



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**(21)(22) Заявка: **2011124901/28, 19.11.2008**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**19.11.2008**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **19.11.2008**(45) Опубликовано: **20.10.2012** Бюл. № 29(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: **US 7275449 B2, 02.10.2007. WO 2007074014**  
**A1, 05.07.2007. US 5731527 A1, 24.03.1998.**(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: **20.06.2011**(86) Заявка РСТ:  
**US 2008/084063 (19.11.2008)**(87) Публикация заявки РСТ:  
**WO 2010/059157 (27.05.2010)**

Адрес для переписки:

**129090, Москва, ул.Б.Спасская, 25, стр.3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры", С.А.Дорофееву, рег.№ 146**

(72) Автор(ы):

**ВЕРБАХ Кристофер А. (US),  
ЛАНЕМ Грегори Трит (US)**

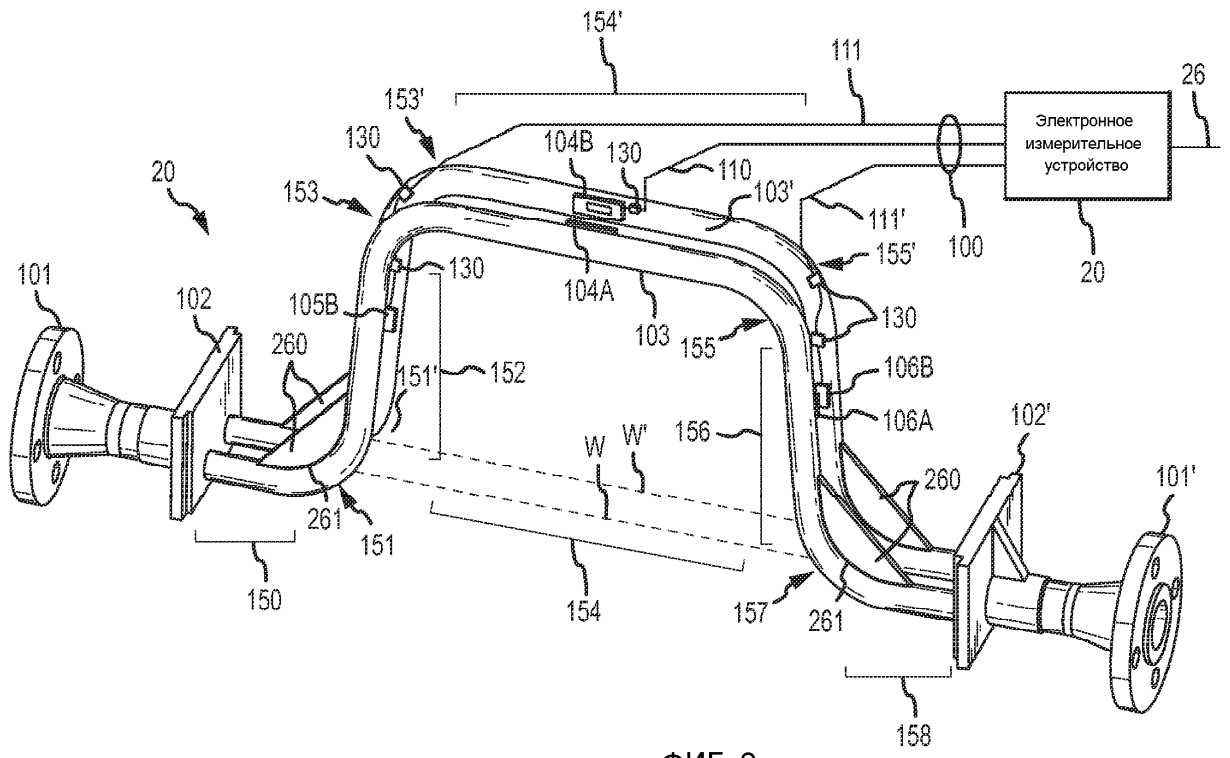
(73) Патентообладатель(и):

**МАЙКРО МОУШН, ИНК. (US)****(54) РАСХОДОМЕР (ВАРИАНТЫ) И СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ РАЗДЕЛИТЕЛЬНОГО  
ИНТЕРВАЛА МЕЖДУ ДВУМЯ ИЛИ БОЛЕЕ КОЛЕБАТЕЛЬНЫМИ ЧАСТОТАМИ  
ВИБРАЦИОННОГО РАСХОДОМЕРА**

(57) Реферат:

Заявленная группа изобретений относится к расходомерам, в частности к способу и устройству для улучшения разделения между двумя или более колебательными частотами в вибрационном расходомере. Предложен расходомер (20), включающий в себя одну или более расходомерных трубок (103) и привод (104А, 104В), выполненный с возможностью возбуждения колебаний одной или более расходомерных трубок (103) на частоте привода. Расходомер (20) содержит

одну или более косынок (260). При этом одна из одной или более косынок (260) соединена с одной расходомерной трубкой (103) из одной или более расходомерных трубок (103) вдоль ее длины так, что частотный интервал между частотой привода и, по меньшей мере, второй частотой колебаний увеличивается. Технический результат - создание конструкции расходомера, способной разделить, по меньшей мере, две колебательные моды, не требуя при этом слишком большого количества деталей. 3 н. и 20 з.п. ф-лы, 8 ил.



ФИГ. 2

RU 2 4 6 4 5 3 4 C 1

RU 2 4 6 4 5 3 4 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
**G01F 1/84** (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2011124901/28, 19.11.2008**

(24) Effective date for property rights:  
**19.11.2008**

Priority:

(22) Date of filing: **19.11.2008**

(45) Date of publication: **20.10.2012 Bull. 29**

(85) Commencement of national phase: **20.06.2011**

(86) PCT application:  
**US 2008/084063 (19.11.2008)**

(87) PCT publication:  
**WO 2010/059157 (27.05.2010)**

Mail address:

**129090, Moskva, ul.B.Spasskaja, 25, str.3, OOO  
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",  
S.A.Dorofeevu, reg.№ 146**

(72) Inventor(s):

**VERBAKh Kristofer A. (US),  
LANEM Gregori Trit (US)**

(73) Proprietor(s):

**MAJKRO MOUSHN, INK. (US)**

(54) **FLOW METRE (VERSIONS) AND METHOD OF INCREASING SEPARATION INTERVAL BETWEEN TWO OR MORE VIBRATIONAL FREQUENCIES OF VIBRATORY FLOW METRE**

(57) Abstract:

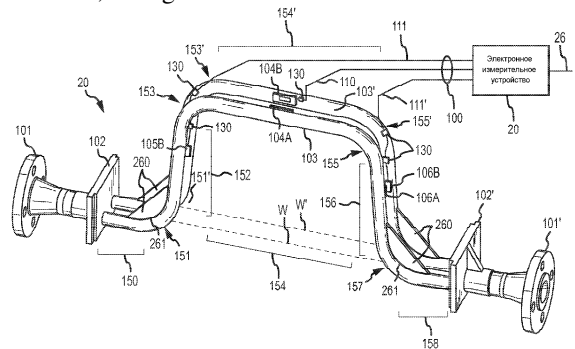
FIELD: physics.

SUBSTANCE: disclosed is a flow metre (20), having one or more flow tubes (103) and a drive (104A, 104B) which is configured to generate vibrations in the one or more flow tubes (103) at the frequency of the driver. The flow metre (20) has one or more joint plates (260). One of the joint plates (260) is joined to one flow tube (103) from the one or more flow tubes (103) along its length, such that the frequency interval between the frequency of the drive and at least a second vibrational frequency, the joint plate (260).

