



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2014102351/28, 27.06.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
27.06.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.06.2011

(43) Дата публикации заявки: 10.08.2015 Бюл. № 22

(45) Опубликовано: 20.12.2015 Бюл. № 35

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: US 2006287839 A1, 21.12.2006. US  
2004200259 A1, 14.10.2004. US 2005119845 A1,  
02.06.2005. WO 2011019345 A1, 17.02.2011.

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 27.01.2014

(86) Заявка РСТ:  
US 2011/042032 (27.06.2011)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2013/002759 (03.01.2013)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры"

(72) Автор(ы):

**ПЭТТЕН Эндрю Тимоти (US),  
ХЕЙС Пол Дж. (US),  
ЛЕЙН Стефани А. (US)**

(73) Патентообладатель(и):

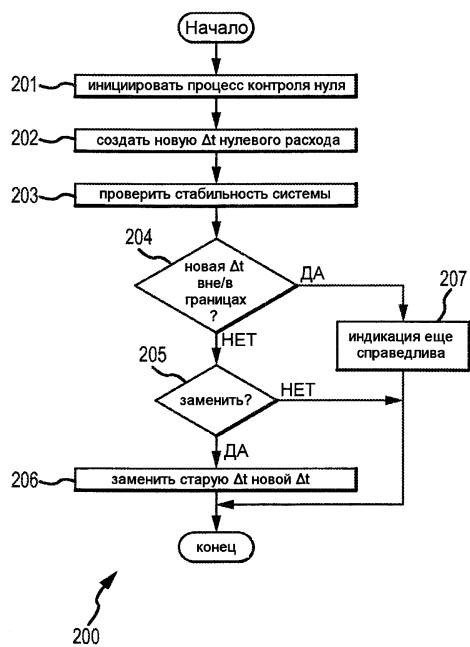
**МАЙКРО МОУШН, ИНК. (US)**

**(54) ВИБРАЦИОННЫЙ РАСХОДОМЕР И СПОСОБ КОНТРОЛЯ НУЛЯ**

(57) Реферат:

Предоставляется вибрационный расходомер (5, 300). Вибрационный расходомер (5, 300) включает в себя сборку (10, 310) расходомера, включающую в себя, по меньшей мере, два вибрационных датчика (170L и 170R, 303 и 305), которые создают, по меньшей мере, два вибрационных сигнала, и измерительную электронику (20, 320), которая принимает, по меньшей мере, два вибрационных сигнала, создает новую временную разность ( $\Delta t$ ), используя многократные измерения временной разности,

полученные для текущего материала, и определяет, находится ли новая временная разность ( $\Delta t$ ) в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ). Причем измерительная электроника (20, 320) сконфигурирована для определения, стабильны ли по существу измерения временной разности. Технический результат - повышение точности за счет исключения некорректного обнуления измерителя. 2 н. и 16 з.п. ф-лы, 3 ил.



ФИГ. 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2014102351/28, 27.06.2011

(24) Effective date for property rights:  
27.06.2011

Priority:

(22) Date of filing: 27.06.2011

(43) Application published: 10.08.2015 Bull. № 22

(45) Date of publication: 20.12.2015 Bull. № 35

(85) Commencement of national phase: 27.01.2014

(86) PCT application:  
US 2011/042032 (27.06.2011)

(87) PCT publication:  
WO 2013/002759 (03.01.2013)

Mail address:

129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,  
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):

PEhTTEN Ehndrju Timoti (US),  
KhEJS Pol Dzh. (US),  
LEJN Stefani A. (US)

(73) Proprietor(s):

MAJKRO MOUShN, INK. (US)

(54) **OSCILLATORY FLOW RATE METER AND METHOD OF ZERO CONTROL**

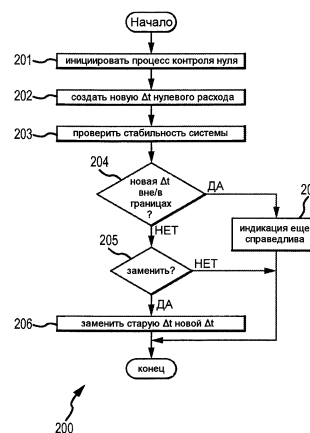
(57) Abstract:

FIELD: instrumentation.

SUBSTANCE: invention discloses the oscillatory flow rate meter (5, 300). The latter comprises the assembly (10, 310) of flow rate meter. Said assembly incorporates at least two said transducers (170L and 170R, 303 and 305) to generate at least two oscillation signals. Besides, it includes measuring electronic hardware (20, 320) to receive at least two oscillation signals to create a new time difference ( $\Delta t$ ). Multiple measurements of time difference obtained for current material are used to define if the new time difference ( $\Delta t$ ) stays within the limits of preset boundaries of the old time difference ( $\Delta t_0$ ). Note here that said measurement electronic hardware (20, 320) is configured to define if the time difference measurements are, in fact, the stable measurements.

EFFECT: higher accuracy due to ruled out incorrect reset of the measurements.

18 cl, 3 dwg



ФИГ. 2

## Уровень техники

## 1. Область техники

Настоящее изобретение относится к вибрационному расходомеру и способу контроля нуля.

## 2. Постановка задачи

Вибрационные трубопроводные датчики, например массовые расходомеры Кориолиса и вибрационные денситометры, обычно функционируют посредством регистрации перемещения колеблющегося трубопровода, который содержит текущий материал. Свойства, связанные с материалом в трубопроводе, например массовый расход, плотность и т.п., могут быть определены обработкой измерительных сигналов, принятых от преобразователей перемещения, связанных с трубопроводом. Колебательные моды колеблющейся и заполненной материалом системы обычно определяются суммарной массой, жесткостью и параметрами демпфирования самого трубопровода и содержащегося в нем материала.

Типичный расходомер Кориолиса включает в себя один или несколько трубопроводов, которые соединяются в линейную магистраль или другую транспортную систему и транспортируют в системе материал, например флюиды, шламы, эмульсии и т.п. Каждый трубопровод можно рассматривать как систему, имеющую набор собственных колебательных мод, включая в себя, например, простые изгибные, крутильные, радиальные и связанные моды. В типичном приложении метода Кориолиса для измерений массового расхода трубопровод возбуждается на одной или нескольких колебательных модах, когда материал течет через трубопровод и смещение трубопровода регистрируется в точках, разнесенных вдоль трубопровода. Возбуждение обычно обеспечивается приводом, например электромеханическим устройством, таким как индукционный привод, работающий на звуковых частотах, который периодически возмущает трубопровод. Массовый расход может быть определен по измерению временной задержки, или по разности фаз, между смещениями в местоположениях датчиков-преобразователей. Для измерения колебательного отклика расходомерного трубопровода или трубопроводов обычно используются два таких преобразователя (или измерительных преобразователя) и обычно они располагаются в положениях сверху и снизу по течению относительно привода. Два измерительных преобразователя обычно соединяются с электронным измерительным прибором. Измерительный прибор принимает сигналы от двух измерительных преобразователей и обрабатывает сигналы для получения, среди прочего, измерения массового расхода.

Когда поток через расходомер отсутствует, все точки вдоль трубопровода осциллируют вследствие приложенной приводом силы с одинаковой фазой или с малым начальным фиксированным смещением фазы, которое может быть скорректировано. Как только материал начинает течь через расходомер, силы Кориолиса приводят к тому, что каждая точка вдоль трубопровода имеет отличающуюся фазу. Фаза на впускной стороне расходомера отстает от привода, тогда как фаза на выпускной стороне опережает привод. Измерительные преобразователи закрепляются на трубопроводе(-ах) для производства синусоидальных сигналов, отображающих перемещение трубопровода(-ов). Снимаемые с измерительных преобразователей сигналы обрабатываются для определения разности фаз между измерительными преобразователями. Разность фаз между двумя сигналами измерительных преобразователей пропорциональна массовому расходу материала, текущего через трубопровод(-ы).

