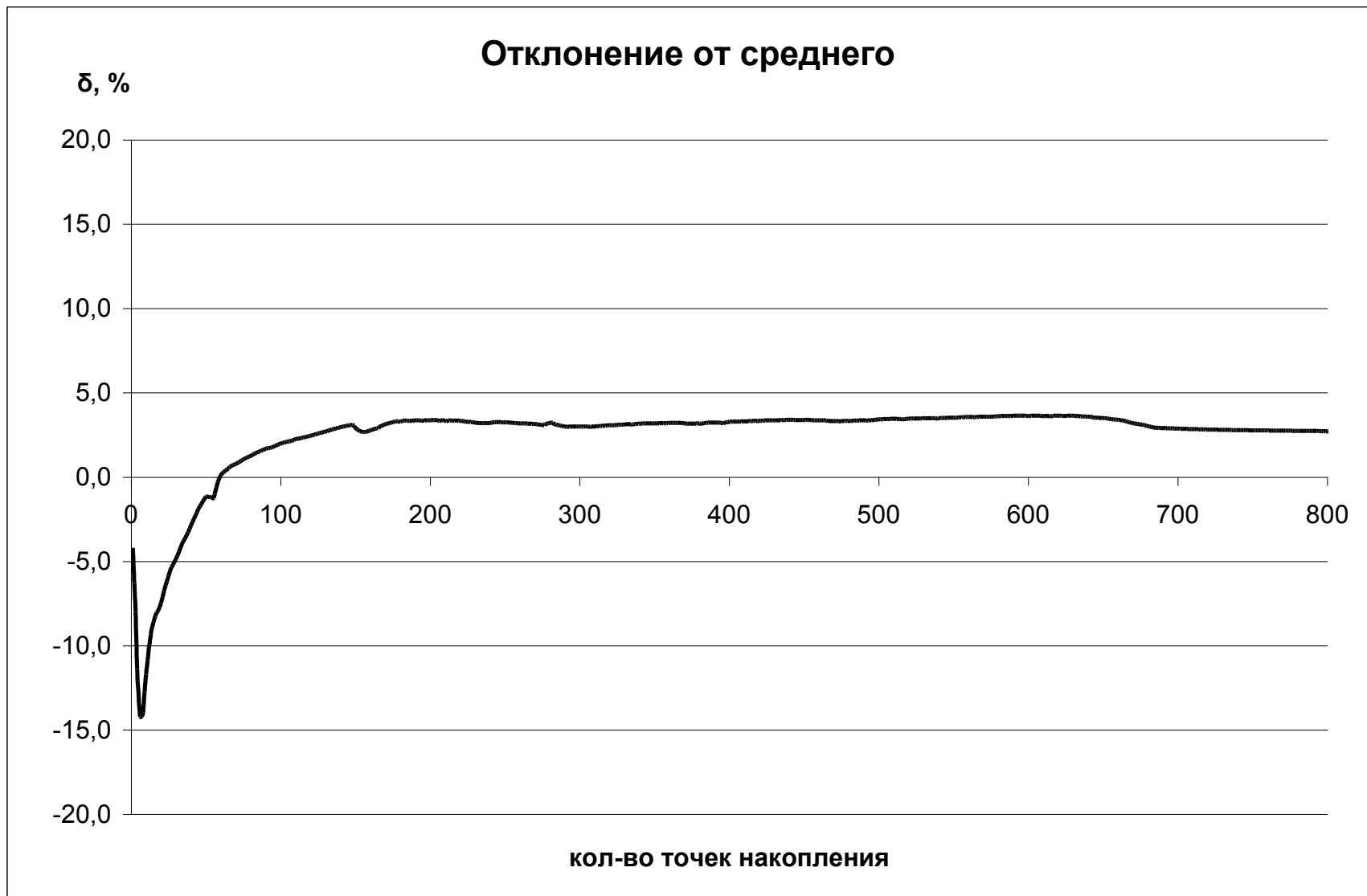


Рис .1 Turbo Flow TFG

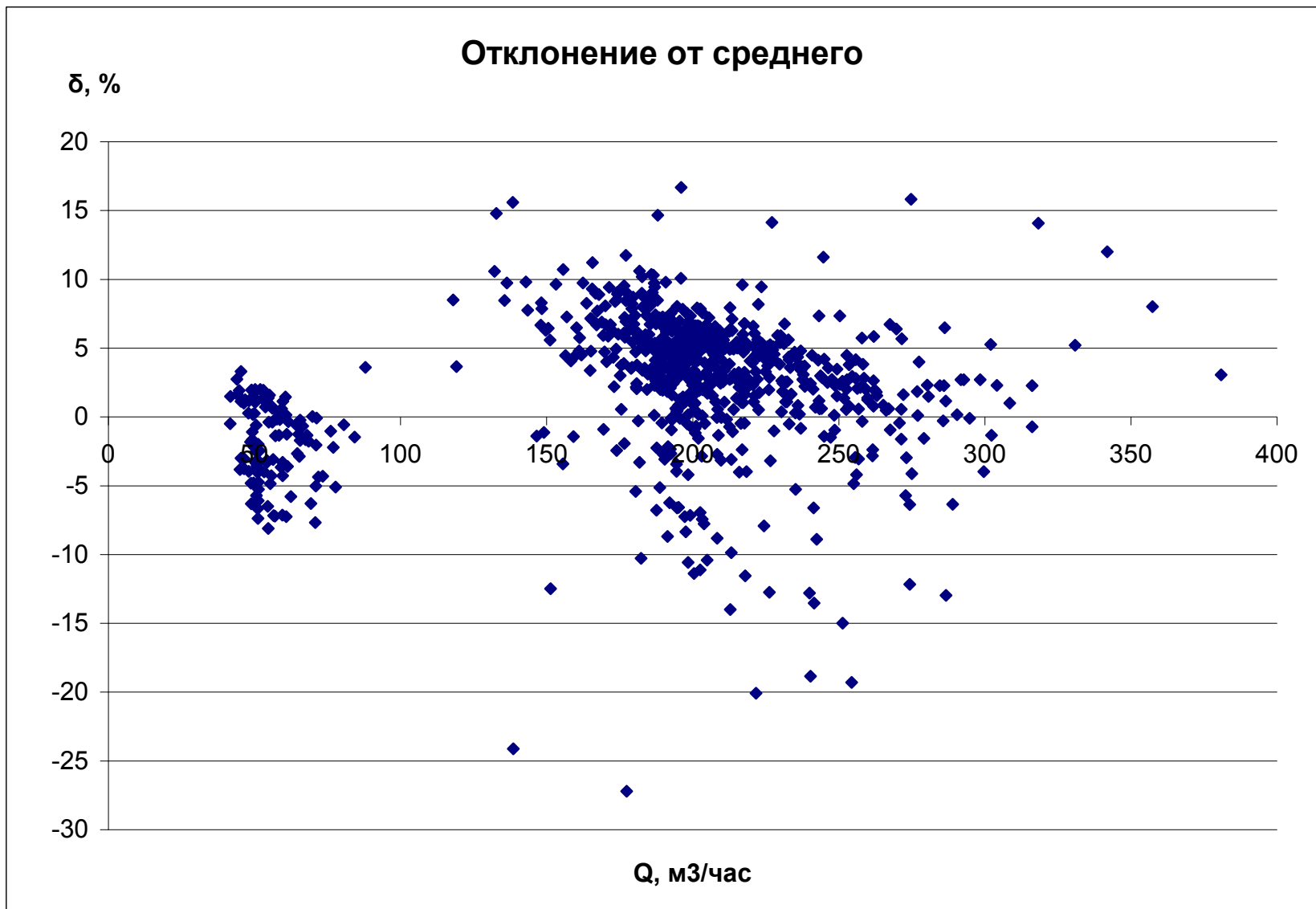


Рис. 2

Общие результаты

Несмотря на сложные условия эксплуатации в период испытаний счетчиков - расходомеров газа на УПСВ Гражданская, можно констатировать, что в результате принятых технологических мер и теплоизоляции измерительной линии все представленные на испытания приборы подтвердили свою работоспособность. Погрешность измерения (расходомеров: Turbo Flow TFG; DYMETIC; ИРВИС РС4; FOCUS Probe; FLOWSIC 100) объема свободного нефтяного газа, от вычисленного среднего значения, лежит в диапазоне плюс-минус 5%,.

Из анализа приведенных графиков видно, что для вхождения измеренных значений объема в диапазон $\pm 5\%$, в соответствии с ГОСТ 8.615-2005 [3], необходимо не менее 100 точек (часов) накопления объема. Это очень важный с точки зрения организации достоверного учета результат, который говорит о том, что при взаимных расчетах или при установлении фактов превышения выбросов необходимо использовать значения объемов, накопленные минимум за пять суток.

Рекомендации по результатам испытаний счетчиков-расходомеров газа.

1. Монтаж оборудования расходомерных комплексов производить в строгом соответствии с требованиями производителей средств измерений.