EFFECT: design of a flow metre capable of

separating at least two vibrational modes without need for many components.

23 cl, 8 dwg



ФИГ. 2

RU 2 464 534 C1

RU 2 464 534 C1

Настоящее изобретение относится к расходомеру и, в частности, к способу и устройству для улучшения разделения между двумя или более колебательными частотами в вибрационном расходомере.

#### Уровень техники

5 Расходомеры используются для измерения массового расхода, плотности и других характеристик текучих материалов. Текучий материал может содержать жидкость, газ, взвешенные в жидкостях или газе твердые вещества или любую их комбинацию. Вибрационные трубопроводные датчики, такие как массовые расходомеры Кориолиса  
10 и вибрационные денситометры, обычно действуют посредством регистрации смещения колеблющегося трубопровода, который содержит текучий материал. Свойства, связанные с материалом в трубопроводе, такие как массовый расход, плотность и т.п., могут быть определены посредством обработки измерительных сигналов, принимаемых от датчиков смещения, присоединенных к трубопроводу.  
15 Колебательные моды заполненной материалом колеблющейся системы обычно подвержены влиянию суммарной массы, жесткости и параметров демпфирования заполняемого трубопровода и содержащегося в нем материала.

Обычный расходомер Кориолиса включает в себя один или более трубопроводов,  
20 которые соединяются в линейную магистраль или другую транспортную систему и транспортируют в системе материал, например флюиды, шламы и т.п. Каждый трубопровод можно рассматривать как систему, имеющую ряд собственных колебательных мод, включая, например, простые изгибные, крутильные, радиальные,  
25 поперечные и связанные моды. При обычном применении метода Кориолиса для измерений массового расхода трубопровод возбуждается на одной или более колебательных модах, когда материал течет через трубопровод и смещение трубопровода регистрируется в точках, разнесенных вдоль трубопровода. Возбуждение обычно обеспечивается приводом, например электромеханическим  
30 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. Плотность текучего материала может быть определена по частоте колебательного отклика расходомера. Два таких  
35 преобразователя (или тензометрических датчика) обычно используются для измерения колебательного отклика трубопровода или трубопроводов и обычно располагаются в положениях выше и ниже по течению относительно привода. Два тензометрических датчика обычно соединяются с электронным измерительным прибором с помощью  
40 кабеля, например с помощью двух независимых пар проводов. Измерительный прибор принимает сигналы от двух тензометрических датчиков и обрабатывает сигналы, чтобы получить измерения расхода.

При работе расходомерные трубки возбуждаются при несовпадении по фазе относительно друг друга. Приводная сила создается электромеханическим приводом,  
45 который создает несовпадающие по фазе колебания расходомерных трубок на их собственной резонансной частоте. Например, можно считать, что расходомерные трубки возбуждаются приводом в вертикальной плоскости. Эти вертикальные колебания относительно велики, поскольку они реализуются на первой  
50 несовпадающей по фазе изгибной моде расходомерных трубок и возбуждаются на их резонансной частоте.

Кориолисовы отклонения колеблющихся расходомерных трубок с потоком материала также происходят в той же самой вертикальной плоскости, что и колебания

привода. Кориолисовы отклонения происходят на частоте привода, но отклонения трубки имеют форму изгибной моды с более высокой частотой. Поэтому амплитуда отклонений Кориолиса значительно меньше амплитуды колебаний расходомерной трубки на частоте привода. Даже при том что амплитуда Кориолисова отклика  
5 относительно мала, именно Кориолисов отклик создает выходные тензометрические сигналы, которые обрабатываются измерительной электроникой для получения желаемого замера массового расхода и другой информации, относящейся к протекающему материалу. Многие расходомеры Кориолиса способны обеспечить  
10 ошибку на выходе приблизительно 0,15% или менее. Однако, чтобы достигнуть этой точности, шум и паразитные сигналы должны быть минимизированы.

При работе расходомера Кориолиса сигналы, индуцированные в тензометрических датчиках, содержат не только полезные сигналы отклика Кориолиса малой  
15 амплитуды, но также они содержат и паразитные сигналы, которые подаются на схему обработки наряду с полезными сигналами отклика Кориолиса. Эти паразитные сигналы снижают возможности схемы обработки для получения точных выходных сигналов.

Паразитные тензометрические сигналы могут быть вызваны внешним фоновым шумом в окружающей среде. Фоновый шум может быть обусловлен работой соседних механизмов и т.п. Он также может быть вызван колебаниями в трубопроводной магистральной, с которой связан расходомер Кориолиса. Фоновый шум может быть  
20 устранен надлежащей установкой расходомера, чтобы изолировать его от внешних колебаний. Шум от колебаний присоединенной трубопроводной магистральной может  
25 быть устранен соответствующей изоляцией расходомера от трубопроводной магистральной.

Другой источник паразитных сигналов представляет собой паразитные колебания в расходомере. Эти паразитные колебания труднее устранить и они могут быть  
30 минимизированы, причем обычно они не могут быть устранены посредством улучшения конструкции расходомера.

Большинство вибрационных расходомеров имеют различные формы колебаний, которые возникают при возбуждении расходомера на его резонансной частоте. Типичный расходомер может иметь колебательные моды, различающиеся по своей  
35 форме следующим образом:

Синфазная изгибная (IPB)

Синфазная поперечная (IPL)

Несинфазная изгибная (Диск)

40 Несинфазная поперечная (OPL)

Несинфазная изгибная мода обычно представляет собой полезную приводную моду, тогда как остальные - типично паразитные моды. Вышеупомянутые моды  
45 свойственны большинству вибрационных расходомеров, включая расходомеры Кориолиса. Частота этих мод обычно изменяется с плотностью протекающего материала. Когда мода изменяет частоту, то появляется возможность для взаимодействия между соседними модами, что может привести к нестабильности расходомера и получению некорректных выходных данных. Как упомянуто выше, желаемая мода, которая и используется для получения желаемой выходной  
50 информации расходомера, - это несинфазная изгибная приводная мода. Именно эта мода создает силы Кориолиса. Образующийся отклик Кориолиса детектируется тензометрическими датчиками, которые производят сигналы, используемые для предоставления выходной информации расходомера.

Синфазное поперечное и несинфазное поперечное колебания могут создать проблему при обработке сигналов, принятых тензометрическими датчиками, отображающими силы Кориолиса. Колебания поперечной моды обычно оказываются смещенными от плоскости привода. Колебания поперечной моды обычно по существу перпендикулярны колебаниям приводной моды. Поперечная плоскость по существу поперечна используемому колебанию.

Один способ минимизации неблагоприятных эффектов двух различных частот поперечных колебаний заключается в увеличении интервала между частотой приводной моды и нежелательными частотами поперечных колебаний. Если эти паразитные сигналы поперечных мод имеют слишком большую амплитуду и/или близки к частоте сигнала отклика Кориолиса, электронная схема обработки может оказаться неспособной обработать сигнал Кориолиса для создания выходной информации, имеющей желаемую точность.

Из вышеупомянутого можно заметить, что в конструкции и рабочем режиме расходомеров Кориолиса имеется проблема минимизации неблагоприятного воздействия сигналов, создаваемых паразитными колебательными модами, чтобы обработка сигнала отклика Кориолиса и точность выходного сигнала расходомера не ухудшались.

