



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013105472/28, 09.07.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
09.07.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 09.07.2010

(45) Опубликовано: 10.07.2014 Бюл. № 19

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: DE 3824351 A1, 25.01.1990. EP 0871017
A1, 14.10.1998. RU 2361179 C2, 10.07.2009. WO
2006/118557 A1, 09.11.2006(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 11.02.2013

(86) Заявка РСТ:

US 2010/041483 (09.07.2010)

(87) Публикация заявки РСТ:

WO 2012/005735 (12.01.2012)

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

ЛАНЕМ Грегори Трит (US),
ВЕРБАХ Кристофер А. (US),
ПАНКРАТЦ Энтони Уильям (US)

(73) Патентообладатель(и):

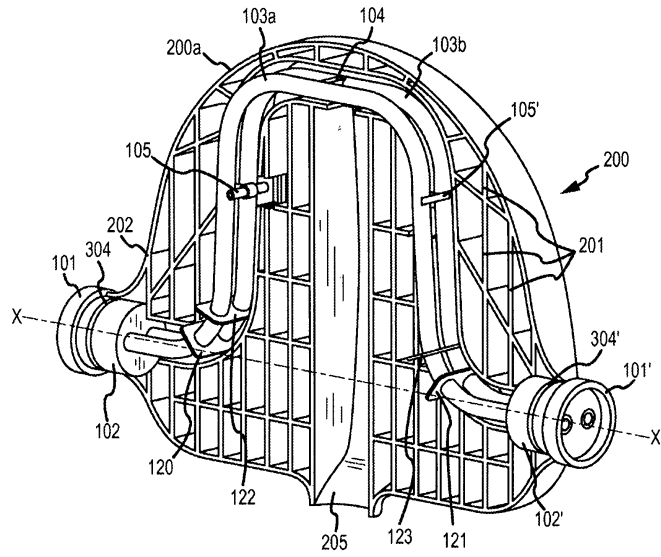
МАЙКРО МОУШН, ИНК. (US)

(54) **ВИБРАЦИОННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ, ВКЛЮЧАЮЩИЙ В СЕБЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ КОЖУХ**

(57) Реферат:

Вибрационный измеритель включает в себя один или несколько трубопроводов, сформированных из первого материала. Вибрационный измеритель дополнительно включает в себя привод, присоединенный к трубе одного или нескольких трубопроводов и сконфигурированный для возбуждения колебаний, по меньшей мере, участка трубопровода на одной или нескольких приводных частотах, и один или несколько измерительных преобразователей, присоединенных к трубе одного или нескольких трубопроводов и сконфигурированных для

регистрации движения колеблющегося участка трубопровода. Вибрационный измеритель дополнительно включает в себя кожух, покрывающий, по меньшей мере, участок одного или нескольких трубопроводов, привод и один или несколько измерительных преобразователей. Кожух сформирован из второго материала, имеющего более высокую характеристику демпфирования колебаний, чем первый материал. Технический результат - снижение риска возбуждения колебательной моды в кожухе измерителя приводной модой вибрационного измерителя. 2 н. и 17 з.п. ф-лы, 8 ил.



ФИГ.3

RU 2522252 031230 C1

RU 25222130 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2013105472/28, 09.07.2010**
 (24) Effective date for property rights:
09.07.2010
 Priority:
 (22) Date of filing: **09.07.2010**
 (45) Date of publication: **10.07.2014** Bull. № 19
 (85) Commencement of national phase: **11.02.2013**
 (86) PCT application:
US 2010/041483 (09.07.2010)
 (87) PCT publication:
WO 2012/005735 (12.01.2012)
 Mail address:
129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):
LANEM Gregori Trit (US),
VERBAKKh Kristofer A. (US),
PANKRATTs Ehntoni Uill'jam (US)
 (73) Proprietor(s):
MAJKRO MOUShN, INK. (US)

(54) **VIBRATION METER INCLUDING IMPROVED CASING**

(57) Abstract:

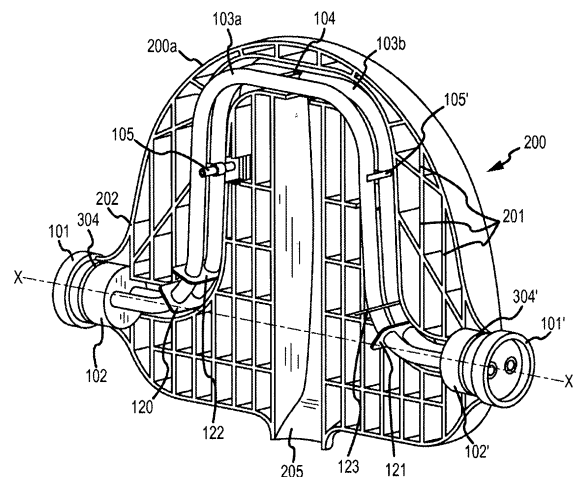
FIELD: measurement equipment.

SUBSTANCE: vibration meter includes one or more pipelines made from the first material. Additionally, the vibration meter includes a drive connected to the pipe of one or more pipelines and configured to excite oscillations at least of a pipeline section on one or more drive frequencies, and one or more measuring transducers connected to the pipe of one or more pipelines and configured to record the movement of the oscillating section of the pipeline. The vibration meter also includes a casing covering at least a section of one or more pipelines, a drive and one or more measuring transducers. The casing is made from the second material having higher oscillation damping characteristic than the first material.

EFFECT: reduction of excitation risk of an oscillating mode in the casing of the meter by a drive mode of

the vibration meter.

19 cl, 8 dwg



Фиг.3

RU 2 522 130 C1

RU 2 522 130 C1

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится к вибрационным измерителям и, более конкретно, к вибрационному измерителю с усовершенствованным кожухом измерителя.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

5 Вибрационные измерители, такие как, например, денситометры, объемные расходомеры и расходомеры Кориолиса, используются для измерения параметров текучих веществ, таких как, например, плотность, массовый расход, объемный расход, суммарный массовый расход, температура, и для измерения других параметров. Вибрационные измерители включают в себя один или несколько трубопроводов, 10 которые могут иметь разнообразные формы, например, они могут быть прямыми, U-образными, или иметь неправильные конфигурации.

Один или несколько трубопроводов имеют набор собственных колебательных мод, включая, например, простые изгибные, крутильные, радиальные и связанные моды. По меньшей мере, один привод заставляет колебаться один или несколько 15 трубопроводов на резонансной частоте на одной из этих мод, далее обозначаемых как приводная мода, с целью определения параметров вещества. Один или несколько электронных измерителей передают синусоидальный приводной сигнал, по меньшей мере, на один привод, который обычно представляет собой комбинацию магнит/ катушка, причем магнит обычно прикрепляется к трубопроводу, а катушка 20 прикрепляется к монтажной конструкции или к другому трубопроводу. Приводной сигнал заставляет привод возбуждать колебания одного или нескольких трубопроводов на приводной частоте приводной моды. Приводной сигнал может быть, например, периодическим электрическим током, подаваемым на катушку.