Массовые расходомеры Кориолиса вычисляют массовый расход из измерения времени

задержки, когда временная задержка является результатом эффекта Кориолиса и оказывается прямо пропорциональной массовому расходу. Для идеального массового расходомера Кориолиса (того, который полностью симметричен от его впуска до его выпуска и является незадемпфированным) измерение временной задержки - это все, что необходимо для точного определения массового расхода. Однако массовые расходомеры Кориолиса неизбежно оказываются несимметричными и подвержены конструктивному и вязкому демпфированию. В результате в условиях отсутствия потока может присутствовать малая величина временной задержки. Эта временная задержка измеряется и вычитается из временной задержки, обусловленной эффектом Кориолиса, для получения нулевой временной задержки.

Проблема заключается в том, что временная задержка расходомера Кориолиса при нулевом расходе может изменяться во времени. Изменения временной разности при нулевом расходе могут привести к ошибочному измерению расхода.

Расходомеры Кориолиса часто требуют обнуления, например во время начальной калибровки, в течение эксплуатации или в обоих случаях. Обнуление массового расходомера Кориолиса на предприятии-изготовителе содержит заполнение измерителя необходимым и известным текущим материалом при строго контролируемых условиях, установление нулевого потока текущего материала, удостоверяясь при этом, что флюид стабилен, например удостоверяясь, что нет вовлеченных газов в текущем материале, если текущий материал - жидкость, возбуждение колебаний измерительной сборки и получение множества выборок данных и получение множества значений временной разности при нулевом расходе, вычисление средней временной разности при нулевом расходе (или другое характерное значение временной разности), и сохранение калибровочной временной разности ( $\Delta t_0$ ) при нулевом расходе в массовом расходомере Кориолиса.

В процессе эксплуатации временная разность ( $\Delta t_0$ ) при нулевом расходе может быть использована в расходомере Кориолиса для получения измерения массового расхода. Массовый расход определяется как

$$\text{массовый расход} = FCF * (\Delta t - \Delta t_0) \quad (1)$$

Символ FCF - символ калибровочного коэффициента расхода, отображающий физические параметры расходомера. Символ ( $\Delta t$ ) - текущая, измеренная временная разность между сигналами измерительного преобразователя. Символ ( $\Delta t_0$ ) - сохраняемое калибровочное значение временной разности при нулевом расходе. Символ ( $\Delta t$ ) содержит сигнал измерения, который создается во время работы расходомера Кориолиса.

В технике предшествующего уровня калибровка нулевого расхода может быть инициирована в рабочих условиях эксплуатации пользователем. Один из недостатков в технике предшествующего уровня заключается в том, что такой инициированный пользователем процесс калибровки при нулевом расходе может быть выполнен независимо от того, необходимо это или нет. Предварительно полученное и сохраняемое значение временной разности ( $\Delta t_0$ ) при нулевом расходе может быть достаточно точным для получения удовлетворительных значений измерения.

Другой недостаток в технике предшествующего уровня заключается в том, что в поле во время операции обнуления может оказаться невозможным тщательно контролировать все окружающие условия. Обычно флюид в обнуляемом измерителе не является калибровочным флюидом, предоставляемым именно для операции обнуления. Проблемы с флюидом, например вовлеченный газ в жидком текущем материале, могут нарушить считывания временной разности ( $\Delta t$ ) так, что расчетная

временная разность ( $\Delta t_0$ ) при нулевом расходе не будет отображать истинное среднее значение. В результате измеритель может быть обнулен некорректно с привнесенными ошибками.

Еще один недостаток заключается в том, что пользователь выполняет процесс обнуления, не зная, точна или неточна текущая временная разность при нулевом расходе. Обнуление расходомера заново, когда он имеет точную временную разность при нулевом расходе, может привести к новому значению временной разности при нулевом расходе, которое или подобно, или еще менее точно, чем предыдущее значение.

Еще один недостаток в технике предшествующего уровня заключается в том, что пользователь вынужден предполагать, что вновь полученное нулевое значение является точным (и более точным, чем предыдущее значение). Для оценки точности ( $\Delta t_0$ ) пользователи расходомера часто обнуляют измеритель много раз и сравнивают полученные значения ( $\Delta t_0$ ). Это оказывается трудоемким, дорогостоящим, требует больших затрат времени и приводит к завышенным ожиданиям пользователей расходомера при контроле того, как именно действует процесс обнуления.

#### Объекты изобретения

В одном объекте изобретения, вибрационный расходомер содержит:

сборку расходомера, включающую в себя, по меньшей мере, два вибрационных датчика, которые создают, по меньшей мере, два вибрационных сигнала; и

измерительная электроника, которая принимает, по меньшей мере, два вибрационных сигнала и создает новую временную разность ( $\Delta t$ ), используя многократные измерения временной разности, полученные для протекающего материала, и определяет, находится ли новая временная разность ( $\Delta t$ ) в пределах заданных границ для старой временной разности ( $\Delta t_0$ ).

Предпочтительно измерительная электроника дополнительно сконфигурирована для запрашивания пользователя вибрационного расходомера о замене старой временной разности ( $\Delta t_0$ ), если новая временная разность ( $\Delta t$ ) не находится в пределах заданных границ для старой временной разности ( $\Delta t_0$ ), и замене старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) новой временной разностью ( $\Delta t$ ), если пользователь выбирает замену.

Предпочтительно измерительная электроника дополнительно сконфигурирована для индикации пользователю одного или обоих из новой временной разности ( $\Delta t$ ) или старой временной разности ( $\Delta t_0$ ).

Предпочтительно старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) содержит полученное на предприятии-изготовителе значение нулевого расхода.

Предпочтительно старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) содержит оперативно полученное в процессе работы значение нулевого расхода.

Предпочтительно измерительная электроника дополнительно сконфигурирована для определения, стабильны ли по существу многократные измерения временной разности, и только для запрашивания пользователя, не находится ли новая временная разность ( $\Delta t$ ) в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) и стабильны ли по существу многократные измерения временной разности.

Предпочтительно измерительная электроника дополнительно сконфигурирована для определения, стабилен ли текущий материал по существу, и только для запрашивания пользователя, не находится ли новая временная разность ( $\Delta t$ ) в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) и стабилен ли по существу текущий материал.

Предпочтительно измерительная электроника дополнительно сконфигурирована

для сравнения одного или нескольких из выбранной мощности привода, усиления привода, давления текущего материала, температуры текущего материала или значения плотности текущего материала с соответствующими опорными значениями и для определения того, что текущий материал является по существу стабильным, если одно  
 5 или несколько из выбранной мощности привода, усиления привода, давления текущего материала, температуры текущего материала или значения плотности текущего материала находятся в заданных пределах допуска соответствующих опорных значений, причем пользователь запрашивается, только если новая временная разность ( $\Delta t$ ) не находится в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) и если текущий  
 10 материал по существу стабилен.

В одном объекте изобретения способ контроля нуля в вибрационном расходомере содержит:

создание новой временной разности ( $\Delta t$ ), используя многократные измерения временной разности, полученные для текущего материала; и

15 определение того, находится ли новая временная разность ( $\Delta t$ ) в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ).

Предпочтительно дополнительно содержится запрашивание пользователя вибрационного расходомера о замене старой временной разности ( $\Delta t_0$ ), если новая  
 20 временная разность ( $\Delta t$ ) не находится в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ), и о замене старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) на новую временную разность ( $\Delta t_0$ ), если пользователь выбирает замену.