В предшествующем уровне техники было немало методик, направленных на увеличение разнесения частоты приводной моды и частоты поперечной моды. Одна из таких методик раскрыта в патенте США №6314820, согласно которому предполагается наличие стабилизаторов поперечных мод, которые скользят по расходомерной трубке и включают в себя расширения, которые обращены внутрь для придания жесткости поперечному участку расходомерной трубки, чтобы повысить частоту поперечного колебания. Стабилизаторы поддерживаются с использованием балансной планки. Хотя способ, раскрытый в патенте США №6314820, обеспечивает адекватные результаты, он требует слишком большого числа деталей в дополнение к балансной планке. Кроме того, хотя стабилизаторы поперечных мод могут быть реализованы в конструкции изогнутой расходомерной трубки, они больше подходят для конструкций с прямой трубкой.

Другой подход в уровне техники раскрыт в патенте США №5115683, согласно которому используют скобу, прикрепленную к расходомерной трубке вблизи привода одним концом и прикрепленную к основанию другим концом. Скоба сделана гибкой, обеспечивая движение расходомерной трубки вследствие реакции Кориолиса, хотя она ограничивает возможность поперечного перемещения расходомерной трубки.

Решение согласно патенту США №5115683 также требует слишком большого числа деталей, которые подвержены возможному повреждению.

Другой подход предшествующего уровня техники, раскрытый в патенте США №6354154, использует балансную планку с боковыми ребрами, которые препятствуют нежелательным поперечным колебаниям, увеличивая при этом частоту поперечных колебаний. Патент США №6598489 использует подобную идею, что и патент США №6354154, хотя ребра для увеличения резонансной частоты приводной моды сформированы в противовес поперечной моде. Ограничение и патента США №6354154, и патента США №6598489 заключается в необходимости в балансной планке. Поскольку балансные планки обычно не реализуются в расходомерах с двойной расходомерной трубкой, этот подход имеет ограниченное применение.

Другой подход предшествующего уровня техники раскрыт в патентах США №7275449 и 4781069, которые раскрывают использование пластин или скоб,

соединяющих две расходомерные трубки друг с другом так, что увеличивается частота поперечной моды, отделяя ее от приводной моды. Проблема этого подхода заключается в том, что, поскольку пластины соединяют друг с другом две отдельные расходомерные трубки, может возникнуть также и неблагоприятное воздействие на приводную моду. Такая вероятность особенно велика в случае применений с низким измеряемым расходом.

Поэтому в данной области техники имеется потребность в конструкции расходомера, способной разделить, по меньшей мере, две колебательные моды. Кроме того, имеется потребность разделить, по меньшей мере, две колебательные моды, не требуя слишком большого количества деталей. Настоящее изобретение решает эту и другие проблемы и достигает прогресса в данной области техники.

#### **Объекты изобретения**

В соответствии с объектом изобретения создан расходомер, включающий в себя одну или более расходомерных трубок и привод, выполненный с возможностью возбуждения колебаний расходомерной трубки на частоте привода, причем одна или более расходомерных трубок содержат косынку, соединенную с расходомерной трубкой вдоль ее длины так, что частотный интервал между частотой привода и, по меньшей мере, второй частотой колебаний увеличивается.

Предпочтительно, косынка проходит вдоль участка расходомерной трубки.

Предпочтительно, косынка проходит по существу вдоль всей расходомерной трубки.

Предпочтительно, косынка связывает друг с другом два или более участков расходомерной трубки.

Предпочтительно, по меньшей мере, вторая частота колебаний содержит поперечную моду колебаний.

Предпочтительно, косынка соединена с расходомерной трубкой так, что участку расходомерной трубки придается дополнительная жесткость.

Предпочтительно, косынка выполнена с возможностью повышения частоты поперечной моды колебаний.

Предпочтительно, косынка сформирована как неотъемлемая часть расходомерной трубки.

В соответствии с другим объектом изобретения создан расходомер, включающий в себя одну или более расходомерных трубок и привод, выполненный с возможностью возбуждения колебаний расходомерной трубки на частоте привода, причем одна или более расходомерных трубок содержат косынку, соединенную с расходомерной трубкой вдоль ее длины так, что участку расходомерной трубки придается дополнительная жесткость.

Предпочтительно, косынка проходит вдоль участка расходомерной трубки.

Предпочтительно, косынка проходит по существу вдоль всей расходомерной трубки.

Предпочтительно, косынка связывает друг с другом два или более участков расходомерной трубки.

Предпочтительно, косынка выполнена с возможностью увеличения частотного интервала между двумя или более модами колебаний.

Предпочтительно, косынка выполнена с возможностью увеличения разделительного интервала между частотой колебаний привода и частотой поперечных колебаний.

Предпочтительно, косынка выполнена с возможностью повышения частоты

поперечных колебаний.

Предпочтительно, косынка содержит неотъемлемый участок расходомерной трубки.

Согласно еще одному объекту изобретения создан способ увеличения  
 5 разделительного интервала между двумя или более колебательными частотами  
 вибрационного расходомера, включающего в себя одну или более расходомерных  
 трубок и привод, выполненный с возможностью возбуждения колебаний одной или  
 более расходомерных трубок на частоте привода в плоскости привода, при этом  
 10 способ включает этап соединения косынки с расходомерной трубкой так, что  
 разделительный интервал между двумя или более колебательными частотами  
 увеличивается.

Предпочтительно, этап соединения косынки с расходомерной трубкой включает  
 вытягивание косынки вдоль участка расходомерной трубки.

15 Предпочтительно, этап соединения косынки с расходомерной трубкой включает  
 вытягивание косынки по существу по всей длине расходомерной трубки.

Предпочтительно, этап соединения косынки с расходомерной трубкой включает  
 соединение друг с другом двух или более участков расходомерной трубки.

20 Предпочтительно, две или более частот колебаний включают частоту привода и  
 частоту поперечных колебаний.

Предпочтительно, этап соединения косынки с расходомерной трубкой включает  
 такое соединение косынки с двумя или более участками расходомерной трубки, что  
 частота поперечной моды колебаний увеличивается.

25 Предпочтительно, этап соединения косынки с расходомерной трубкой включает  
 такое соединение косынки с двумя или более участками расходомерной трубки, что  
 участку расходомерной трубки придается дополнительная жесткость.

#### **Краткое описание чертежей**

Фиг.1 - расходомер предшествующего уровня техники;

30 Фиг.2 - расходомер, включающий в себя косынки, соединенные с внешними  
 изгибами расходомерных трубок в соответствии с вариантом реализации изобретения;

Фиг.3 - расходомер, включающий в себя косынки, соединенные с внутренними  
 изгибами расходомерных трубок в соответствии с другим вариантом реализации  
 изобретения;

35 Фиг.4 - расходомер, включающий в себя косынки, соединенные с внутренним и  
 внешним изгибами расходомерных трубок в соответствии с другим вариантом  
 реализации изобретения;

40 Фиг.5 - расходомер, включающий в себя одинарную косынку, соединяющую три  
 прямолинейных участка расходомерных трубок в соответствии с другим вариантом  
 реализации изобретения;

Фиг.6 - расходомер, включающий в себя косынки, соединенные на стороне внешних  
 изгибов расходомерных трубок в соответствии с другим вариантом реализации  
 изобретения;

45 Фиг.7 - расходомер, включающий в себя косынки, соединенные с прямым участком  
 и участком изгиба расходомерных трубок в соответствии с вариантом реализации  
 изобретения; и

50 Фиг.8 - расходомер с прямым трубопроводом, включающий в себя косынки,  
 соединенные с расходомерной трубкой в соответствии с вариантом реализации  
 изобретения.