Один или несколько измерительных преобразователей регистрируют движение 25 трубопровода(-ов) и создают тензометрический сигнал, отображающий движение колеблющегося трубопровода(-ов). Измерительный преобразователь обычно представляет собой комбинацию магнит/катушка, с магнитом, обычно прикрепляемым к одному трубопроводу, и катушкой, прикрепляемой к монтажной конструкции или к другому трубопроводу. Сигнал измерительного преобразователя передается на одно 30 или несколько электронных устройств; и в соответствии с хорошо известными положениями сигнал измерительного преобразователя может быть использован одним или несколькими электронными устройствами для определения параметров вещества или для регулировки приводного сигнала, если это необходимо.

Как правило, в дополнение к трубопроводам, вибрационные измерители также имеют 35 одну или несколько деталей измерителя, например, кожух, основание, фланцы и т.д. Хотя по существу все дополнительные детали измерителя могут создать проблемы измерения вследствие их различных колебательных характеристик, колебательные характеристики кожуха обычно наиболее существенны и приводят к наиболее значимым проблемам измерения. Поэтому, хотя в нижеследующем рассмотрении в центре внимания 40 оказывается именно кожух, подобные же вибрационные проблемы и решения применимы к другим деталям измерителя. Проблемы измерения, связанные с различными деталями измерителя, возникают вследствие трудности разделения колебаний, связанных с трубопроводами, от колебаний, связанных с деталью измерителя, такой как кожух. Одна из причин возникновения проблемы заключается в том, что подобно 45 трубопроводам кожух также имеет одну или несколько собственных колебательных мод, включая, например, простые изгибные, крутильные, радиальные и поперечные моды. Конкретная частота, которая индуцирует колебательную моду, обычно зависит от множества факторов, например, от материала, используемого для формирования

кожуха, толщины кожуха, температуры, давления и т.д. Колебательные силы, создаваемые приводом или возникающие от других источников в технологической системе, например от насосов, могут заставить кожух колебаться на одной из его собственных мод. Трудно получить точное измерение параметра вещества в ситуациях, когда используемая для привода одного или нескольких трубопроводов частота приводной моды соответствует частоте, которая приводит к колебаниям кожуха на одной из его собственных колебательных мод. Колебательные моды кожуха могут интерферировать с колебаниями трубопроводов, приводя к ошибочным измерениям.

В технике предшествующего уровня имелись многочисленные попытки отделить частоты, которые провоцируют колебательную моду кожуха, от колебательной моды трубопроводов. Эти частоты могут содержать собственные резонансные частоты различных колебательных мод кожуха и заполненных флюидом трубопроводов. Например, кожух может быть сделан очень жестким и/или массивным, чтобы понизить частоты, которые провоцируют различные колебательные моды вдали от ожидаемой приводной моды трубопроводов. Оба эти варианта имеют серьезные недостатки. Увеличение массы и/или жесткости кожуха приводит к увеличению сложности и трудоемкости изготовления, что увеличивает стоимость и делает затруднительным монтаж вибрационного измерителя. Один конкретный вариант в технике предшествующего уровня для увеличения массы кожуха состоял в том, чтобы приварить металлические массы к имеющемуся кожуху. При таком подходе недостаточно рассеивается колебательная энергия, чтобы понизить резонансные частоты кожуха. Кроме того, этот подход часто оказывается дорогостоящим и приводит к неприглядному кожуху.

Одна из причин для перекрытия между приводной частотой и частотами, которые провоцируют колебательную моду в кожухе, заключается в том, что трубопроводы и кожух обычно формируются из подобных материалов, то есть оба формируются из металла. Хотя металлические кожухи предоставляют множество преимуществ, например, увеличенную прочность, повышение класса взрывобезопасности и т.д., металлические кожухи при изготовлении вибрационного измерителя существенно добавляют к его стоимости. Существенная добавка к стоимости, связанная с металлическим кожухом, обусловлена необходимостью сварки кожуха. Кроме того, существенное время и/или стоимость обуславливаются необходимостью адекватного разделения частот, которые провоцируют моды колебаний в кожухе от приводной частоты. Добавленная масса или толщина кожуха требуют не только дополнительного материала, но также и дополнительного времени на сборку. Поэтому использование металлического кожуха с металлическими трубопроводами имеет множество недостатков.

Настоящее изобретение преодолевает эти и другие проблемы, и достигается прогресс в данной области техники. Настоящее изобретение предоставляет вибрационный измеритель с улучшенным кожухом измерителя. Кожух измерителя сформирован из сильно демпфирующего материала. Резонансные частоты кожуха измерителя понижены и значительно отдалены от резонансных частот трубопроводов. Следовательно, по существу снижается риск того, что приводная мода вибрационного измерителя будет возбуждать колебательную моду в кожухе измерителя. Кроме того, затраты, связанные со сварным соединением, по существу исключаются с кожухом измерителя по настоящему изобретению.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

В соответствии с вариантом реализации изобретения предоставляется вибрационный измеритель. Вибрационный измеритель включает в себя один или несколько

трубопроводов, сформированных из первого материала. Вибрационный измеритель дополнительно содержит привод, присоединяемый к трубе одного или нескольких трубопроводов и сконфигурированный для возбуждения колебаний, по меньшей мере, участка трубопровода на одной или нескольких приводных частотах, и один или несколько измерительных преобразователей, соединенных с трубой одного или нескольких трубопроводов и сконфигурированных для регистрации движения колеблющегося участка трубопровода. В соответствии с вариантом реализации изобретения вибрационный измеритель дополнительно включает в себя кожух, покрывающий, по меньшей мере, участок одного или нескольких трубопроводов, привод и один или несколько измерительных преобразователей и сформированный из второго материала, имеющего более высокую, чем первый материал, характеристику демпфирования колебаний.

В соответствии с вариантом реализации изобретения предоставляется способ формирования вибрационного измерителя, содержащего один или несколько трубопроводов, сформированных из первого материала. Способ содержит этапы присоединения привода к трубе одного или нескольких трубопроводов, причем привод сконфигурирован для возбуждения колебаний, по меньшей мере, участка трубопровода на одной или нескольких приводных частотах, и присоединения одного или нескольких измерительных преобразователей к трубе одного или нескольких трубопроводов, причем один или несколько измерительных преобразователей сконфигурированы для регистрации движения колеблющегося участка трубопровода. В соответствии с вариантом реализации изобретения способ дополнительно содержит этап покрытия, по меньшей мере, участка одного или нескольких трубопроводов, привода и одного или нескольких измерительных преобразователей кожухом, сформированным из второго материала, имеющего более высокую, чем первый материал, характеристику демпфирования колебаний.

ОБЪЕКТЫ ИЗОБРЕТЕНИЯ

В соответствии с объектом изобретения вибрационный измеритель содержит: один или несколько трубопроводов, сформированных из первого материала; привод, соединенный с трубой одного или нескольких трубопроводов и сконфигурированный для возбуждения колебаний, по меньшей мере, участка трубопровода на одной или нескольких приводных частотах; один или несколько измерительных преобразователей, соединенных с трубой одного или нескольких трубопроводов и сконфигурированных для регистрации движения колеблющегося участка трубопровода; и кожух, покрывающий, по меньшей мере, участок одного или нескольких трубопроводов, привод и один или несколько измерительных преобразователей и сформированный из второго материала, имеющего более высокую характеристику демпфирования колебаний, чем первый материал.

Предпочтительно, кожух дополнительно содержит множество ребер.

Предпочтительно, вибрационный измеритель дополнительно содержит отверстие для трубопровода.