Предпочтительно дополнительно содержится индикация пользователю одного или обеих из новой временной разности ( $\Delta t$ ) или старой временной разности ( $\Delta t_0$ ).

25 Предпочтительно старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) содержит полученное на предприятии-изготовителе значение нулевого расхода.

Предпочтительно старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) содержит оперативно полученное в процессе работы значение нулевого расхода.

30 Предпочтительно дополнительно содержится определение того, стабильны ли по существу многократные измерения временной разности, и только запрашивание пользователя, не находится ли новая временная разность ( $\Delta t$ ) в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) и стабильны ли по существу многократные измерения временной разности.

35 Предпочтительно дополнительно содержится определение того, стабилен ли по существу текущий материал, и только запрашивание пользователя, не находится ли новая временная разность ( $\Delta t$ ) в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ), и стабилен ли по существу текущий материал.

40 Предпочтительно определение того, стабилен ли по существу текущий материал, дополнительно содержит сравнение одного или нескольких из выбранной мощности привода, усиления привода, давления текущего материала, температуры текущего материала или значения плотности текущего материала с соответствующими опорными значениями и определение того, что текущий материал является по существу стабильным, если одно или несколько из выбранной мощности привода, усиления привода, давления  
 45 текущего материала, температуры текущего материала или значения плотности текущего материала находятся в заданных пределах допуска соответствующих опорных значений, причем пользователь только запрашивается, не находится ли новая временная разность ( $\Delta t$ ) в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) и стабилен ли по

существо текущий материал.

#### Описание чертежей

То же самое цифровое обозначение отображает тот же самый элемент на всех чертежах. Чертежи не обязательно показаны в масштабе.

5 Фиг.1 изображает расходомер Кориолиса, содержащий измерительную сборку и измерительную электронику.

Фиг.2 - блок-схема последовательности операций способа контроля нуля временной разности в соответствии с вариантами реализации изобретения.

10 Фиг.3 - ультразвуковой расходомер в соответствии с вариантами реализации изобретения.

#### Подробное описание изобретения

Чертежи на фиг.1-3 и нижеследующее описание демонстрируют конкретные примеры для пояснения специалистам в данной области техники того, как реализовать и использовать наилучший вариант изобретения. С целью пояснения принципов 15 изобретения некоторые обычные объекты были упрощены или исключены. Специалисты в данной области техники увидят возможные вариации этих примеров, которые находятся в пределах объема притязаний изобретения. Специалисты в данной области техники увидят, что описанные ниже признаки могут быть различным образом скомбинированы, образуя множественные вариации изобретения. Таким образом, 20 изобретение не ограничивается описанными ниже конкретными примерами, но только пунктами формулы и их эквивалентами.

На фиг.1 показан расходомер 5 Кориолиса, содержащий измерительную сборку 10 и измерительную электронику 20. Измерительная сборка 10 откликается на массовый расход и плотность обрабатываемого материала. Измерительная электроника 20 25 соединяется с измерительной сборкой 10 через кабельные соединения 100 для предоставления плотности, массового расхода и информации о температуре по каналу 26, а также и другой информации, не относящейся к настоящему изобретению. В данном случае описывается структура расходомера Кориолиса, хотя специалистам в данной области техники должно быть, очевидно, что настоящее изобретение может быть 30 осуществлено как денситометр с вибрационным трубопроводом без дополнительных возможностей измерения, предоставляемых массовым расходомером Кориолиса.

Измерительная сборка 10 включает в себя пару манифольдов 150 и 150', фланцы 103 и 103', имеющие фланцевые горловины 110 и 110' пару параллельных расходомерных трубопроводов 130 и 130', приводной механизм 180, температурный датчик 190, и пару 35 датчиков 170L и 170R скорости (то есть вибрационные датчики). Расходомерные трубопроводы 130 и 130' имеют два по существу прямых впускных ответвления 131 и 131' и выпускных ответвления 134 и 134', которые сходятся друг с другом в монтажных опорах 120 и 120' расходомерных трубопроводов. Расходомерные трубопроводы 130 и 130' изгибаются в двух симметричных положениях вдоль их длины, и по существу 40 параллельны по всей их длине. Стягивающие скобы 140 и 140' служат для задания осей W и W', около которых колеблется каждый расходомерный трубопровод.

Боковые ветви 131, 131' и 134, 134' расходомерных трубопроводов 130 и 130' прикреплены к монтажным опорам 120 и 120' расходомерных трубопроводов, и эти опоры, в свою очередь, прикрепляются к манифольдам 150 и 150'. Это обеспечивает 45 непрерывный закрытый канал прохождения материала через сборку 10 измерителя Кориолиса.

Когда фланцы 103 и 103', имеющие отверстия 102 и 102', соединяются через впускной конец 104 и выпускной конец 104' в технологическую линию (не показана), которая

транспортирует измеряемый технологический материал, материал входит в конец 104 измерителя через отверстие 101 во фланце 103, проходит через манифольд 150 в монтажную опору 120 расходомерных трубопроводов, имеющую поверхность 121. Внутри манифольда 150 материал разделяется и направляется через расходомерные трубопроводы 130 и 130'. При выходе из расходомерных трубопроводов 130 и 130' технологический материал вновь объединяется в один общий поток внутри манифольда 150' и затем направляется на выходной конец 104', присоединенный фланцем 103', имеющим болтовые отверстия 102', к технологической линии (не показано).

Расходомерные трубопроводы 130 и 130' выбираются и соответственно монтируются на монтажные опоры 120 и 120' расходомерных трубопроводов так, чтобы иметь по существу то же самое распределение массы, моментов инерции и модулей Юнга около изгибных осей W-W и W'-W' соответственно. Эти изгибные оси проходят сквозь стягивающие скобы 140 и 140'. Поскольку модуль Юнга расходомерных трубопроводов изменяется с температурой, и это изменение влияет на вычисление расхода и плотности, на расходомерный трубопровод 130' устанавливается резистивный температурный датчик (RTD) 190 для непрерывного измерения температуры расходомерного трубопровода. Температура расходомерного трубопровода и, следовательно, напряжение, появляющееся на RTD для данного проходящего через него тока, определяется температурой проходящего через расходомерный трубопровод материала. Появляющееся на RTD температурно зависящее напряжение используется хорошо известным способом измерительной электроники 20 для компенсации изменения упругого модуля расходомерных трубопроводов 130 и 130' вследствие каких-либо изменений температуры расходомерных трубопроводов. Датчик RTD соединяется с измерительной электроникой 20 кабельным соединением 195.

Оба расходомерных трубопровода 130 и 130' приводятся в движение приводом 180 в противоположных направлениях относительно их соответствующих изгибных осей W и W', что соответствует так называемой первой несинфазной изгибной моде колебаний расходомера. Этот приводной механизм 180 может содержать любую из многих известных конфигураций, например магнит, установленный на расходомерном трубопроводе 130', и противостоящая индукционная катушка, установленная на расходомерном трубопроводе 130, через которую протекает переменный ток для возбуждения колебаний обоих расходомерных трубопроводов. Соответствующий приводной сигнал подается измерительной электроникой 20 на приводной механизм 180 через соединительный кабель 185.

Измерительная электроника 20 принимает температурный сигнал RTD на соединительном кабеле 195 и сигналы левой и правой скорости, появляющиеся на соединительных кабелях 165L и 165R соответственно. Измерительная электроника 20 производит приводной сигнал, появляющийся на соединительном кабеле 185 для управления элементом 180 и для возбуждения колебаний трубопроводов 130 и 130'. Измерительная электроника 20 обрабатывает сигналы левой и правой скорости и сигнал RTD для расчета массового расхода и плотности материала, проходящего через сборку 10 измерителя. Эта информация наряду с другой информацией подается измерительной электроникой 20 по каналу 26 на средство 29 использования.