#### **Подробное описание изобретения**

Фиг.1-8 и нижеприведенное описание иллюстрируют специалистам в данной



области техники конкретные примеры реализации и использования наилучшего варианта изобретения. С целью иллюстрации принципов изобретения некоторые стандартные объекты упрощены или опущены. Специалистам в данной области техники будут очевидны возможные вариации этих примеров, которые находятся в пределах объема притязаний изобретения. Специалистам в данной области техники будет очевидно, что описанные ниже признаки могут быть объединены различным образом, формируя множественные вариации изобретения. Таким образом, изобретение ограничивается не описанными ниже конкретными примерами, а только формулой изобретения и ее эквивалентами.

На Фиг.1 показан расходомер 10 в соответствии с предшествующим уровнем техники. Расходомер 10 может представлять собой, например, расходомер Кориолиса. Расходомер 10 содержит впускной фланец 101 и выпускной фланец 101'. Расходомер 10 приспособлен для соединения с флюидной трубопроводной магистралью или т.п. через впускной и выпускной фланцы 101, 101'. Когда флюид входит во впускной фланец 101, он разделяется на два отдельных потока манифольдом 102. Разделенный флюид попадает в одну из расходомерных трубок 103 или 103'. Когда обрабатываемый флюид выходит из расходомерных трубок 103, 103', манифольд 102 снова объединяет обрабатываемый флюид перед тем, как он выйдет через выпускной манифольд 101'. Расходомер 10 также включает в себя привод 104, который содержит магнит 104А и узел индукционной катушки 104В. Кроме того, расходомер 10 включает в себя первый тензометрический датчик 105 и второй тензометрический датчик 106, которые также содержат магнит 105А (не показан), 106А и узел индукционной катушки 105В, 106В.

Расходомерные трубки 103, 103' могут обычно подразделяться на последовательные секции. Однако следует отметить, что описываемые секции вводятся исключительно для ясности, поскольку расходомерная трубка 103, 103' обычно формируется как монолитный сплошной компонент. Кроме того, секции относятся к U-образной расходомерной трубке, как показано на чертежах. Однако следует понимать, что настоящее изобретение одинаково применимо и к прямооточным трубкам (см. Фиг.8). Кроме того, хотя показан расходомер с двойной расходомерной трубкой, следует понимать, что изобретение одинаково применимо к расходомеру с единственной расходомерной трубкой. Поэтому настоящее изобретение не ограничивается показанными на чертежах вариантами реализации, и специалисты в данной области техники распознают возможные вариации, которые находятся в пределах объема притязаний приложенной формулы.

Первый изгиб 151, 151' соединяет первый прямой участок 150, 150' со вторым прямым участком 152, 152'. Второй изгиб 153, 153' соединяет второй прямой участок 152, 152' с третьим прямым участком 154, 154'. Третий изгиб 155, 155' соединяет третий прямой участок 154, 154' с четвертым прямым участком 156, 156'. Четвертый изгиб 157, 157' соединяет четвертый прямой участок 156, 156' с пятым прямым участком 158, 158'. Следует отметить, что другие конфигурации общеизвестны в данной области техники и поэтому настоящее изобретение не должно быть ограничено требованием к наличию всех рассмотренных выше участков. Кроме того, изобретение может быть реализовано с расходомерными трубками, имеющими больше секций, чем обозначено выше.

При работе сигнал привода посылается электронным измерительным устройством 20 на приводную катушку 104В через соединительный кабель 110. Сигнал привода заставляет колебаться расходомерные трубки 103, 103' в плоскости привода.

Плоскость привода определяется расходомерными трубками 103, 103', колеблющимися вокруг изгибных осей W, W' соответственно. Оси W, W' частично определяются с использованием множества стягивающих планок 120-123, которые ограничивают активную площадь расходомера 10. Колеблющиеся расходомерные трубки 103, 103' вызывают появление электрических напряжений в тензометрических датчиках 105, 106, которые подаются на электронное измерительное устройство 20 через соединительные кабели 111 и 111'. Электронное измерительное устройство 20 производит информацию о массовом расходе наряду с другой информацией, например о плотности материала, основанной на сигналах, посланных тензометрическими датчиками 105, 106. Устройства измерения температуры, например RTD (не показаны), могут также предоставить и измерения температуры. Электронное измерительное устройство 20 может послать эту информацию для обработки снизу по течению через соединительный кабель 26.

Относительно нестабильные расходомерные трубки 103, 103' расходомера 10 техники предшествующего уровня подвержены шуму, создаваемому колебаниями поперечной моды. Колебания поперечной моды обычно близки к колебаниям приводной моды и таким образом существенно влияют на сигналы, принятые от тензометрических датчиков 105А, 105В и 106А, 106В.

На Фиг.2 показан расходомер 20 в соответствии с вариантом реализации изобретения. Некоторые из компонентов расходомера 20, например стягивающие планки 120-123, были опущены для простоты. Однако следует понимать, что в большинстве вариантов реализации эти компоненты присутствуют. Хотя расходомер 20 показан как расходомер Кориолиса, следует понимать, что настоящее изобретение может быть так же легко реализовано в случае других вибрационных расходомеров, которым недостает возможностей измерения массового расхода расходомера Кориолиса. Поэтому настоящее изобретение не ограничивается расходомерами Кориолиса и может содержать другие вибрационные расходомеры, например вибрационные денситометры.

В дополнение к компонентам, включенным в расходомер 10 предшествующего уровня техники, расходомер 20 в соответствии с вариантом реализации изобретения включает в себя одну или более косынок 260. Одна или более косынок 260 могут быть соединены с расходомерными трубками 103, 103'. Одна или более косынок 260 могут быть вытянуты вдоль расходомерных трубок 103, 103'. Одна или более косынок 260 могут быть вытянуты вдоль участка расходомерных трубок 103, 103', или альтернативно, косынки 260 могут быть вытянуты по существу вдоль всей расходомерной трубки. Далее, для большей ясности, рассматриваются только косынки 260, соединяемые с первой расходомерной трубкой 103; однако следует отметить, что во многих вариантах реализации обе расходомерные трубки 103 и 103' могут включать в себя одну или более косынок 260.

В соответствии с вариантом реализации изобретения расходомер 20 включает в себя одну или более косынок 260, соединенных с расходомерной трубкой 103 вдоль ее длины. Например, одна или более косынок 260 могут быть соединены с участком расходомерной трубки 103 и могут быть вытянуты вдоль него. В показанном на Фиг.2 варианте реализации косынки 260 соединены больше чем с одним участком расходомерной трубки 103 и вытянуты вдоль них. В соответствии с вариантом реализации изобретения одна или более косынок 260 соединяют друг с другом два или более прямолинейных участков расходомерной трубки. В соответствии с вариантом реализации изобретения одна или более косынок 260 соединены с расходомерной

трубкой 103 так, что участку расходомерной трубки 103 придается дополнительная жесткость. В соответствии с вариантом реализации изобретения одна или более косынок 260 могут быть соединены с расходомерной трубкой 103 так, что частотный интервал между двумя или более модами колебаний увеличивается. В соответствии с  
5 вариантом реализации изобретения две или более мод колебаний могут содержать приводную моду и поперечную моду. Однако следует понимать, что косынки 260 могут быть соединены с расходомерной трубкой 103 так, что другие моды колебаний отделены. Поэтому настоящее изобретение не должно быть ограничено отделением  
10 частоты колебаний приводной моды от частоты поперечной моды. Следует отметить, что в отличие от решений техники предшествующего уровня косынки 260 настоящего изобретения могут быть соединены с расходомерной трубкой 103 не будучи соединенными с дополнительными компонентами расходомера 20. Поэтому  
15 настоящее изобретение может существенно упростить конструкцию расходомера при разделении частот между двумя или более модами колебаний.