Предпочтительно, кожух дополнительно содержит сквозное отверстие для одного или нескольких подводящих кабелей подачи электропитания.

Предпочтительно, вибрационный измеритель дополнительно содержит основание, соединенное с кожухом, причем основание сформировано из второго материала.

Предпочтительно, первый материал представляет собой металл, и второй материал представляет собой пластик.

Предпочтительно, вибрационный измеритель дополнительно содержит один или несколько манифольдов, присоединенных к одному или нескольким трубопроводам и одному или нескольким отверстиям для манифольдов, сформированным в кожухе и приспособленным для приема одного или нескольких манифольдов.

5 Предпочтительно, вибрационный измеритель дополнительно содержит углубление, сформированное в каждом одном или нескольких отверстиях для манифольдов и сконфигурированное для приема элемента уплотнения, соединяемого с каждым одним или несколькими манифольдами.

10 Предпочтительно, вибрационный измеритель дополнительно содержит место разрыва, сформированное в кожухе и приспособленное для разрыва при заданном давлении.

Предпочтительно, по меньшей мере, участок вибрационного измерителя прозрачен.

В соответствии с другим объектом изобретения способ формирования вибрационного измерителя, включающего в себя один или несколько трубопроводов, сформированных из первого материала, содержит этапы:

15 присоединения привода к трубе одного или нескольких трубопроводов, причем привода, сконфигурированного для возбуждения колебаний, по меньшей мере, участка трубопровода на одной или нескольких приводных частотах;

20 присоединения одного или нескольких измерительных преобразователей к трубе одного или нескольких трубопроводов, причем одного или нескольких измерительных преобразователей, сконфигурированных для регистрации движения колеблющегося участка трубопровода; и

25 покрытия, по меньшей мере, участка одного или нескольких трубопроводов, привода и одного или нескольких измерительных преобразователей кожухом, сформированным из второго материала, имеющего более высокую характеристику демпфирования колебаний, чем первый материал.

Предпочтительно, способ дополнительно содержит этап формирования множества ребер в кожухе.

Предпочтительно, способ дополнительно содержит этап определения отверстия трубопровода.

30 Предпочтительно, способ дополнительно содержит этап формирования сквозного отверстия для одного или нескольких подводящих кабелей подачи электропитания в кожухе.

Предпочтительно, способ дополнительно содержит этапы присоединения основания к кожуху, причем основание сформировано из второго материала.

35 Предпочтительно, первый материал представляет собой металл, и второй материал представляет собой пластик.

40 Предпочтительно, кожух включает в себя одно или несколько отверстий для манифольда, приспособленных для приема одного или нескольких манифольдов, присоединенных к одному или нескольким трубопроводам, и способ дополнительно содержит этапы присоединения элемента уплотнения к каждому из манифольдов и вставления элемента уплотнения в углубление, сформированное в каждом из отверстий для манифольда, сформированных в кожухе.

Предпочтительно, способ дополнительно содержит этап формирования места разрыва в кожухе, которое приспособлено для разрыва при заданном давлении.

45 Предпочтительно, способ дополнительно содержит этап формирования, по меньшей мере, участка кожуха как прозрачного участка.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Фиг. 1 изображает вибрационный измеритель в соответствии с вариантом реализации

изобретения.

Фиг.2 - участок кожуха для вибрационного измерителя в соответствии с вариантом реализации изобретения.

5 Фиг.3 - вибрационный измеритель, расположенный в пределах участка кожуха в соответствии с вариантом реализации изобретения.

Фиг.4 - участок кожуха для вибрационного измерителя в соответствии с другим вариантом реализации изобретения.

Фиг.5 - кожух, покрывающий сборку датчика в соответствии с вариантом реализации изобретения.

10 Фиг.6 - вид частично разобранного вибрационного измерителя в соответствии с вариантом реализации изобретения.

Фиг.7а - диаграмма гистерезиса для металла.

Фиг.7б - диаграмма гистерезиса для пластика.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

15 Чертежи на фиг.1-7б 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 изобретения некоторые обычные объекты были упрощены или опущены. Специалисты в данной области техники увидят возможные вариации этих примеров, которые
20 находятся в пределах объема изобретения. Специалисты в данной области техники увидят, что описанные ниже признаки могут быть различным образом объединены, образуя многочисленные вариации изобретения. Таким образом, изобретение не ограничивается описанными ниже конкретными примерами, но только формулой и ее эквивалентами.

25 На фиг.1 показан вибрационный измеритель 5, как измеритель, содержащий сборку 10 датчика и один или несколько электронных измерителей 20. Вибрационный измеритель 5 может содержать расходомер Кориолиса, ультразвуковой расходомер, объемный расходомер, денситометр и т.д. Электронный измеритель 20 соединен со
30 сборкой 10 датчика с помощью кабельного соединения 100 для измерения параметров вещества, например, плотности флюида, массового расхода, объемного расхода, суммарного массового расхода, температуры, и для получения другой информации по каналу 26.

Сборка 10 датчика настоящего примера включает в себя пару фланцев 101, 101'; манифольды 102, 102'; привод 104; измерительный преобразователь 105, 105';
35 трубопроводы 103А, 103В. Привод 104 и измерительные преобразователи 105, 105' присоединены к трубопроводам 103А и 103В. Привод 104 показан прикрепленным к трубопроводам 103А, 103В в положении, где привод 104 может возбуждать колебания участка 150 трубопроводов 103А, 103В на приводной моде. Колеблющиеся участки 150 трубопроводов 103А, 103В колеблются вокруг изгибных осей W, W', соответственно.
40 Изгибные оси W, W', по меньшей мере, частично задаются стягивающими скобами 120-123, присоединенными к трубопроводам 103А, 103В. Следует отметить, что могут быть другие участки трубопроводов 103А, 103В, которые не колеблются или колеблются нежелательно. Эти так называемые "не колеблющиеся" участки 151 трубопроводов 103А, 103В представляют собой участок обычно ниже верхних стягивающих скоб 122, 123, например. Следует отметить, что только один колеблющийся участок 150 и один не колеблющийся участок 151 выделены. Однако, поскольку трубопроводы 103А, 103В по существу параллельны друг другу, участок трубопровода 103А, который колеблется, по существу идентичен колеблющемуся участку трубопровода 103В. Аналогично, не

колеблющийся участок трубопровода 103А по существу идентичен неколеблющемуся участку трубопровода 103В. Аналогично, неколеблющийся участок 151 идентифицируется только на впускном конце трубопроводов 103А, 103В; однако выпускные участки ниже выпускных стягивающих скоб 123, 121 аналогично

5 представляют собой неколеблющиеся участки трубопроводов 103А, 103В.

Измерительные преобразователи 105, 105' прикреплены к трубопроводам 103А, 103В для регистрации движения колеблющегося участка 150 трубопроводов 103А, 103В.

Поэтому в вибрационных измерителях представляет интерес колебание колеблющегося участка 150 трубопроводов 103А, 103В. Для простоты нижеследующего описания детали вибрационного измерителя 5, за исключением колеблющегося участка 150

10 трубопроводов 103А, 103В, привода 104, и измерительных преобразователей 105, 105', могут быть сгруппированы как детали измерителя, которые также могут иметь нежелательные колебания и интерферировать с колебанием трубопроводов 103А, 103В. Специалистам в данной области техники следует отметить, что в объем настоящего

15 изобретения входит использование рассматриваемых принципов вместе с любым типом вибрационного измерителя, включая в себя вибрационные измерители, не имеющие

возможностей измерения расходомера Кориолиса. Примеры таких устройств включают в себя, но без ограничения, вибрационные денситометры, объемные расходомеры и

т.д.