В некоторых вариантах реализации измерительная электроника 20 сконфигурирована для приема, по меньшей мере, двух вибрационных сигналов и создания новой временной разности ( $\Delta t$ ), используя многократные измерения временной разности, полученные для текущего материала, для определения того, находится ли новая временная разность ( $\Delta t$ ) в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ), для запрашивания

пользователя расходомера 5 Кориолиса о замене старой временной разности ( $\Delta t_0$ ), если новая временная разность ( $\Delta t$ ) не находится в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ), и для замены старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) новой временной разностью ( $\Delta t$ ), если пользователь выбирает замену.

Следовательно, расходомер 5 Кориолиса, и/или измерительная электроника 20 пригодна для выполнения контроля нуля. Кроме того, расходомер 5 Кориолиса/измерительная электроника 20 может выполнить контроль нуля с последующей калибровкой нуля. Калибровка нуля не является обязательной или автоматической. Вместо этого калибровка нуля разрешается только при определенных условиях. Пользователь расходомера 5 Кориолиса запрашивается о выполнении калибровки нуля, если выполнены определенные условия, например при контроле нуля обнаруживается, что текущее значение временной разности при нулевом расходе не правильно.

Следует понимать, что пользователь имеет возможность выполнить калибровку нуля после выполнения контроля нуля. Пользователь может выполнить только контроль нуля и не выполнять калибровку нуля. Пользователь может выполнить контроль нуля для подтверждения корректной работы расходомера 5 Кориолиса и/или для проверки состояния текущего материала.

На Фиг.2 показана блок-схема 200 последовательности операций способа контроля нулевой временной разности в соответствии с вариантами реализации изобретения. На этапе 201 иницируется процесс контроля нуля. Процесс контроля нуля может осуществить контроль временной разности ( $\Delta t_0$ ) при нулевом расходе вибрационного расходомера. Если временная разность ( $\Delta t_0$ ) при нулевом расходе будет недопустима, то любые измерения массового расхода, выполняемые вибрационным массовым расходомером, будут неточны. Вибрационный расходомер может содержать измеритель, который создает вибрационные отклики для выполнения измерений расхода, например для измерений расхода и для измерений массового расхода. Вибрационный расходомер может содержать ультразвуковой расходомер или расходомер Кориолиса, например.

Контроль нуля может быть инициирован пользователем в некоторых вариантах реализации. Альтернативно, контроль нуля может быть инициирован другими процессами определения ошибки или подпрограммами проверки. Контроль нуля может быть автономно инициирован после истечения заданного периода времени. Другие события или факторы инициализации также предполагаются и находятся в рамках описания и объема притязания формулы.

В некоторых вариантах реализации пользователь может быть снабжен инструкциями для надлежащего выполнения и инициализации процесса контроля нуля. Инструкции могут предписывать, чтобы технологический флюид протекал через расходомер, пока температура расходомера не стабилизируется, при нормальных рабочих условиях. Инструкции могут предписывать, чтобы расходомер быть полностью заполнен флюидом. Инструкции могут предписывать, чтобы клапаны были закрыты с обеих сторон расходомера, чтобы заблокировать флюид внутри расходомера, причем так, чтобы поток не мог возникнуть. Наконец, инструкции могут предписывать, чтобы пользователь выбирал входной сигнал контроля нуля после того, как вышеупомянутые этапы были реализованы.

На этапе 202 новая и характерная временная разность ( $\Delta t$ ) создается из многократных измерений временной разности. Многократные измерения временной разности получаются с известным текущим материалом в расходомере и в условиях отсутствия

потока. Может быть получено заданное число многократных измерений временной разности. Хотя и нет минимально необходимого числа измерений временной разности, следует понимать, что большее число измерений временной разности может привести к большей стабильности и создаст временную разность, которая окажется более

5 представительной для конкретного вибрационного расходомера.

Новая временная разность ( $\Delta t$ ) может быть создана любым подходящим образом. Например, характерная временная разность ( $\Delta t$ ) может быть создана с помощью подходящей математической или статистической обработки многократных измерений временной разности. В одном варианте реализации новая временная разность ( $\Delta t$ )

10 содержит среднее значение, или среднее из накопленных измерений временной разности. Кроме того, может быть вычислено среднеквадратичное отклонение ( $S$ ) многократных измерений временной разности. Однако возможны и другие процессы для получения новой характерной временной разности ( $\Delta t$ ), и они также находятся в рамках описания и в рамках объема притязаний формулы изобретения.

15 Новая временная разность ( $\Delta t$ ) может быть временно сохранена, например, для дополнительной обработки или для ее использования. Новая временная разность ( $\Delta t$ ) может быть зарегистрирована как часть файла регистрации верификации. Новая временная разность ( $\Delta t$ ) может быть отображена на дисплее или как-то иначе передана пользователю.

20 Для эффективной оценки стабильности флюида опорное значение может быть создано из измерений и/или из значений, которые получены во время нормальных рабочих условий эксплуатации. Новые значения, полученные как часть операции обнуления вновь, могут быть сравнены с опорными переменными во время операции обнуления вновь для оценки стабильности флюида.

25 Кроме того, хотя данные измерений временной разности собираются для получения новой временной разности ( $\Delta t$ ), могут быть накоплены другие измерения или величины. Накопленные величины могут включать в себя мощность привода, усиление привода, плотность флюида, температуру флюида и/или давление флюида, например. Другие величины для расходомера также предполагаются, и они находятся в рамках объема

30 притязаний описания и формулы. Одна или несколько из этих дополнительных величин могут быть использованы для последующего определения стабильности флюида, как рассмотрено ниже. В некоторых вариантах реализации измерения, или величины, получают периодически. В других вариантах реализации измерения, или величины, добавляются к скользящим средним значениям. Следует понимать, что в других

35 вариантах реализации характерные величины могут содержать средние значения полученных величин. Эти характерные значения используются затем для сравнения при тестировании стабильности.

На этапе 203 может быть проверена стабильность системы расходомера. Проверка стабильности системы может включать в себя определение того, стабильны ли измерения

40 временной разности. Например, если некоторые из измерений временной разности чрезмерно изменяются, то система расходомера может быть недостаточно стабильна для выполнения процесса контроля нуля. Стабильность новой временной разности ( $\Delta t$ ) может быть определена из обработки многократных измерений временной разности. Новая временная разность ( $\Delta t$ ) может быть не стабильна для целей проверки временной

45 разности при нулевом расходе.

Стабильность текущего материала флюида может быть альтернативно (или дополнительно) проверена на этапе 203. В некоторых вариантах реализации измеренные значения мощности привода, усиления привода, температуры флюида, давления флюида

и плотности флюида, по одному или в различных комбинациях, могут быть использованы для определения относительной стабильности флюида. Эти факторы или измерения могут быть обработаны для определения, находятся ли они в пределах заданных границ, и поэтому по существу стабильны для целей анализа текущего

5 материала.

В одном варианте реализации мощность привода или усиление привода и измеренная плотность анализируются для определения стабильности флюида. В многофазном потоке, например, когда воздушные или газовые пузырьки вовлечены в жидкость, плотность флюида и мощность привода будут изменяться, поскольку изменяется

10 паросодержание, указывая на то, что флюид слишком нестабилен для использования в процессе контроля нуля. Если мощность/усиление привода и измеренная плотность выходят за пределы заданных границ для текущего материала, то текущий материал определяется как не стабильный для осуществления процесса контроля нуля.