- Отличие внутренних диаметров расходомера и трубопровода, а также их несоосность не должны превышать допускаемых значений. Длина прямых участков до и после расходомера должна соответствовать техническим требованиям изготовителя. В связи с этим, рекомендуется использовать прямые участки заводского изготовления, поставляемые комплектно с расходомером.
- При выборе мест установки расходомеров на трубопроводах следует избегать низких участков, где возможен отстой конденсата. Обеспечивать доступ для технического обслуживания.
- Для выполнения установки зондовых расходомеров в расчетную точку измерения на трубопроводе с требуемой точностью и последующего внесения внутреннего диаметра трубы и других параметров в вычислитель необходима высокая квалификация специалистов монтажной организации с наличием полного комплекта мерительного инструмента и приспособлений.
- При монтаже первичных преобразователей расходомеров врезного типа на трубопровод необходимо обеспечить выполнение требований изготовителя с контролем отклонений от заданных значений, а также произвести дополнительные измерения после монтажа и внести измеренные параметры в расчетную часть вычислителя. Обязательным условием являются высокая квалификация сварщиков и наладчиков, обеспеченных специальной оснасткой и средствами измерений.
- Настройка программируемой части вычислителя на конкретные параметры измеряемого газа (компонентный состав, плотность, сжимаемость) и метод вычисления расхода требует высокой квалификации и специальной подготовки исполнителей.