20 Фланцы 101, 101' настоящего примера соединены с манифольдами 102, 102'. Манифольды 102, 102' настоящего примера прикреплены к противоположным концам трубопроводов 103А, 103В. Когда сборка 10 датчика вставляется в трубопроводную магистраль (не показана), которая переносит вещество, вещество входит в сборку 10 датчика через фланец 101, проходит через впускной манифольд 102, где общее

25 количество материала направляется к трубопроводам 103А, 103В, протекает через трубопроводы 103А, 103В и назад в выпускной манифольд 102', где оно выходит из сборки 10 датчика через фланец 101'.

Как упомянуто выше, трубопроводы 103А, 103В могут управляться приводом 104 на приводной моде. В соответствии с вариантом реализации изобретения приводная

30 мода может быть, например, первой несинфазной изгибной модой, и трубопроводы 103А и 103В могут быть отобраны и соответственно установлены на впускной манифольд 102 и выпускной манифольд 102' так, чтобы иметь по существу одно и то же массовое распределение, моменты инерции и упругие модули относительно изгибных осей W и W', соответственно. Как показано, трубопроводы 103А, 103В вытянуты внешне

35 от манифольдов 102, 102' по существу параллельно. Хотя трубопроводы 103А, 103В показаны как имеющие общую U-образную форму, в рамках настоящего изобретения возможны другие формы трубопроводов 103А, 103В, например, прямой формы, или неправильной формы. Кроме того, в рамках настоящего изобретения возможно использование других мод в качестве приводной моды, отличных от первой несинфазной

40 изгибной моды.

В настоящем примере, где приводная мода содержит первую несинфазную изгибную моду, колеблющийся участок 150 трубопроводов 103А, 103В может возбуждаться

приводом 104 на резонансной частоте первой несинфазной изгибной моды в противоположных направлениях относительно их соответственных изгибных осей W

45 и W'. Привод 104 может содержать одну из многих известных структур, например, магнит, смонтированный на трубопроводе 103А, и противостоящую индукционную катушку, смонтированную на трубопроводе 103В. Переменный ток может проходить

через противостоящую катушку, заставляя оба трубопровода 103А, 103В осциллировать.

Подходящий приводной сигнал может быть подан одним или несколькими электронными измерителями 20 через соединительный кабель 110 на привод 104. Следует отметить, что хотя рассмотрение относится к двум трубопроводам 103А, 103В, в других вариантах реализации может быть предоставлен только единственный трубопровод.

5 В соответствии с вариантом реализации изобретения один или несколько электронных измерителей 20 производят приводной сигнал и передают его на привод 104 через соединительный кабель 110, что вынуждает привод 104 возбуждать колебания участка 150 трубопроводов 103А, 103В. В рамках настоящего изобретения возможно произвести множественные приводные сигналы для множественных приводов. Один или несколько
10 электронных измерителей 20 могут обработать левый и правый сигналы скорости от измерительных преобразователей 105, 105', чтобы рассчитать характеристику вещества, например, массовый расход. Канал 26 предоставляет входное и выходное средства, которые позволяют одному или нескольким электронным измерителям 20 взаимодействовать с оператором, как это хорошо известно в данной области техники.
15 Объяснение схемы одного или нескольких электронных измерителей 20 не необходимо, чтобы понять настоящее изобретение, и опущено для краткости данного описания. Следует отметить, что описание фиг.1 предоставляется исключительно как пример работы одного возможного вибрационного измерителя и не должно служить ограничению принципов настоящего изобретения.

20 На фиг.2 показан вид сечения участка кожуха 200 для вибрационного измерителя 5 в соответствии с вариантом реализации изобретения. Кожух 200 может быть предоставлен в виде двух или нескольких частей и склеен, защелкнут, сварен, запаян или иным образом однократно соединен на месте. Например, на фиг.2 показана только одна часть 200а кожуха 200. После сборки вторая соответствующая часть кожуха 200
25 может быть присоединена к первой части 200а так, чтобы по существу покрыть, по меньшей мере, участок сборки 10 датчика. В некоторых вариантах реализации две части кожуха 200 могут быть соединены только по участку периметра, обозначаемому в целом как 210. Альтернативно, две или несколько частей могут быть соединены во множественных местоположениях. Кожух 200 может быть предоставлен для покрытия,
30 по меньшей мере, участка трубопроводов 103А, 103В, привода 104 и измерительных преобразователей 105, 105' (см. фиг.3). Как можно видеть, кожух 200 может защитить трубопроводы 103А, 103В, привод 104 и измерительные преобразователи 105, 105', как хорошо известно в данной области техники.

Хотя кожухи предшествующего уровня техники восприимчивы к возбуждению
35 колебаний на одной или на нескольких колебательных модах вследствие перекрытия между приводной модой и резонансной частотой кожуха, кожух 200 настоящего изобретения сформирован из материала с резонансными частотами, требуемыми для возбуждения колебательной моды, существенно пониженными и отделенными далеко от частоты приводной моды. В соответствии с вариантом реализации изобретения
40 резонансные частоты кожуха 200 по существу отделены от частоты приводной моды посредством предоставления трубопроводов 103А, 103В, сформированных из первого материала, и посредством формирования кожуха 200 из второго материала, причем второй материал имеет более высокие характеристики демпфирования колебаний, чем первый материал. Как известно в данной области техники, демпфирование колебаний
45 представляет собой преобразование механической энергии (колебаний) в тепловую энергию. Тепло, создаваемое вследствие демпфирования, высвобождается механической системой в окружающую среду. Хотя демпфирование может быть охарактеризовано различным образом, одна конкретная характеристика демпфирования колебаний

представляет собой так называемый коэффициент потерь при демпфировании, η . Компонента коэффициента потерь при демпфировании, η , может быть выражена следующим образом:

$$\eta = D/2\pi W, \quad (1),$$

где:

η - коэффициент потерь при демпфировании;

D - энергия, рассеянная на единицу объема за цикл и

W - максимальная энергия деформации, сохраняемая в течение цикла.

Как можно видеть, более высокий коэффициент потерь при демпфировании реализуется в материалах, имеющих большую рассеянную энергию на единицу объема за цикл или меньшую максимальную энергию деформации, сохраняемую в течение цикла. Коэффициенты потерь при демпфировании для разнообразных материалов доступны в справочных таблицах, на диаграммах, на графиках и т.д. Альтернативно, коэффициент потерь при демпфировании конкретного материала может быть определен экспериментально. Поэтому первый и второй материалы могут быть выбраны так, что первый материал содержит меньший коэффициент потерь при демпфировании, чем второй материал. Примеры таких материалов представляют собой металлы и пластики/полимеры. Обычно большинство металлов имеет коэффициент потерь при демпфировании приблизительно порядка 0,001. И, напротив, пластики/полимеры имеют коэффициент потерь при демпфировании в пределах 0,01-2,0. Поэтому, выбирая металл для первого материала и пластик/полимер для второго материала, второй материал может показать характеристику демпфирования колебаний от 10 и до 2000 раз выше, чем характеристика демпфирования колебаний для первого материала. Одна из причин увеличения коэффициента потерь при демпфировании состоит в том, что пластики/полимеры испытывают вязкоупругое демпфирование, так же как фрикционные потери вследствие взаимодействия между волокнами и полимерами. И, напротив, большинство металлов характеризуется только намного меньшим уровнем вязкоупругого демпфирования по сравнению с пластиками/полимерами.