Стабильность флюида может содержать флюид, имеющий стабильный состав.

15 Стабильность флюида может содержать флюид, имеющий стабильную плотность.

Стабильность флюида может содержать флюид, имеющий стабильное давление.

Стабильность флюида может содержать флюид, имеющий стабильную температуру.

Стабильность флюида может содержать флюид, имеющий единственную фазу.

20 Стабильность флюида может содержать флюид, имеющий множественные фазы, но стабильный в пропорциях компонентов флюида.

Отсутствие стабильности текущего материала может быть обозначено любым подходящим образом, включая в себя сохраненные значения, измерения и/или результаты контроля стабильности текущего материала. Кроме того, об отсутствии стабильности текущего материала может быть сообщено пользователю. Отсутствие

25 стабильности текущего материала может содержать одно или несколько из:

возникновения потока в расходомере, наличия многофазного текущего материала флюида, недопустимой температуры флюида, и недопустимого давления флюида и/или недопустимой плотности флюида. Дополнительные факторы/проблемы стабильности также предполагаются и находятся в рамках объема притязаний описания и формулы.

30 На этапе 204 новая временная разность ( $\Delta t$ ) сравнивается с текущей сохраняемой (то есть старой) временной разностью ( $\Delta t_0$ ) при нулевом расходе. В некоторых вариантах реализации сравнение включает в себя сравнение среднего значения и стандартного

распределения многократных измерений временной разности со старой временной разностью ( $\Delta t_0$ ). Если новая временная разность ( $\Delta t$ ) не находится в пределах заданных

35 границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ), то старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) определяется как более недопустимая и способ переходит этап 205. И наоборот, если новая временная разность ( $\Delta t$ ) находится в пределах заданных границ, то старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) все еще допустима и способ ответвляется на этап 207. Способ потому ответвляется

на этап 207, что новая временная разность ( $\Delta t$ ) по существу подобна старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) и калибровочное значение нулевого расхода вибрационного расходомера заметно не изменилось с момента предыдущей калибровки временной разности.

40 Заданные границы могут быть определены любым образом. В одном варианте реализации заданные границы могут содержать заданные пределы допуска выше и ниже старой временной разности ( $\Delta t_0$ ).

В другом варианте реализации заданные границы могут содержать доверительный интервал, сформированный из старой временной разности ( $\Delta t_0$ ). Например, известно, что в любом электронном сигнале содержится шум. Можно предположить, что шум

распределен хаотически. Поэтому в одном варианте реализации заданных границ заданные границы содержат по существу старую временную разность ( $\Delta t_0$ ) минус величину ( $n$ ) шума в качестве нижней границы и старую временную разность ( $\Delta t_0$ ) плюс величину ( $n$ ) шума в качестве верхней границы. Это предполагает, что шум ( $n$ ) по существу распределен хаотически. В результате истинное среднее значение данных, то есть новая временная разность ( $\Delta t$ ), может быть найдена как

$$\text{новая } \Delta t = \Delta t_0 \pm 2S/\sqrt{n} \quad (2)$$

Это может создать, например, 95%-ный доверительный интервал, где символ (новая  $\Delta t$ ) - характерная новая временная разность, полученная из многократных измерений временной разности. Символ ( $S$ ) содержит среднеквадратичное отклонение, например среднеквадратичное отклонение для многократных измерений временной разности, полученных на этапе 202. Символ ( $n$ ) - число выборок, то есть число измерений при многократных измерениях временной разности.

Если новая временная разность ( $\Delta t$ ) попадает в пределы заданных границ, то новая временная разность ( $\Delta t$ ) определяется как по существу не изменившаяся относительно старой временной разности ( $\Delta t_0$ ). Однако если новая временная разность ( $\Delta t$ ) выходит за пределы заданных границ, то новая временная разность ( $\Delta t$ ) определяется как достаточно отличающаяся от старой временной разности ( $\Delta t_0$ ). Поэтому может быть определено, что старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) уже недостаточно точна для использования при выполнении измерений.

Указанный 95%-ный доверительный интервал приведен только в качестве примера. Доверительный интервал может охватывать любой желаемый диапазон. Следует понимать, что могут быть использованы другие доверительные интервалы и они находятся в пределах объема притязаний описания и формулы.

Сравнение новой временной разности ( $\Delta t$ ) со старой временной разностью ( $\Delta t_0$ ) может содержать любой вариант сравнения. В одном варианте реализации может быть использован t-тест для сравнения новой временной разности ( $\Delta t$ ) со старой временной разностью ( $\Delta t_0$ ). В общих чертах, t-тест содержит статистический тест, в котором тест имеет статистическое распределение значений  $t$ . Этот t-тест может тестировать на изменения среднего значения при создании новой временной разности ( $\Delta t$ ) из многократных измерений временной разности. Этот t-тест может быть рассчитан как

$$t = ((\Delta t_0) - (\text{stab})) / (S/\sqrt{n}) \quad (3)$$

Результат в виде ( $t$ ) содержит вещественное число, которое отображает соотношение (то есть разность, или смещение) между новой временной разностью ( $\Delta t$ ) и старой временной разностью ( $\Delta t_0$ ). Символ ( $\Delta t_0$ ) - старая временная разность. Символ ( $\text{stab}$ ) содержит заданное значение нулевой стабильности для конкретного расходомера, причем заданное значение нулевой стабильности может быть модельно заданным и/или задаваемым размером. Символ ( $S$ ) содержит среднеквадратичное отклонение. Символ ( $n$ ) - число выборок.

Если ( $t > 2$ ) или если ( $t < -2$ ), то распределение нового  $\Delta t$  оказывается вне диапазона, задаваемого символом ( $\text{stab}$ ). В этом примере диапазон (2,-2) дает 95%-ный доверительный предел.

Альтернативно сравнение новой временной разности ( $\Delta t$ ) со старой временной разностью ( $\Delta t_0$ ) может содержать F-тест. F-тест содержит статистический тест, в котором тестовая статистика имеет F-распределение.

Сравнение может содержать сравнение, когда старая временная разность ( $\Delta t_0$ )

содержит полученное на предприятии-изготовителе значение нулевого расхода, например, когда конкретный измеритель калибруется на испытательном стенде и при тщательно контролируемых условиях. Если новая временная разность ( $\Delta t$ ) значительно отличается от старой временной разности ( $\Delta t_0$ ), например, когда результаты т-

тестирования негативные, программный флажок, визуальный индикатор или другая индикация может быть создана для уведомления пользователя о том, что расходомер не должен быть повторно обнулен.

Альтернативно сравнение может содержать сравнение с полученным в поле (то есть полученным в процессе работы) старым значением нулевого расхода. В этом случае старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) может содержать тестирование нулевого расхода, которое было выполнено тогда, когда оперативно был установлен конкретный расходомер, с новой временной разностью ( $\Delta t$ ), также определенной для некоторой конкретной окружающей рабочей среды. В данном случае негативный результат тестирования может быть обработан не так, как в случае разности от полученного на предприятии-изготовителе значения калибровки. Например, изменение плотности между текущей операцией обнуления и предыдущей операцией обнуления может быть реальным и ожидаемым изменением флюида. Отслеживая данные таким образом, пользователь может быть уведомлен о различии в рабочих условиях для помощи в объяснении изменений значения калибровки временной разности при нулевом расходе. В результате пользователь может принять обоснованное решение, обнулять ли повторно (или не обнулять) расходомер.