В некоторых вариантах реализации косынки 260 могут отделить частоту поперечной моды от частоты приводной моды посредством повышения частоты поперечной моды. В соответствии с вариантом реализации изобретения частота  
20 поперечной моды расходомерной трубки 103 повышается посредством придания расходомерной трубке 103 большей жесткости в поперечном направлении, используя косынки 260. Эта жесткость увеличивает частоту поперечной моды, по существу не влияя на частоту приводной моды. Устанавливая косынки 260 в изгибах 151, 157 расходомерной трубки 103, жесткость расходомерной трубки в поперечной плоскости  
25 изменяется больше, чем жесткость в плоскости привода.

Хотя жесткость поперечной моды расходомерной трубки 103 могла быть увеличена посредством увеличения толщины расходомерной трубки 103, такое увеличение могло бы также увеличить жесткость в плоскости привода. Поэтому такое увеличение  
30 толщины расходомерной трубки 103 не привело бы к существенному увеличению разделительного интервала мод. Кроме того, это нежелательно еще и потому, что в этом случае требуется больше энергии для возбуждения колебаний расходомерной трубки для выполнения измерения.

Косынки 260 могут быть присоединены с использованием способов, общеизвестных  
35 в данной области техники, включая, но без ограничений, пайку твердым припоем, сварку, склеивание и т.д. Хотя косынки 260 показаны как припаянные к расходомерным трубкам 103 с использованием материала 261 твердого припоя, следует понимать, что конкретный способ соединения косынки 260 с расходомерной  
40 трубкой 103 не важен для целей настоящего изобретения и поэтому не должен ограничивать объем притязаний настоящего изобретения. Кроме того, следует понимать, что косынки 260 могут быть сформированы как неотъемлемая часть расходомерных трубок 103, 103'. Например, известно, что при формировании расходомера из пластмассы используется методика пресс-формования, как раскрыто,  
45 например, в патентах США №6450042 и 6904667. Поэтому косынки 260 могут быть сформированы одновременно с формированием расходомерных трубок.

Предпочтительно, косынки 260 сформированы из по существу жесткого материала так, что косынки 260 обеспечивают жесткость расходомерной трубки 103. Поэтому в  
50 соответствии с вариантом реализации изобретения косынки 260 сформированы из материала, имеющего жесткость, по меньшей мере, столь же большую, что и у материала расходомерной трубки. Следует понимать, что косынки 260 не должны быть сформированы из материала, имеющего такую же большую жесткость, что и

расходомерная трубка 103; однако косынки, имеющие жесткость, меньшую, чем расходомерные трубки 103, 103', могут не обеспечить достаточный разделительный интервал частот между модами колебаний. Поэтому желаемым разделительным интервалом мод можно до некоторой степени управлять исходя из конкретного материала, выбранного для косынок 260. Кроме того, разделительным интервалом мод колебаний можно управлять, регулируя размер косынок 260.

В соответствии с вариантом реализации изобретения расходомер 260 включает в себя косынки 260, соединенные с первым прямым участком 150 и вторым прямым участком 152 расходомерной трубки 103. В соответствии с вариантом реализации изобретения косынка 260 соединяет первый прямой участок 150 со вторым прямым участком 152. Кроме того, показанный на Фиг.2 вариант реализации включает в себя вторую косынку 260, которая соединяет четвертый прямой участок 156 с пятым прямым участком 158 расходомерной трубки 103. Следует отметить, что обе косынки 260, показанные на Фиг.2, выполняют одну и ту же функцию, а именно - придание жесткости расходомерной трубке 103 в поперечном направлении, по существу не запрещая смещение в плоскости привода. Поэтому косынки 260 могут увеличить частоту поперечной моды, по существу, без ущерба для частоты приводной моды. Это существенно увеличивает разделительный интервал между частотой поперечной моды и частотой приводной моды. Следует отметить, что косынки 260 могут влиять на частоту приводной моды; однако частота поперечной моды подвергается большему воздействию. Кроме того, на Фиг.2 показаны косынки 260, которые соединяются с внешними изгибами 151, 157. Это может увеличить жесткость расходомерной трубки 103 и таким образом увеличить частоту колебаний поперечной моды. Однако, как описано ниже, косынки 260 могут продолжать изгибы вместо присоединения в местах изгибов.

На Фиг.3 показан расходомер 20 в соответствии с другим вариантом реализации изобретения. Показанный на Фиг.3 вариант реализации включает в себя косынки 260, подобные косынкам 260, показанным на Фиг.2, за исключением размещения косынок 260. Косынки 260 на Фиг.3 присоединены к внутренним изгибам 153, 155 расходомерной трубки 103, а не к внешним изгибам 151, 157, как показано на Фиг.2. Показанные на Фиг.2 косынки 260 соединены со вторым прямым участком 152, вторым изгибом 153 и третьим прямым участком 154 расходомерной трубки 103. Кроме того, вторая косынка 260 соединена с третьим прямым участком 154, третьим изгибом 155 и четвертой прямой секцией 155 расходомерной трубки 103. Поэтому первая косынка 260, показанная на Фиг.3, соединяет второй прямой участок 152 с третьим прямым участком 154, тогда как вторая косынка 260 соединяет третий прямой участок 154 с четвертым прямым участком 156. Поскольку показанные на Фиг.3 косынки 260 продолжают изгибы 153, 155, косынки 160 способны по существу увеличить частоту поперечной моды, чтобы отделить ее от частоты приводной моды.

На Фиг.4 показан расходомер 20 в соответствии с другим вариантом реализации изобретения. В соответствии с показанным на Фиг.4 вариантом реализации расходомер 20 включает в себя косынки 260, присоединенные ко всем изгибам 151, 153, 155, 157 в расходомерной трубке 103. Предоставление косынок 260 в каждом из изгибов 151, 153, 155, 157 может максимизировать жесткость в поперечном направлении, тем самым увеличивая частоту поперечной моды больше, чем в случаях показанных на Фиг.2 или 3 вариантов реализации. Поэтому показанный на Фиг.4 вариант реализации может обеспечить больший разделительный интервал между частотой поперечной моды и частотой приводной моды, чем предварительно

описанные варианты реализации.

На Фиг.5 показан расходомер 20 в соответствии с другим вариантом реализации изобретения. Расходомер 20 с Фиг.5 предоставляет одинарную косынку 260, которая вытянута по существу целиком вдоль третьего участка 154 расходомерной трубки 103, тем самым соединяя второй участок 152 с четвертым участком 156. Показанная на Фиг.5 косынка 260 по существу устраняет необходимость в двух косынках, как показано в предыдущих вариантах реализации.

На Фиг.6 показан расходомер 20 в соответствии с другим вариантом реализации изобретения. В соответствии с показанным на Фиг.6 вариантом реализации косынки 260 соединяют два участка расходомерной трубки 103, 103' друг с другом без соединения изгибных секций 151, 157. Поэтому только концы косынки 260 соединяются с расходомерной трубкой 103. Эта конфигурация оставляет зазор 670 вблизи изгибов 151, 157. Однако, поскольку два прямолинейных участка расходомерной трубки 103 соединены друг с другом, расходомерной трубке 103 придается дополнительная жесткость в поперечной плоскости. Поэтому частота поперечной моды существенно увеличивается, по существу не влияя на частоту приводной моды. Две колебательные моды по существу разделены так, что шум, вызванный частотой поперечной моды, снижается. Хотя показаны косынки 260, вытянутые только по внешним изгибам только 151, 157, следует понимать, что подобная конфигурация может использоваться с косынками, вытянутыми по внутренним изгибам 153, 155.