Различающиеся характеристики демпфирования колебаний первого и второго материалов дополнительно показаны на фиг.7а и 7б. На фиг.7а показана диаграмма гистерезиса входного напряжения относительно ответной деформации для одного цикла колебаний для первого материала. Область, заключенная в пределах эллипса, равна рассеянной энергии за цикл, что связано с коэффициентом потерь при демпфировании, η , обсуждаемом выше. На фиг.7б показана диаграмма гистерезиса входного напряжения относительно ответной деформации для одного циклического колебания для второго материала. Как можно видеть из сравнения двух диаграмм, область, заключенная в пределах эллипса для второго материала, показанная на фиг.7б, намного больше, чем область, заключенная в пределах эллипса для первого материала, что показано на фиг.7а. Поэтому диаграммы иллюстрируют, что второй материал имеет более высокую характеристику демпфирования колебаний, чем первый материал. Поэтому, если бы первый и второй материалы были подвергнуты по существу той же самой приведенной энергии колебаний, то первый материал содержал бы большую скорость колебаний, чем второй материал, поскольку второй материал содержит более высокие характеристики демпфирования колебаний. Поэтому пик резонансной частоты первого материала был бы больше, чем пик резонансной частоты второго материала.

В соответствии с вариантом реализации изобретения имеется колеблющийся участок 150 трубопроводов 103А, 103В, сформированных из металла, например. Это типично в данной области техники, и часто в качестве металла для формирования трубопроводов

103А, 103В используется титан, вследствие его очень хорошей коррозионной стойкости и вследствие его хороших тепловых свойств. В некоторых вариантах реализации может оказаться непрактичным соединять первый и второй материалы вместе с флюидонепроницаемым уплотнением. Поэтому в целом трубопроводы 103А, 103В могут быть сформированы из первого материала.

В соответствии с вариантом реализации изобретения, когда трубопроводы 103А, 103В сформированы из металла, кожух 200 может быть сформирован из пластика, например. Как рассмотрено выше, пластик имеет намного более высокие характеристики демпфирования колебаний, например, более высокий коэффициент потерь при демпфировании, чем металл, и поэтому частоты, необходимые для возбуждения колебательной моды в кожухе 200, по существу оказываются пониженными, хотя частоты, необходимые для возбуждения колебательной моды в трубопроводах 103А, 103В, остаются по существу незатронутыми. Следует отметить, что конкретные материалы, использованные для трубопроводов 103А, 103В и кожуха 200, представляют собой исключительно примеры и никоим образом не должны ограничивать объем притязаний настоящего изобретения. Однако следует отметить, что в соответствии с вариантом реализации изобретения трубопроводы 103А, 103В сделаны из первого материала, хотя кожух 200 сделан из второго материала, причем второй материал имеет более высокие характеристики демпфирования колебаний, чем первый материал. Другие примеры материалов с более высокими, чем у металлов, характеристиками демпфирования колебаний - это резина, углеволокно, стекловолокно, графит, стекло, древесина и т.д. Этот список не является исчерпывающим, и специалисты в данной области техники легко обнаружат другие подходящие материалы, с более высокими характеристиками демпфирования колебаний, которые могут использоваться для кожуха 200.

В соответствии с вариантом реализации изобретения, когда кожух 200 сформирован из пластика, то сварка, которая обычно требуется для металлических кожухов, может быть по существу исключена. В показанном варианте реализации вторая часть 200b кожуха 200 (см. фиг.5) может быть соединена с первой частью 200a кожуха 200, которая показана на фиг.2, используя склеивающее вещество, эпоксидную смолу, механический крепеж, защелки и т.д. Избегая необходимости в сварке частей кожуха, а также и сварке кожуха с основанием, например, по существу сокращаются и стоимость, и сложность, связанная со сборкой кожуха 200 вокруг остальной части сборки 10 датчика.

В соответствии с вариантом реализации изобретения второй материал, используемый для формирования кожуха 200, может не быть столь же прочным как металл, который обычно используется в технике предшествующего уровня. Поэтому настоящее изобретение осуществляет множество дополнительных признаков в кожухе 200, чтобы преодолеть различные недостатки, обычно связанные с более слабыми материалами, например, с пластиком. В показанном на фиг.2 варианте реализации кожух 200 включает в себя множество ребер 201. Ребра 201 могут быть предоставлены для усиления кожуха 200, при поддержании уменьшенного веса. Ребра 201 могут быть добавлены к кожуху 200 посредством присоединения ребер 201 к имеющейся оболочке 202. Альтернативно, кожух 200 может быть получен литьем, как хорошо известно в данной области техники, и ребра 201 могут быть сформованы в то же самое время, что и формование оболочки 202 в процессе литья. В некоторых вариантах реализации ребра 201 могут быть предоставлены для регулировки частот, требуемых для возбуждения колебательной моды в кожухе 200. Например, увеличивая число ребер 201 в кожухе 200 и/или интервал между ребрами 201, можно увеличить жесткость кожуха 200, тем самым увеличивая

демпфирование кожуха 200 для дополнительного снижения частот, требуемых для возбуждения колебательной моды в кожухе 200.

В соответствии с вариантом реализации изобретения кожух 200 может дополнительно включать в себя отверстие 203 для трубопровода. В соответствии с вариантом реализации изобретения отверстие 203 для трубопровода определяется множеством ребер 201. Отверстие 203 для трубопровода может иметь размеры и может иметь форму для приема трубопроводов 103А, 103В, например. В соответствии с вариантом реализации изобретения отверстие 203 для трубопровода может содержать область, по существу равную области, требуемой для трубопроводов 103А, 103В, колеблющихся с максимальной амплитудой колебаний, чтобы минимизировать поджатие, возникновение которого возможно в технике предшествующего уровня для кожухов, которые предоставляют намного больший открытый объем вокруг трубопроводов, чем это необходимо. И, напротив, с отверстием 203 для трубопровода, по существу окружающим трубопроводы 103А, 103В, кожух 200 может по существу уменьшить риск разрыва кожуха 200 в случае повреждения трубопровода.

В дополнение к отверстию 203 для трубопровода кожух 200 может включать в себя первое и второе отверстия 203, 203' для манифольдов, приспособленные для приема первого и второго манифольдов 102, 102' сборки 10 датчика. Отверстия 203, 203' для манифольдов могут дополнительно включать в себя углубления 204, 204', приспособленные для приема элементов 304, 304' уплотнения, например, О-образные кольца (см. фиг.3).

В соответствии с вариантом реализации изобретения кожух 200 дополнительно включает в себя сквозное отверстие 205 электропитания. Сквозное отверстие 205 электропитания может быть предоставлено для соединительных кабелей 100, связывающих привод 104, измерительные преобразователи 105, 105' и электронный измеритель 20. Хотя сквозное отверстие 205 электропитания показано как выступающее из кожуха 200 вблизи нижнего участка, следует отметить, что сквозное отверстие 205 электропитания может выходить из кожуха 200 в любом желаемом местоположении, и конкретное показанное местоположение никоим образом не должно ограничивать объем притязаний настоящего изобретения.