Полученное на предприятии-изготовителе значение нулевого расхода может содержать более надежное значение, чем полученное в процессе работы значение нулевого расхода. Замена старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) может содержать более существенное и рискованное изменение, если старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) представляет собой полученное на предприятии-изготовителе значение нулевого расхода. Следовательно, в некоторых вариантах реализации пользователю может быть предоставлена индикация того, что старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) содержит полученное на предприятии-изготовителе значение нулевого расхода.

Заданные границы для полученного на предприятии-изготовителе значения нулевого расхода в некоторых вариантах реализации могут отличаться от заданных границ для оперативно полученного значения нулевого расхода. Альтернативно, заданные границы для полученного на предприятии-изготовителе значения нулевого расхода могут быть теми же самыми, что и для оперативно полученного значения нулевого расхода.

Полученное на предприятии-изготовителе значение нулевого расхода может постоянно сохраняться в некоторых вариантах реализации и может быть доступным даже после того, как старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) была заменена, один или несколько раз, в процессе контроля нуля. Следовательно, в некоторых вариантах реализации сравнение, выполненное на этапе 204, может содержать сравнение новой временной разности ( $\Delta t$ ) и со старой временной разностью ( $\Delta t_0$ ) (то есть с текущим оперативно полученным значением нулевого расхода), и с полученным на предприятии-изготовителе значением нулевого расхода. Решение о замене может, следовательно, зависеть от сравнения с этими двумя значениями. Решение о замене в этом варианте реализации может требовать, чтобы новая временная разность ( $\Delta t$ ) была вне заданных границ относительно старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) и была бы вне заданных границ относительно полученного на предприятии-изготовителе значения нулевого расхода.

Следует понимать, что две заданные границы могут быть теми же самыми или могут быть различающимися.

На этапе 205, когда старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) определяется как уже не допустимая, пользователь запрашивается относительно того, хочет ли пользователь  
5 заменить старую временную разность ( $\Delta t_0$ ) новой временной разностью ( $\Delta t$ ).

На этапе 206, если пользователь выбирает замену, новая временная разность ( $\Delta t$ ) сохраняется вместо старой временной разности ( $\Delta t_0$ ). Поэтому калибровочное значение временной разности при нулевом расходе обновляется. Может быть создана индикация  
10 относительно успешной замены старой временной разности.

Если пользователь не выбирает замену, новая временная разность ( $\Delta t$ ) не используется. Однако пользователь будет предупрежден, что старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) более не точна и не допустима для использования.

На этапе 207, когда новая временная разность ( $\Delta t$ ) находится в пределах заданных  
15 границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ), старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) определяется как еще допустимая. Поэтому старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) сохраняется и новая временная разность ( $\Delta t$ ) не используется. Может быть создана индикация относительно принятия в качестве допустимой старой временной разности ( $\Delta t_0$ ). В некоторых

вариантах реализации индикация может включать в себя индикацию пользователю  
20 того, что анализ контроля нуля указывает, что старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) все еще допустима. В некоторых вариантах реализации индикация может включать в себя индикацию пользователю того, что анализ контроля нуля указывает, что новая калибровка нуля не необходима (или желательна). Это предпочтительно потому, что  
25 пользователь может узнать, допустима ли еще старая временная разность ( $\Delta t_0$ ).

Пользователь может узнать, допустима ли еще старая временная разность ( $\Delta t_0$ ), без того, чтобы автоматически заменять старую временную разность ( $\Delta t_0$ ) новой временной разностью ( $\Delta t$ ). Пользователь может только хотеть верификации того, что старая  
30 временная разность ( $\Delta t_0$ ) еще точна и применима.

Способ контроля нуля предоставляет пользователю возможность применять сохраняемое и используемое в данный момент калибровочное значение временной разности при нулевом расходе ( $\Delta t_0$ ). Способ контроля нуля предоставляет пользователю  
35 возможность применять сохраняемое и используемое в данный момент калибровочное значение временной разности при нулевом расходе ( $\Delta t_0$ ) без необходимости в автоматической замене калибровочного значения ( $\Delta t_0$ ). Способ контроля нуля предоставляет пользователю возможность применять сохраняемое и используемое в данный момент калибровочное значение временной разности при нулевом расходе ( $\Delta t_0$ ) при определении того, стабильны ли измерения временной разности и/или текущий  
40 материал, предотвращая создание и замену временной разности при неприемлемых условиях.

Способ контроля нуля определяет, требуется ли калибровка нуля. Способ контроля нуля определяет, возможна ли калибровка нуля. Способ контроля нуля определяет, может ли калибровка нуля быть выполнена точно и надежно.  
45

Способ контроля нуля может определить, точна ли сохраняемая и используемая в настоящее время (то есть старая) временная разность ( $\Delta t_0$ ). Способ контроля нуля создает индикацию того, приемлема ли старая временная разность ( $\Delta t_0$ ), или должна

ли старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) быть заменена.

Способ контроля нуля определяет, достаточно ли стабильны вновь полученные измерения временной разности, чтобы получать новое калибровочное значение временной разности при нулевом расходе. Способ контроля нуля определяет, достаточно ли стабилен текущий материал, чтобы получить новое калибровочное значение временной разности при нулевом расходе.

Способ контроля нуля предоставляет пользователю возможность замены сохраняемой и используемой в настоящее время старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) новым значением, если вновь полученные измерения временной разности и текущий материал стабильны.

Замена старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) может мешать отслеживанию измеряемых значений расходомера. Замена старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) может мешать отслеживанию значений калибровки расходомера. Замена допустимой старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) может вызвать изменения в получаемых измерениях массового потока. Замена допустимой старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) может вызвать изменения в получаемых измерениях массовых потока, когда текущий материал неизменен. В результате желательно, чтобы только старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) была заменена, когда это необходимо.

На фиг.3 показан ультразвуковой расходомер 300 в соответствии с вариантами реализации изобретения. Ультразвуковой расходомер 300 содержит вибрационный расходомер, где создаваемые сигналы обрабатываются подобным же образом, что и в расходомере 5 Кориолиса, рассмотренном выше. Ультразвуковой расходомер 300 вместо возбуждения колебаний расходомерного трубопровода, заполненного текущим материалом, вводит акустические волны непосредственно в текущий материал и принимает акустические волны, которые распространяются через текущий материал.

Ультразвуковой расходомер 300 содержит измерительную электронику 320, соединенную со сборкой 310 расходомера. Сборка 310 расходомера включает в себя трубопровод 301, первый преобразователь 303 и второй преобразователь 305. Трубопровод 301 может содержать протекающий или непротекающий флюид, с флюидом, включающим в себя газы, жидкости, или смеси газов, жидкостей, и/или твердых веществ. Измерительная электроника 320 создает вибрационные сигналы и предоставляет вибрационные сигналы на преобразователи 303 и 305. Преобразователи 303 и 305 содержат вибрационные датчики, которые могут работать и как передатчики акустических волн, и как датчики акустических волн. Преобразователи 303 и 305 могут затем создавать акустические волны в текущем материале в соответствии с вибрационными сигналами (то есть сигналом 1 и сигналом 2 на чертеже), включая в себя ультразвуковые акустические волны. Преобразователи 303 и 305 непосредственно не возбуждают колебания трубопровода 301. Кроме того, преобразователи 303 и 305 могут принимать акустические волны, присутствующие в текущем материале, и создавать электронные сигналы колебаний, которые являются характерными для принимаемых акустических/вибрационных волн. Измерительная электроника 320 принимает эти образующиеся колебательные сигналы от преобразователей 303 и 305 и создает из них измерения расхода. Переданные и принятые акустические волны могут быть обработаны для определения значения временной разности ( $\Delta t$ ), которая содержит время прохождения через текущий материал в отличие от временной разности расходомера 5 Кориолиса, которая содержит одновременно принятые сигналы, созданные в отдельных, физически разнесенных, местоположениях.