На Фиг.7 показан расходомер 20 в соответствии с другим вариантом реализации изобретения. В соответствии с показанным на Фиг.7 вариантом реализации косынки 260 соединены только с единственным прямым участком и участком участка изгиба. Например, первая косынка 260 показана как соединенная с первым изгибом 151 и вторым прямым участком 152. Однако первая показанная косынка 260 не соединена с первым прямым участком 150. Аналогично, вторая косынка 260 показана как соединяемая с четвертым прямым участком 156 и четвертой секцией 157 изгиба. Однако вторая косынка 260 не соединена с пятым прямым участком 158. В некоторых вариантах реализации эти косынки, имеющие уменьшенный размер, могут обеспечить адекватное увеличение жесткости, при котором частоты между двумя модами колебаний адекватно разделены. Поэтому следует понимать, что, хотя косынки 260 все же присоединяются к двум участкам расходомерной трубки, эти два участка могут не быть двумя прямыми участками, чтобы предоставить адекватное частотное разделение интервала.

На Фиг.8 показан расходомер 20 в соответствии с другим вариантом реализации изобретения. В показанном на Фиг.8 варианте реализации расходомер 20 содержит расходомерную трубку с прямой конфигурацией. Как показано на Фиг.8, расходомер 20 включает в себя прямую расходомерную трубку 103, кожух 801 расходомера, балансную планку 802 и косынки 260. В соответствии с показанным вариантом реализации привод 104 может быть присоединен к расходомерной трубке 103 и балансной планке 802. Тензометрические датчики 105, 106 могут определять образующиеся колебания, как описано выше. Хотя это и не показано, привод 104 и тензометрические датчики 105, 106 могут быть соединены с электронным измерительным устройством, как описано выше.

В соответствии с показанным на Фиг.8 вариантом реализации косынки 260 могут быть соединены с расходомерной трубкой 103 и могут быть вытянутыми вдоль расходомерной трубки 103. В показанном варианте реализации расходомер 20

содержит четыре отдельных косынки 260, каждая из которых вытянута вдоль участка расходомерной трубки 103. Косынки 260 могут быть подобраны по размеру и установлены для увеличения разделительного частотного интервала между двумя или более модами колебаний, как рассмотрено выше. В соответствии с другим вариантом реализации изобретения расходомер 20 может включать в себя одинарную косынку 260, которая вытянута по существу вдоль всей расходомерной трубки 103. В некоторых вариантах реализации датчики колебаний, включающие в себя привод 104 и тензометрические датчики 105, 106, могут быть присоединены к косынкам 260, а не непосредственно на расходомерную трубку 103.

Описанное выше настоящее изобретение предоставляет расходомер с увеличенным разделительным интервалом мод. В некоторых вариантах реализации две разделенные моды содержат приводную моду и поперечную моду. В соответствии с этим вариантом реализации частота поперечной моды увеличивается относительно частоты приводной моды посредством предоставления одной или более косынок 260. Одна или более косынок 260 придают жесткость расходомерной трубке 103 в поперечной плоскости, тем самым увеличивая частоту поперечной моды.

Подробные описания вышеупомянутых вариантов реализации не являются исчерпывающими описаниями всех вариантов реализации, рассмотренных изобретателями как находящиеся в объеме притязаний изобретения. Действительно, специалистам в данной области техники будет очевидно то, что некоторые элементы описанных вариантов реализации могут быть по-разному объединены или устранены, чтобы создать дополнительные варианты реализации, и такие дополнительные варианты реализации находятся в пределах объема и идеи изобретения. Специалистам в данной области техники будет также очевидно, что описанные варианты реализации могут быть скомбинированы полностью или частично, чтобы создать дополнительные варианты реализации в пределах объема и идеи изобретения.

Таким образом, хотя конкретные варианты реализации и примеры изобретения описаны здесь в иллюстративных целях, различные эквивалентные модификации возможны в рамках изобретения, как должно быть очевидно специалистам в данной области техники. Предлагаемые здесь принципы могут быть применены к другим расходомерам, а не только к описанным выше и показанным на сопровождающих чертежах вариантов реализации. Соответственно, объем притязаний изобретения определяется только прилагаемой формулой изобретения.

#### Формула изобретения

1. Расходомер (20), включающий в себя одну или более расходомерных трубок (103) и привод (104А, 104В), выполненный с возможностью возбуждения колебаний расходомерной трубки (103) на частоте привода, содержащий:

одну или более косынок (260), причем одна из одной или более косынок (260) соединена с одной расходомерной трубкой (103) из одной или более расходомерных трубок (103) вдоль ее длины так, что частотный интервал между частотой привода и, по меньшей мере, второй частотой колебаний увеличивается.

2. Расходомер (20) по п.1, в котором косынка (260) из одной или более косынок (260) проходит вдоль участка расходомерной трубки (103).

3. Расходомер (20) по п.1, в котором косынка (260) из одной или более косынок (260) проходит, по существу, вдоль всей расходомерной трубки (103).

4. Расходомер (20) по п.1, в котором косынка (260) из одной или более косынок (260) связывает друг с другом два или более участков расходомерной

трубки (103).

5. Расходомер (20) по п.1, в котором, по меньшей мере, вторая частота колебаний содержит поперечную моду колебаний.

6. Расходомер (20) по п.5, в котором косынка (260) из одной или более косынок (260) выполнена с возможностью повышения частоты поперечной моды колебаний.

7. Расходомер (20) по п.1, в котором косынка (260) из одной или более косынок (260) соединена с расходомерной трубкой (103) так, что участку расходомерной трубки (103) придается дополнительная жесткость.

8. Расходомер (20) по п.1, в котором косынка (260) сформирована как неотъемлемая часть расходомерной трубки (103).

9. Расходомер (20), включающий в себя одну или более расходомерных трубок (103) и привод (104A, 104B), выполненный с возможностью возбуждения колебаний расходомерной трубки (103) на частоте привода, содержащий:

одну или более косынок (260), причем одна косынка (260) из одной или более косынок (260) соединена с одной расходомерной трубкой (103) из одной или более расходомерных трубок (103) вдоль ее длины так, что участку расходомерной трубки (103) придается дополнительная жесткость.

10. Расходомер (20) по п.9, в котором косынка (260) из одной или более косынок (260) проходит вдоль участка расходомерной трубки (103).

11. Расходомер (20) по п.9, в котором косынка (260) из одной или более косынок (260) проходит, по существу, вдоль всей расходомерной трубки (103).

12. Расходомер (20) по п.9, в котором косынка (260) из одной или более косынок (260) связывает друг с другом два или более участков расходомерной трубки (103).

13. Расходомер (20) по п.9, в котором косынка (260) из одной или более косынок (260) выполнена с возможностью увеличения частотного интервала между двумя или более модами колебаний.

14. Расходомер (20) по п.9, в котором косынка (260) из одной или более косынок (260) выполнена с возможностью увеличения разделительного интервала между частотой колебаний привода и частотой поперечных колебаний.

15. Расходомер (20) по п.14, в котором косынка (260) из одной или более косынок (260) выполнена с возможностью повышения частоты поперечных колебаний.

16. Расходомер (20) по п.9, в котором косынка (260) из одной или более косынок (260) содержит неотъемлемый участок расходомерной трубки (103).

17. Способ увеличения разделительного интервала между двумя или более колебательными частотами вибрационного расходомера, включающего в себя одну или более расходомерных трубок, и привод, выполненный с возможностью возбуждения колебаний одной или более расходомерных трубок на частоте привода в плоскости привода, при этом способ включает этап соединения косынки с одной расходомерной трубкой из одной или более расходомерных трубок так, что разделительный интервал между двумя или более колебательными частотами увеличивается.