В соответствии с вариантом реализации изобретения кожух 200 может дополнительно включать в себя опору 224 привода и опору 225, 225' измерительных преобразователей. Опора 224 привода и опора 225, 225' измерительных преобразователей могут быть предоставлены в вариантах реализации, когда кожух 200 используется с вибрационным измерителем с единственным трубопроводом. Поэтому кожух 200 может предоставить по существу стационарную опору, напротив которой колеблется единственный трубопровод. Имеется преимущество в том, что отдельная стационарная пластина, или опора, не требуется.

Кожух 200 может предоставить взрывозащитный барьер. В соответствии с вариантом реализации изобретения кожух 200 может включать в себя место 215 разрыва при взрыве, которое предназначено для разрыва при заданном давлении, чтобы безопасно выпустить газы из кожуха 200 в определенном направлении. Заданное давление, при котором разрывается место 215 разрыва при взрыве, может быть ниже, чем давление, которое может безопасно выдерживать остальная часть кожуха 200. Место 215 разрыва при взрыве может содержать область кожуха 200 с уменьшенной толщиной, например. Место 215 разрыва при взрыве может быть сформировано во время процесса литья или может быть вырезано после того, как кожух 200 сформирован. Хотя место 215 разрыва при взрыве показано вблизи верхней части кожуха 200, следует отметить, что

место 215 разрыва при взрыве может быть расположено в любом желаемом положении.

На фиг.3 показан вибрационный измеритель 5, включающий в себя кожух 200 в соответствии с вариантом реализации изобретения. Как показано на фиг.3, кожух 200 может быть присоединен к манифольдам 102, 102', соответственно. Поскольку манифольды 102, 102' также присоединены к трубопроводам 103А, 103В, то колебания кожуха 200 могут легко быть спровоцированы трубопроводами 103А, 103В и мешать измерениям измерителя. Манифольды 102, 102' могут быть присоединены к отверстиям 203, 203' для манифольдов кожуха 200 в соответствии с известными способами, включающими в себя, но без ограничения, клейкие вещества, пайку твердым припоем, сварку, механический крепеж и т.д.

На фиг.3 дополнительно показаны уплотняющие элементы 304, 304'. Уплотняющие элементы 304, 304' могут быть присоединены к манифольдам 102, 102', соответственно. Когда сборка 10 датчика устанавливается внутри кожуха 200, уплотняющие элементы 304, 304' могут быть приняты углублениями 204, 204', например. Уплотняющие элементы 304, 304' могут обеспечить по существу флюидонепроницаемое уплотнение между манифольдами 102, 102' и отверстиями 203, 203' для манифольдов. В некоторых вариантах реализации по существу флюидонепроницаемое уплотнение между манифольдами 102, 102' и отверстиями 203, 203' для манифольдов может обеспечить необходимое соединение, чтобы поддерживать сборку 10 датчика на месте в пределах кожуха 200. Кроме того, во многих вариантах реализации манифольды 102, 102' могут быть сформированы из материала, подобного первому материалу, то есть из металла, тогда как кожух 200 сформирован из второго материала, то есть из пластика. В дополнение к первому и второму материалам, имеющим по существу различные характеристики демпфирования колебаний, первый и второй материалы могут также иметь по существу различные тепловые свойства. Например, первый и второй материалы могут иметь различные коэффициенты теплового расширения. Поэтому, в некоторых вариантах реализации, уплотняющие элементы 304, 304' могут содержать резиновые O-образные кольца или подобное, что может согласовать различные тепловые расширения, когда трубопроводы 103А, 103В и кожух 200 подвергаются изменяющимся температурам. Поэтому, в некоторых вариантах реализации, уплотняющие элементы 304, 304' могут содержать сильно демпфирующий материал, например резиновые O-образные кольца, и могут обеспечить дополнительное разделение колебаний между трубопроводами 103А, 103В и кожухом 200, а также тепловую компенсацию, чтобы уменьшить тепловое напряжение между трубопроводами 103А, 103В и кожухом 200.

В соответствии с вариантом реализации изобретения уплотняющие элементы 304, 304' могут быть сконфигурированы так, чтобы позволить манифольдам 102, 102' вращаться вокруг их общей оси X, по существу предотвращая движение в направлении, перпендикулярном к общей оси X. Это ограничение на поперечное движение может по существу уменьшить потенциальное повреждение фланцев 101, 101' и другого имеющегося оборудования.

Как показано на фиг.3, привод 104 установлен вблизи сквозного отверстия 205 электропитания. Соединительные кабели 100 могут, поэтому, легко протягиваться от кожуха 200 через сквозное отверстие 205 электропитания.

На фиг.4 показан кожух 200 в соответствии с другим вариантом реализации изобретения. Показанный на фиг.4 вариант реализации подобен описанным выше вариантам реализации; однако, на фиг.4 показана печатная монтажная плата (PCB) 440. Плата PCB 440 может быть соединена с частью кожуха 200 и может быть закреплена по существу стационарно. Плата PCB 440 может быть предоставлена для передачи

приводного сигнала на привод 104, передачи тензометрического сигнала от измерительных преобразователей 105, 105' или и для того, и для другого. Кроме того, подводящие кабели 400 могут быть присоединены к РСВ 440 и взаимодействовать с электронным измерителем 20, например. Хотя показаны три соединительных кабеля, следует отметить, что может быть предоставлено любое число соединительных кабелей.

В соответствии с вариантом реализации изобретения РСВ 440 может также включать в себя дисплей 441. Дисплей 441 может быть предоставлен для отображения различных параметров оператору и/или установочных параметров вибрационного измерителя 5. В некоторых примерах кожух 200 может включать в себя прозрачный участок (см. фиг.5), который позволяет пользователю видеть дисплей 441 без удаления кожуха 200.

На фиг.5 показан кожух 200, по существу окружающий участок вибрационного измерителя 5 в соответствии с вариантом реализации изобретения. В показанном варианте реализации кожух 200 содержит прозрачный участок 560. Следует отметить, что в других вариантах реализации по существу весь кожух 200 может быть сформирован из прозрачного материала. Как упомянуто выше, прозрачный участок 560 может быть предоставлен для видимости дисплея 441, расположенного в пределах кожуха 200. В некоторых вариантах реализации прозрачный участок 560 может включать в себя частично деформируемые участки, которые позволяют пользователю, или оператору, иметь доступ к одной или нескольким нажимным клавишам 561, предоставленным на РСВ 400, например. Нажимные клавиши 561 могут позволить пользователю, или оператору, изменять, регулировать или рассматривать различные установочные параметры вибрационного измерителя 5.

Как можно видеть из фиг.5, с этими двумя, или несколькими, соединенными частями 200a, 200b кожух 200 по существу включает в себя участок сборки 10 датчика.

Единственные участки, выступающие от кожуха 200, - это фланцы 101, 101'. Следует отметить, что показанный на фиг.5 вариант реализации представляет собой просто один пример, и в других вариантах реализации больше или меньше частей сборки 10 датчика может выступать от собранного кожуха 200.