Траектория прохождения сигнала между преобразователями 303 и 305 расположена под углом, а не перпендикулярна относительно трубопровода 301 и потока в нем. В результате, когда имеется поток в трубопроводе 301, сигнал, который обычно распространяется вместе с потоком, будет иметь отличающееся время прохождения от сигнала, распространяющегося против потока. Различие во времени прохождения, то есть разность  $\Delta t$ , может быть использовано для определения скорости потока. Когда поток отсутствует, то время прохождения сигналов в обоих направлениях должно быть одинаковым. Однако из-за характерных различий, например отличающихся допусков и/или различных электрических импедансов, площадей поверхности, длин проводных соединений, или составов материала преобразователя, например, время прохождения сигнала 1 и сигнала 2 может быть неодинаковым. Следовательно, может быть создано и сохранено калибровочное значение  $\Delta t_0$  временной разности при нулевом расходе, когда для калибровочного значения  $\Delta t_0$  добавляется или вычитается один из двух сигналов для создания по существу идентичных времен прохождения для сигнала 1 и сигнала 2 в условиях отсутствия потока. Калибровочное значение  $\Delta t_0$  может также быть использовано в условиях потока для компенсации характерных различий/смещений в компонентах ультразвукового расходомера 300.

Как и в описанном ранее расходомере Кориолиса, это калибровочное значение при нулевом потоке может быть представлено как ( $\Delta t_0$ ) и может изменяться, или дрейфовать, в течение эксплуатации ультразвукового расходомера 300. Поэтому способ контроля нуля может быть выполнен в ультразвуковом расходомере 300. Любые или все этапы 301-207 блок-схемы 200 последовательности операций могут быть применены к ультразвуковому расходомеру 300.

Вибрационный расходомер и способ в соответствии с любым из вариантов реализации могут предоставить некоторые преимущества, если это желательно. Вибрационный расходомер и способ дают возможность пользователю инициировать процесс контроля нуля. Вибрационный расходомер и способ дают возможность пользователю инициировать процесс контроля нуля для подтверждения того, что значение временной разности при нулевом расходе, используемое расходомером, все еще допустимо. Вибрационный расходомер и способ дают возможность пользователю инициировать процесс контроля нуля для получения индикации того, допустимо или недопустимо используемое расходомером значение временной разности при нулевом расходе.

Вибрационный расходомер и способ дают возможность пользователю инициировать процесс контроля нуля и получать подтверждение того, что используемое расходомером значение временной разности при нулевом расходе является допустимым, без необходимости в повторном обнулении измерителя.

Вибрационный расходомер и способ дают возможность пользователю инициировать процесс контроля нуля и принимать индикацию того, что измерения временной разности стабильны или нестабильны. Вибрационный расходомер и способ дают возможность пользователю инициировать процесс контроля нуля и принимать индикацию того, что текущий материал стабилен или нестабилен. Вибрационный расходомер и способ дают возможность пользователю инициировать процесс контроля нуля, причем процесс не позволяет пользователю повторно обнулить расходомер, если или измерения временной разности, или текущий материал нестабильны.

Подробные описания вышеупомянутых вариантов реализации не являются исчерпывающими описаниями всех вариантов реализации, рассматриваемых авторами как находящиеся в пределах объема притязаний изобретения. Действительно,

специалисты в данной области техники увидят, что некоторые элементы вышеописанных вариантов реализации могут по-разному быть объединены или исключены, образуя дополнительные варианты реализации, и такие дополнительные варианты реализации находятся в пределах объема притязаний и принципов изобретения. Специалистам в данной области техники будет также очевидно, что вышеописанные варианты реализации могут быть объединены полностью или частично, образуя дополнительные варианты реализации в пределах объема притязаний и принципов изобретения. Соответственно, объем притязаний изобретения должен быть определен из нижеследующей формулы.

#### Формула изобретения

1. Вибрационный расходомер (5, 300), содержащий:

сборку (10, 310) расходомера, включающую в себя, по меньшей мере, два вибрационных датчика (170L и 170R, 303 и 305), которые создают, по меньшей мере, два вибрационных сигнала; и

измерительную электронику (20, 320), которая принимает, по меньшей мере, два вибрационных сигнала и создает новую временную разность ( $\Delta t$ ), используя многократные измерения временной разности, полученные для текущего материала, и определяет, находится ли новая временная разность ( $\Delta t$ ) в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ), причем измерительная электроника (20, 320) сконфигурирована для определения, стабильны ли по существу многократные измерения временной разности.

2. Вибрационный расходомер (5, 300) по п. 1, дополнительно содержащий измерительную электронику (20, 320), сконфигурированную для запроса пользователя вибрационного расходомера (5, 300) о замене старой временной разности ( $\Delta t_0$ ), если новая временная разность ( $\Delta t$ ) не находится в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ), и замены старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) новой временной разностью ( $\Delta t$ ), если пользователь выбирает замену.

3. Вибрационный расходомер (5, 300) по п. 1, дополнительно содержащий измерительную электронику (20, 320), сконфигурированную для индикации пользователю одной или обеих из новой временной разности ( $\Delta t$ ) или старой временной разности ( $\Delta t_0$ ).

4. Вибрационный расходомер (5, 300) по п. 1, причем старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) содержит полученное на предприятии-изготовителе значение нулевого расхода.

5. Вибрационный расходомер (5, 300) по п. 1, причем старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) содержит полученное в процессе работы значение нулевого расхода.

6. Вибрационный расходомер (5, 300) по п. 1, дополнительно содержащий измерительную электронику (20, 320), сконфигурированную для запроса пользователя, только если новая временная разность ( $\Delta t$ ) не находится в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) и стабильны ли по существу многократные измерения временной разности.

7. Вибрационный расходомер (5, 300) по п. 1, дополнительно содержащий измерительную электронику (20, 320), сконфигурированную для определения, стабилен ли по существу текущий материал, и запрашивающий пользователя, только если новая временная разность ( $\Delta t$ ) не находится в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) и стабилен ли по существу текущий материал.

8. Вибрационный расходомер (5, 300) по п. 1, дополнительно содержащий

измерительную электронику (20, 320), сконфигурированный для:

сравнения одного или нескольких из выбранной мощности привода, усиления привода, давления текущего материала, температуры текущего материала или значения плотности текущего материала с соответствующими опорными значениями; и

определения того, что текущий материал по существу стабилен,

если одно или несколько из выбранной мощности привода, усиления привода, давления текущего материала, температуры текущего материала или значения плотности текущего материала находятся в заданных пределах допуска соответствующих опорных значений;

причем пользователь запрашивается, только если новая временная разность ( $\Delta t$ ) не находится в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) и если текущий материал по существу стабилен.

9. Способ контроля нуля в вибрационном расходомере, содержащий:

создание новой временной разности ( $\Delta t$ ), используя многократные измерения временной разности, полученные для текущего материала; и

определение, находится ли новая временная разность ( $\Delta t$ ) в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ); и определение, стабильны ли по существу многократные измерения временной разности.

10. Способ контроля нуля по п. 9, дополнительно содержащий:

запрашивание пользователя вибрационного расходомера о замене старой временной разности ( $\Delta t_0$ ), если новая временная разность ( $\Delta t$ ) не находится в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ); и

замену старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) новой временной разностью ( $\Delta t$ ), если пользователь выбирает замену.