18. Способ по п.17, при котором этап соединения косынки с расходомерной трубкой включает вытягивание косынки вдоль участка расходомерной трубки.

19. Способ по п.17, при котором этап соединения косынки с расходомерной трубкой включает вытягивание косынки, по существу, по всей длине расходомерной трубки.

20. Способ по п.17, при котором этап соединения косынки с расходомерной трубкой включает соединение друг с другом двух или более участков расходомерной трубки.

5 21. Способ по п.17, при котором две или более частот колебаний включают частоту привода и частоту поперечных колебаний.

22. Способ по п.21, при котором этап соединения косынки с расходомерной трубкой включает такое соединение косынки с двумя или более участками расходомерной трубки, что частота поперечной моды колебаний увеличивается.

10 23. Способ по п.17, при котором этап соединения косынки с расходомерной трубкой включает такое соединение косынки с двумя или более участками расходомерной трубки, что участку расходомерной трубки придается дополнительная жесткость.

15

20

25

30

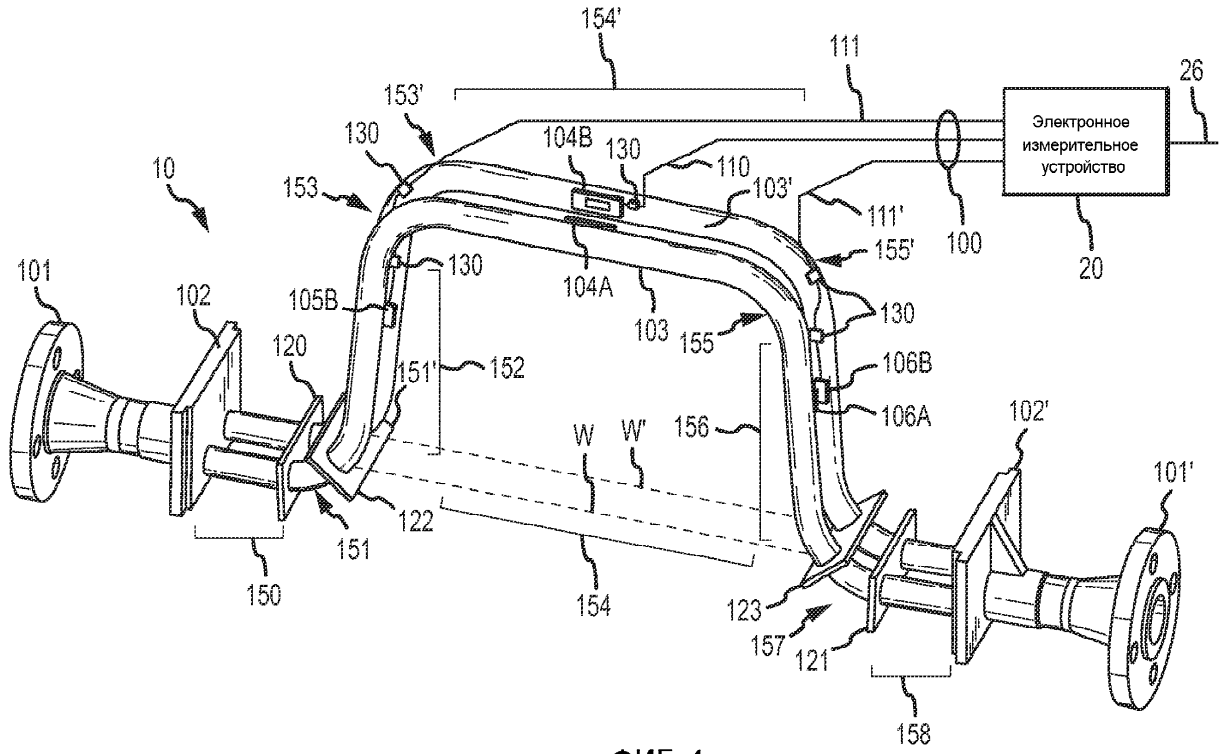
35

40

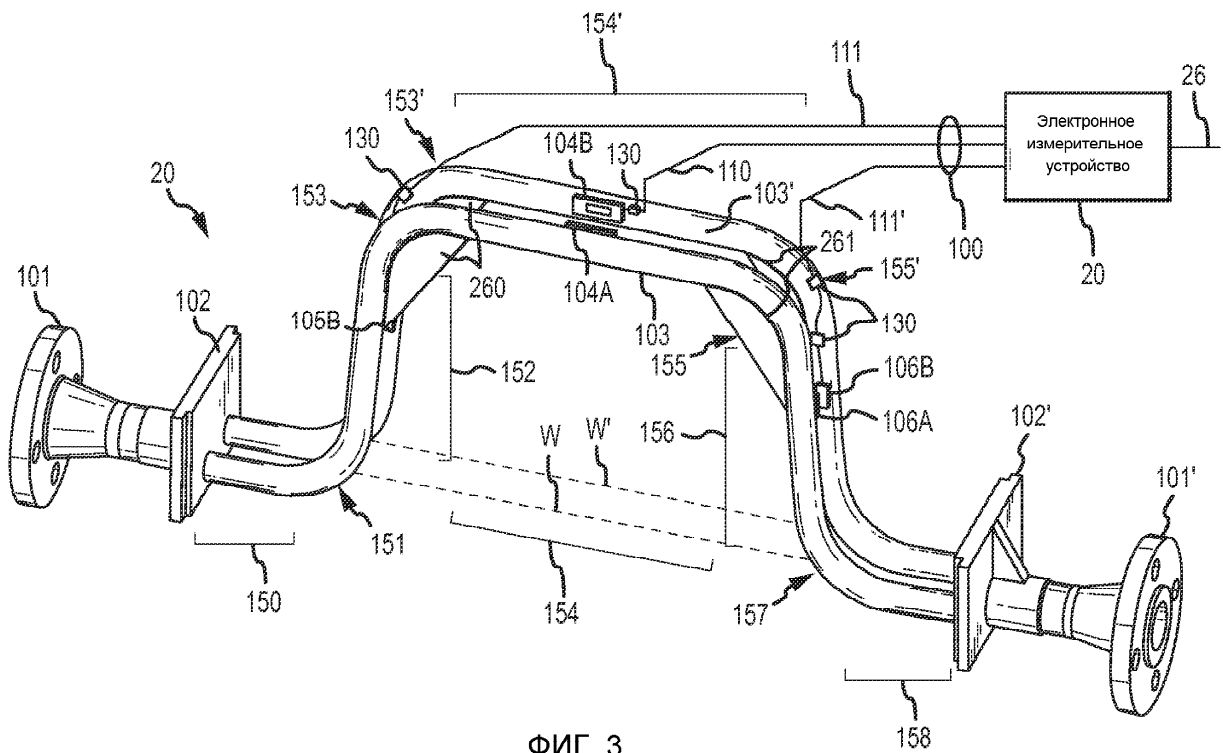
45

50

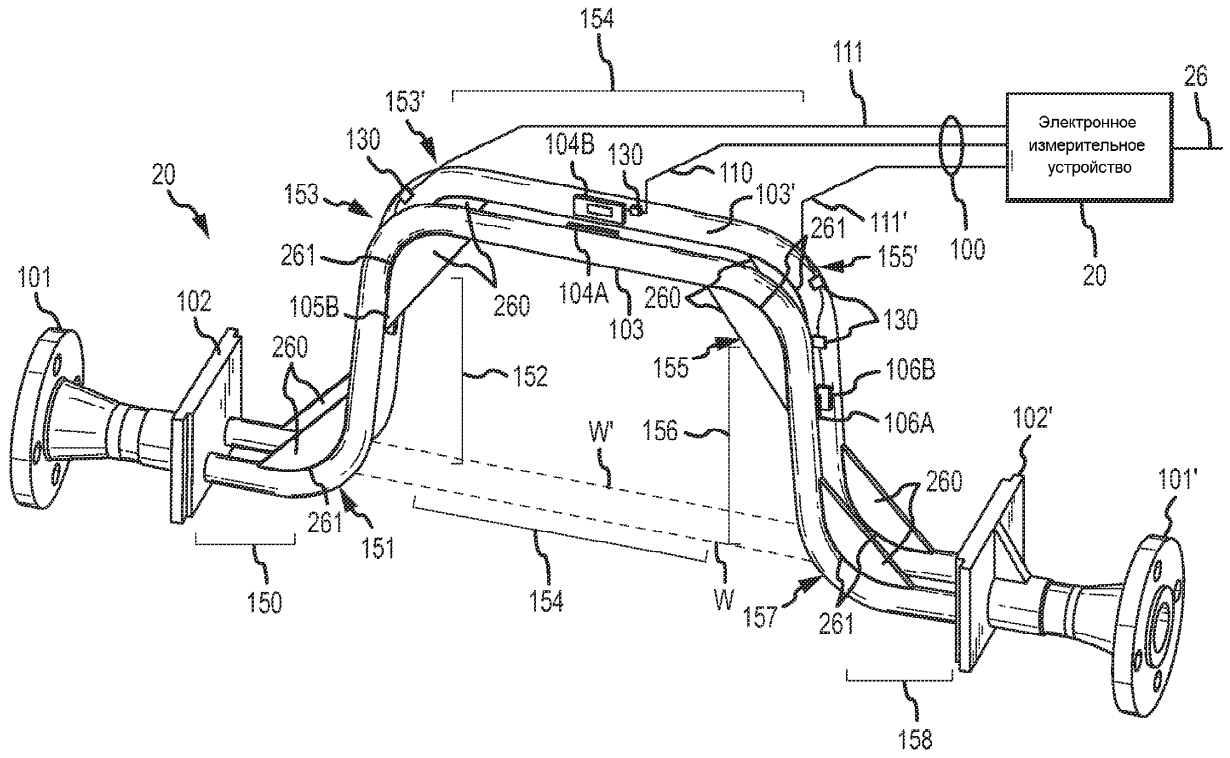




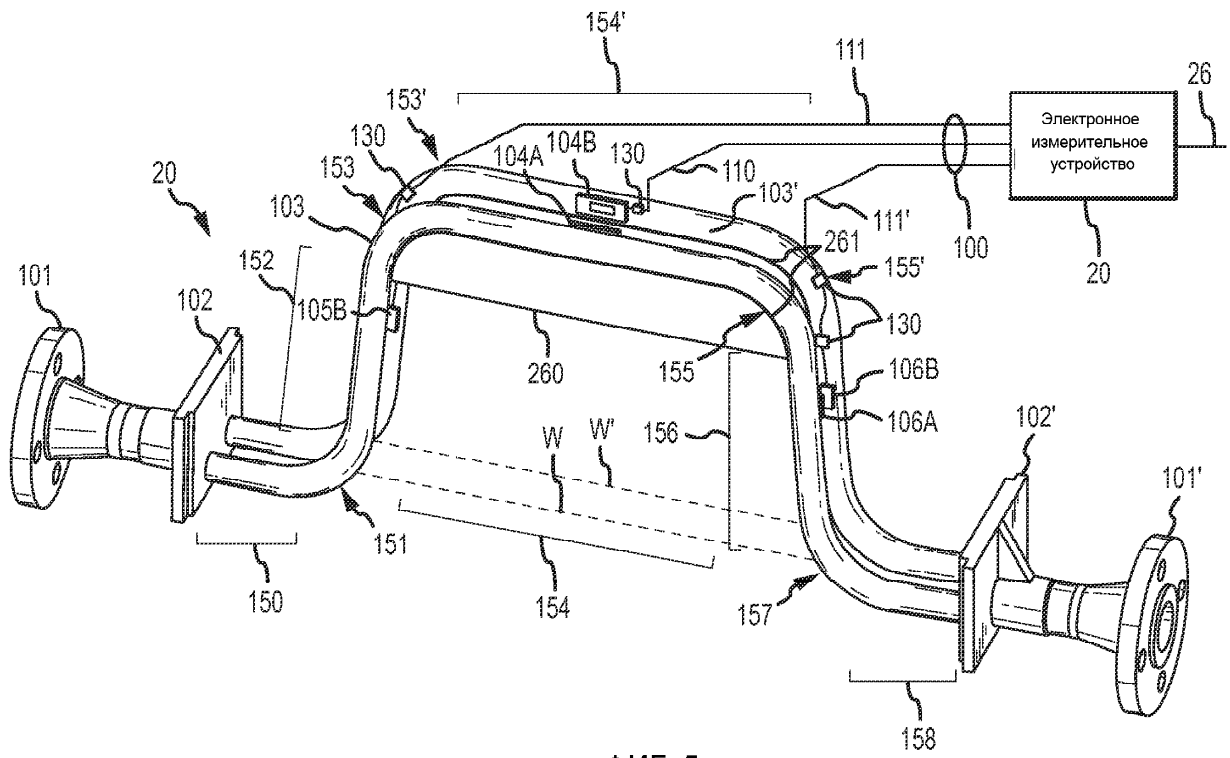
ФИГ. 1



ФИГ. 3

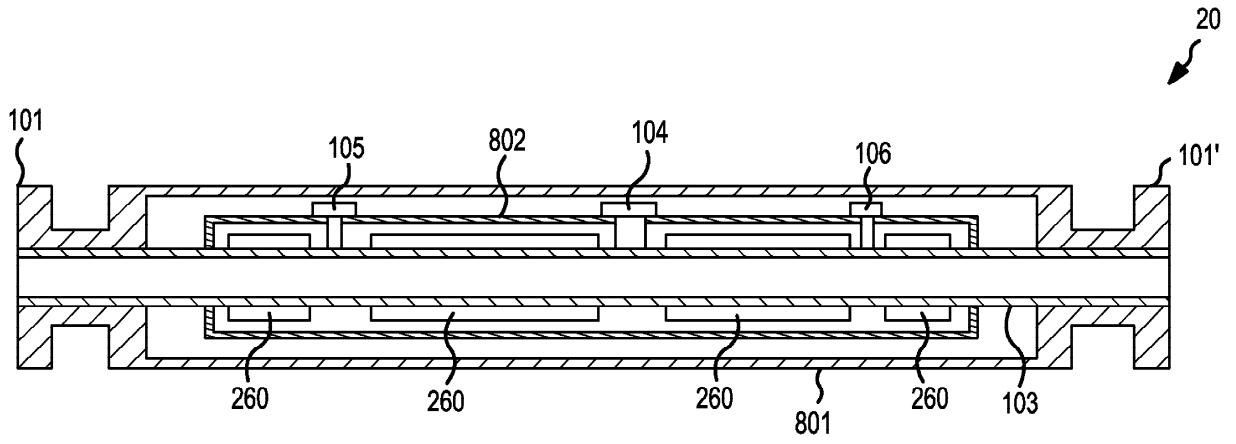


ФИГ. 4



ФИГ. 5





ФИГ. 8