Также выступают из кожуха 200 соединительные кабели 400, которые связываются с РСВ 440. Соединительные кабели 400 могут связываться с электронным измерителем 20, тогда как ранее описанные соединительные кабели 100 могут обеспечить связь между РСВ 440 и приводом 104 и измерительными преобразователями 105, 105'.

На фиг.6 показан вид частично разобранного вибрационного измерителя 5 в соответствии с другим вариантом реализации изобретения. В показанном на фиг.6 варианте реализации трубопроводы 103A, 103B присоединены к основанию 640. В соответствии с вариантом реализации изобретения основание 640 дополнительно присоединено к монтажным блокам 641A, 641B. Монтажные блоки 641A, 641B могут предоставить средство для прикрепления основания 640 к технологической линии (не показана) или манифольду (не показан).

В соответствии с вариантом реализации на фиг.6 кожух 200 сформирован из единственной части вместо предоставления множественных частей. Кожух 200 дополнительно присоединен к основанию 640. Как показано на фиг.6, кожух 200 включает в себя множество фиксаторов 660. Фиксаторы 660 предоставляются для размещения механического крепежа (не показан). Механический крепеж может быть посажен в пределах фиксаторов 660 и входить в отверстия 661, сформированные в основании 640, и в отверстия 662, сформированные в монтажных блоках 641A, 641B. В соответствии с вариантом реализации изобретения механический крепеж может содержать U-образные болты, например, которые устанавливаются поверх кожуха

200.

В соответствии с вариантом реализации изобретения вибрационный измеритель 5 может также включать в себя уплотняющий элемент 650, располагаемый между кожухом 200 и основанием 640. Уплотняющий элемент 650 может содержать резиновое O-образное кольцо, например. В соответствии с вариантом реализации изобретения 5 уплотняющий элемент 650 может быть предоставлен для дополнительного предотвращения нежелательных колебаний кожуха 200 от трубопроводов 103А, 103В. Кроме того, уплотняющий элемент 650 может предоставить по существу флюидонепроницаемое уплотнение между кожухом 200 и основанием 640.

10 В соответствии с вариантом реализации изобретения, в дополнение к кожуху 200, формируемому из второго материала, который по существу отличается от материала, используемого для формирования трубопроводов 103А, 103В, основание 640 и/или монтажные блоки 641А, 641В могут быть сформированы из второго материала. Альтернативно, основание 640 и/или монтажные блоки 641А, 641В могут быть 15 сформированы из третьего материала, который отличается и от первого, и от второго материалов. В соответствии с вариантом реализации изобретения третий материал может содержать материал, который имеет более высокие характеристики демпфирования колебаний, чем первый материал. Поэтому частоты колебаний, которые провоцируют колебательную моду в основании 640 или монтажных блоках 641А, 641В, 20 могут быть по существу ниже, чем приводная частота. Преимущество заключается в том, что подобно кожуху 200 нежелательные колебания от основания 640 и монтажных блоков 641А, 641В по существу уменьшаются.

В соответствии с вариантом реализации изобретения кожух 200 сформирован так, что разделение частот между частотой, которая провоцирует колебательную моду в 25 кожухе, и частотой приводной моды составляет больше, чем 1 Гц. Более предпочтительно, разделение частот больше чем 3-5 Гц, исходя из ожидаемых плотностей флюида. В некоторых вариантах реализации кожух 200 может быть сформирован для поддержания достаточного разделения частот для диапазона изменений плотностей флюида. Например, резонансные частоты кожуха 200 могут оставаться ниже частоты 30 приводной моды даже при многофазном потоке. Степень разделения частот может быть отрегулирована, исходя из конкретного материала, используемого для кожуха 200, и/или конкретной конфигурации кожуха 200.

Следует отметить, что хотя кожух 200 используется как пример, другие детали измерителя, исключая колеблющийся участок 150 трубопроводов 103А, 103В, привод 35 104 и измерительные преобразователи 105, 105', могут быть аналогично сформированы из второго материала для отделения резонансных частот компонентов измерителя от ожидаемой приводной частоты. Поэтому, настоящее изобретение не должно быть ограничено кожухом 200, сформированным из второго материала, который имеет более высокие характеристики демпфирования колебаний, чем первый материал, используемый 40 для формирования колеблющегося участка трубопроводов 103А, 103В.

Настоящее изобретение, как описано выше, предоставляет вибрационный измеритель с улучшенными возможностями измерений. Вибрационные измерители предшествующего уровня техники последовательно сталкиваются с проблемами измерений, вызванными 45 перекрытиями колебаний на частоте приводной моды и частотой, которая провоцирует колебательную моду в кожухе измерителя. Напротив, настоящее изобретение предоставляет вибрационный измеритель с улучшенным кожухом измерителя. Улучшенный вибрационный измеритель предоставляет трубопроводы, сформированные из первого материала, и кожух, сформированный из второго материала. Второй

материал содержит характеристики демпфирования колебаний, которые отличаются от таковых для первого материала. Конкретно, второй материал имеет более высокие характеристики демпфирования колебаний, чем первый материал. Следовательно, различные резонансные частоты, которые провоцируют колебательную моду в кожухе измерителя, сформированном из второго материала, по существу уменьшены и отделены от ожидаемых частот приводной моды. В результате, вибрационный измеритель настоящего изобретения не имеет проблем с перекрытием колебаний, которое типично и создает проблемы для измерителей предшествующего уровня техники.

Подробные описания вышеупомянутых вариантов реализации не представляют собой исчерпывающие описания всех вариантов реализации, рассматриваемых авторами как находящиеся в пределах объема притязаний изобретения. Действительно, специалисты в данной области техники распознают, что некоторые элементы вышеописанных вариантов реализации могут быть по-разному объединены или устранены, чтобы создать дополнительные варианты реализации, и такие дополнительные варианты реализации находятся в пределах объема притязаний и принципов изобретения. Специалистам в данной области техники также будет очевидно, что вышеописанные варианты реализации могут быть объединены полностью или частично, чтобы создать дополнительные варианты реализации в пределах объема притязаний и принципов изобретения.

Таким образом, хотя конкретные варианты реализации и соответствующие примеры изобретения описаны здесь в иллюстративных целях, различные эквивалентные модификации возможны в пределах объема притязаний изобретения, как распознают специалисты в данной области техники. Предоставленные здесь принципы могут быть применены к другим вибрационным системам, а не только именно к вариантам реализации, описанным выше и показанным на сопровождающих чертежах. Соответственно, объем притязаний изобретения должен быть определен из следующей формулы.

Формула изобретения

1. Вибрационный измеритель (5), содержащий:
 - один или несколько трубопроводов (103А, 103В), сформированных из первого материала;
 - привод (104), присоединенный к трубе одного или нескольких трубопроводов (103А, 103В) и сконфигурированный для возбуждения колебаний, по меньшей мере, участка трубопровода на одной или нескольких приводных частотах;
 - один или несколько измерительных преобразователей (105, 105'), присоединенных к трубе одного или нескольких трубопроводов (103А, 103В) и сконфигурированных для регистрации движения колеблющегося участка (150) трубопровода; и
 - кожух (200), покрывающий, по меньшей мере, участок одного или нескольких трубопроводов (103А, 103В), привод (104) и один или несколько измерительных преобразователей (105, 105') и сформированный из второго материала, имеющего более высокую характеристику демпфирования колебаний, чем первый материал.
 2. Вибрационный измеритель (5) по п. 1, причем кожух (200) дополнительно содержит множество ребер (201).
 3. Вибрационный измеритель (5) по п. 1, дополнительно содержащий отверстие (203) для трубопровода.
 4. Вибрационный измеритель (5) по п. 1, причем кожух (200) дополнительно содержит сквозное отверстие (205) для одного или нескольких подводящих кабелей (100)

электропитания.