11. Способ контроля нуля по п. 9, дополнительно содержащий индикацию пользователю одного или обеих из новой временной разности ( $\Delta t$ ) или старой временной разности ( $\Delta t_0$ ).

12. Способ контроля нуля по п. 9, причем старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) содержит полученное на предприятии-изготовителе значение нулевого расхода.

13. Способ контроля нуля по п. 9, причем старая временная разность ( $\Delta t_0$ ) содержит полученное в процессе работы значение нулевого расхода.

14. Способ контроля нуля по п. 9, дополнительно содержащий запрашивание пользователя, только если новая временная разность ( $\Delta t$ ) не находится в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) и стабильны ли по существу многократные измерения временной разности.

15. Способ контроля нуля по п. 9, дополнительно содержащий определение, стабилен ли по существу текущий материал, и запрашивание пользователя, только если новая временная разность ( $\Delta t$ ) не находится в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) и стабилен ли по существу текущий материал.

16. Способ контроля нуля по п. 9 с определением, стабилен ли по существу текущий материал, дополнительно содержащий:

сравнение одного или нескольких из выбранной мощности привода, усиления привода, давления текущего материала, температуры текущего материала или значения плотности текущего материала с соответствующими опорными значениями; и

определение того, что текущий материал является по существу стабильным, если одно или несколько из выбранной мощности привода, усиления привода, давления

текущего материала, температуры текущего материала или значения плотности текущего материала находится в заданных пределах допуска соответствующих опорных значений;

причем пользователь запрашивается, только если новая временная разность ( $\Delta t$ ) не находится в пределах заданных границ старой временной разности ( $\Delta t_0$ ) и стабилен ли

5 по существу текущий материал.

10

15

20

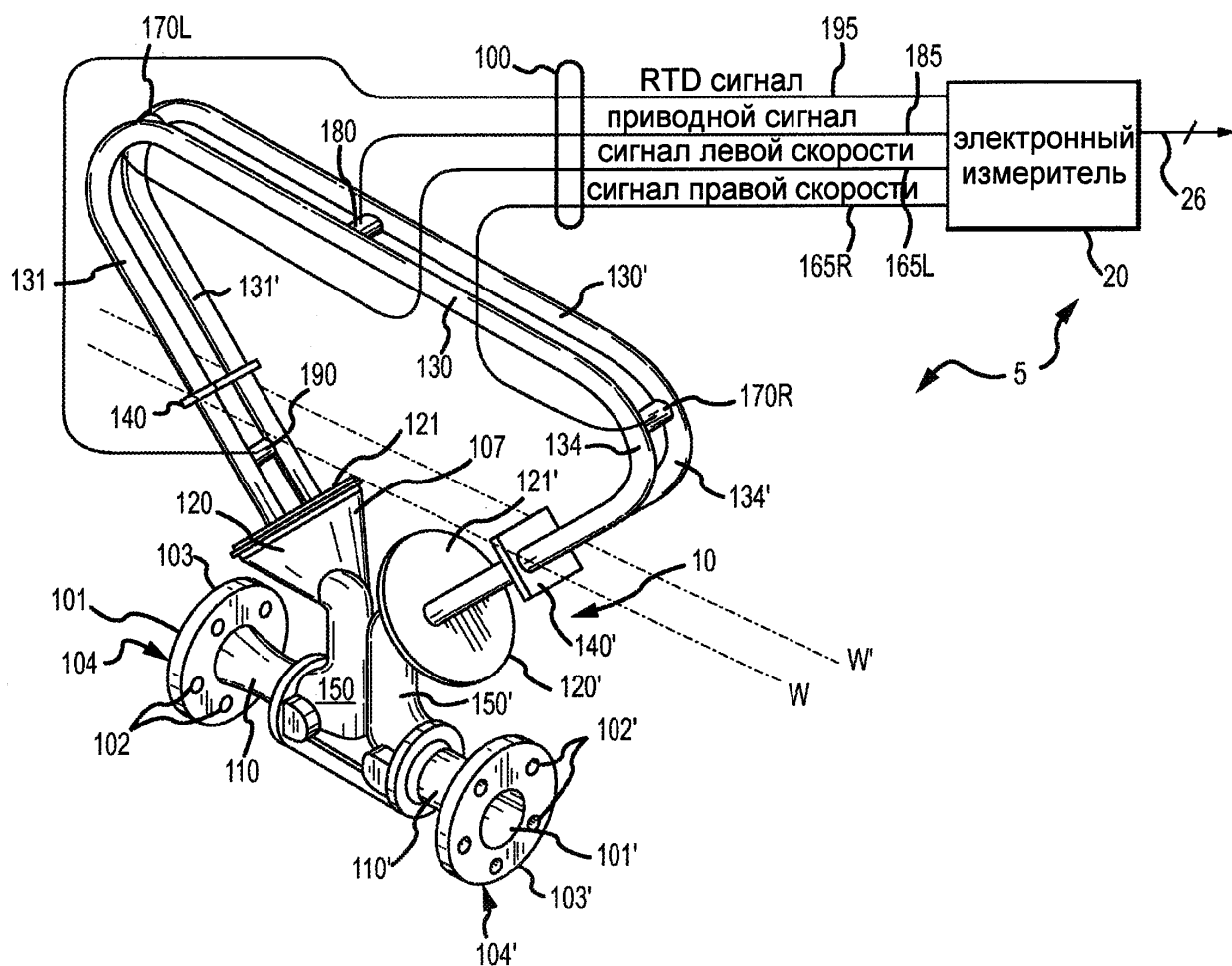
25

30

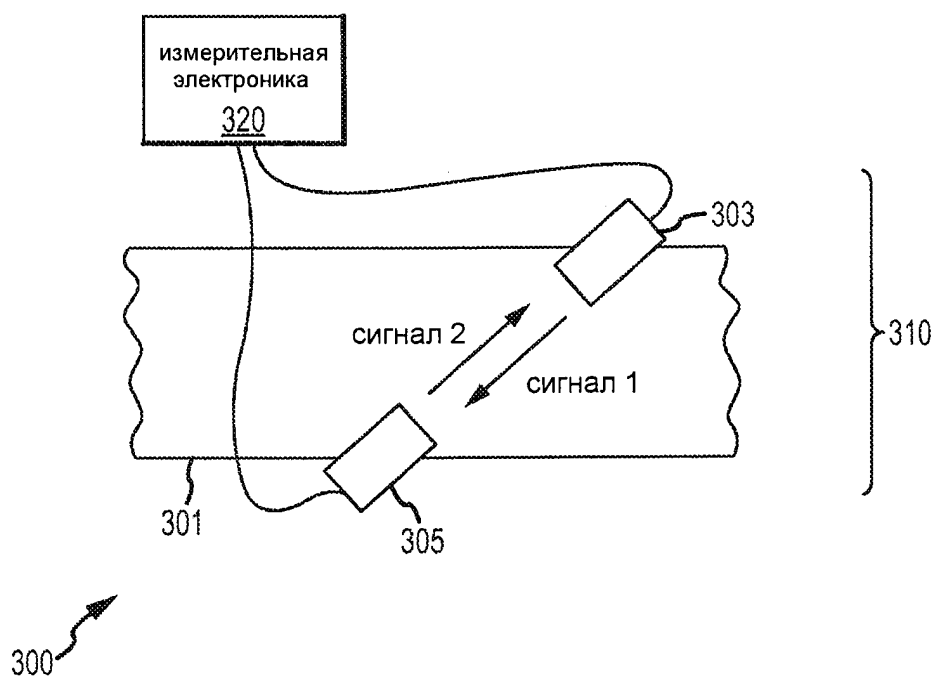
35

40

45



ФИГ. 1



ФИГ. 3