2. Обязательные требования к степени подготовки попутного нефтяного газа для получения достоверных результатов измерений и безотказной работы расходомеров.

- Температура газа не ниже температуры отложений гидратов.
- Температура газа не ниже температуры образования капель жидкости тяжелых углеводородов C_6+ высшие.
- Отсутствие в газе механических примесей, смол и парафинов.
- Отсутствие влаги в газе или её минимальное присутствие.
 - Повышенное влагосодержание попутного нефтяного газа приводит к изменению показаний расходомеров:

3. Для расходомеров, метрологические характеристики которых зависят от скорости измеряемого потока, рекомендуется обеспечивать наибольшую допустимую скорость потока в измерительном трубопроводе.

Недостатки Расходомера Turbo Flow TFG-S. Ду 50-1300, Ру - до 10,0 МПа

Первичная и периодическая поверки осуществляются только на заводе-изготовителе, межповерочный интервал составляет 2 года. Заводская поверочная установка функционирует на сухом природном газе.

Список использованной литературы

1. ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений».

2. РМГ 43-2001 «ГСОЕИ. Применение «Руководства по выражению неопределенностей измерений».

3. ГОСТ 8.615-2005 «ГСОЕИ. Измерения количества извлекаемой из недр нефти и нефтяного газа. Общие метрологические и технические требования»