5. Вибрационный измеритель (5) по п.1, дополнительно содержащий основание (440), присоединяемое к кожуху (200), причем основание (440) сформировано из второго материала.

5 6. Вибрационный измеритель (5) по п.1, причем первый материал представляет собой металл, и второй материал представляет собой пластик.

7. Вибрационный измеритель (5) по п.1, дополнительно содержащий один или несколько манифольдов (102, 102'), присоединяемых к одному или нескольким трубопроводам (103А, 103В), и одно или несколько отверстий (203, 203') для
10 манифольдов, сформированных в кожухе (200) и приспособленных для приема одного или нескольких манифольдов (102, 102').

8. Вибрационный измеритель (5) по п.7, дополнительно содержащий углубление (204, 204'), сформированное в каждом одном или нескольких отверстиях (203, 203') для манифольдов и сконфигурированное для приема элемента (304, 304') уплотнения,
15 присоединяемого к каждому одному или нескольким манифольдам (102, 102').

9. Вибрационный измеритель (5) по п.1, дополнительно содержащий место (215) разрыва, сформированное в кожухе (200) и приспособленное для разрыва при заданном давлении.

10. Вибрационный измеритель (5) по п.1, причем, по меньшей мере, участок (560)
20 кожуха (200) прозрачен.

11. Способ формирования вибрационного измерителя, включающего в себя один или несколько трубопроводов, сформированных из первого материала, содержащий этапы:

присоединения привода к трубе одного или нескольких трубопроводов, причем
25 привод сконфигурирован для возбуждения колебаний, по меньшей мере, участка трубопровода на одной или нескольких приводных частотах;

присоединения одного или нескольких измерительных преобразователей к трубе
одного или нескольких трубопроводов, причем один или несколько измерительных преобразователей сконфигурированы для регистрации движения колеблющегося участка
30 трубопровода; и

покрытия, по меньшей мере, участка одного или нескольких трубопроводов, привода и одного или нескольких измерительных преобразователей кожухом, сформированным из второго материала, имеющего более высокую характеристику демпфирования колебаний, чем первый материал.

35 12. Способ по п.11, дополнительно содержащий этап формирования множества ребер в кожухе.

13. Способ по п.12, дополнительно содержащий этап обеспечения отверстия для трубопровода.

40 14. Способ по п.11, дополнительно содержащий этап формирования сквозного отверстия в кожухе для одного или нескольких подводящих кабелей подачи электропитания.

15. Способ по п.11, дополнительно содержащий этапы присоединения основания к кожуху, причем основание сформировано из второго материала.

45 16. Способ по п.11, причем первый материал представляет собой металл, и второй материал представляет собой пластик.

17. Способ по п.11, причем кожух включает в себя одно или нескольких отверстий для манифольда, приспособленных для приема одного или нескольких манифольдов, присоединенных к одному или нескольким трубопроводам, и способ дополнительно

содержит этапы присоединения элемента уплотнения к каждому из манифольдов и вставления элемента уплотнения в углубление, сформированное в каждом из отверстий для манифольда, сформированных в кожухе.

5 18. Способ по п.11, дополнительно содержащий этап формирования места разрыва в кожухе, которое приспособлено для разрыва при заданном давлении.

19. Способ по п.11, дополнительно содержащий этап формирования, по меньшей мере, участка кожуха как прозрачного.

10

15

20

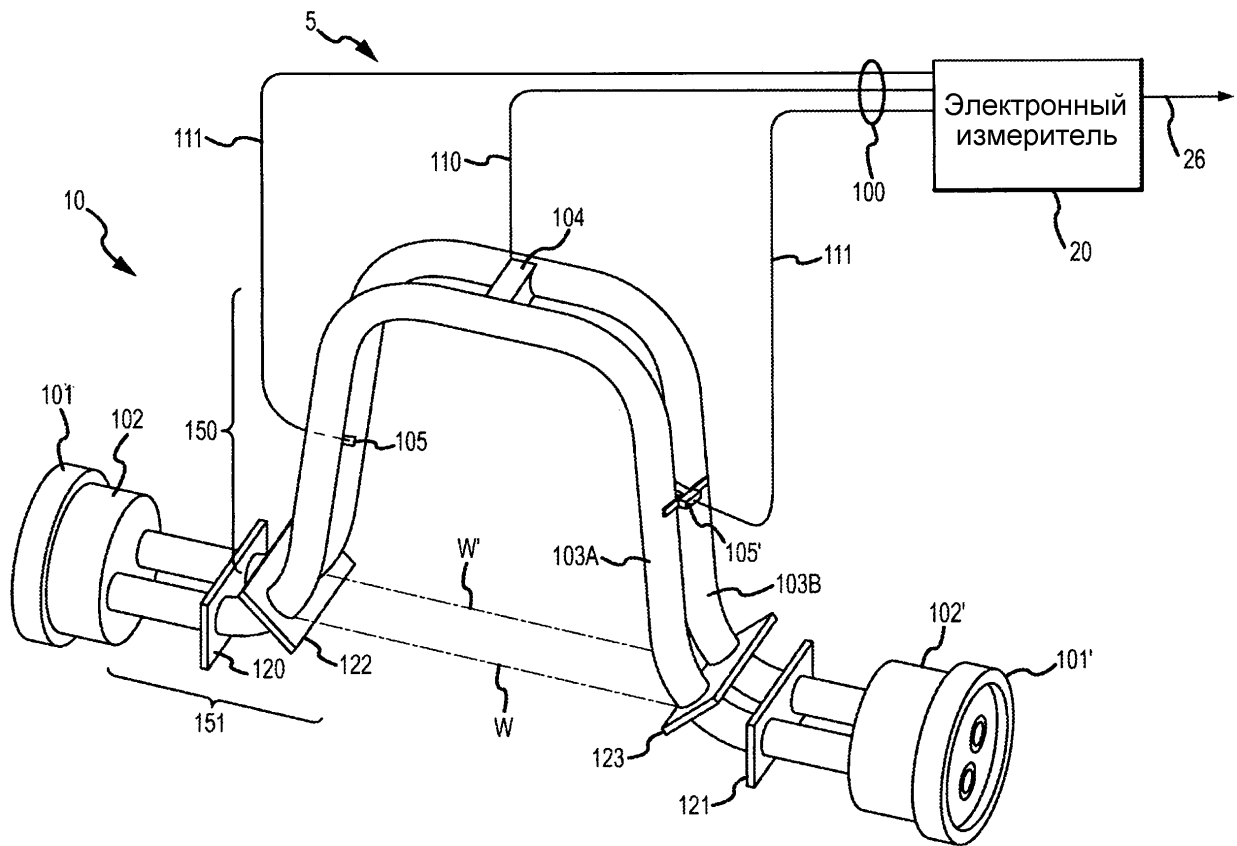
25

30

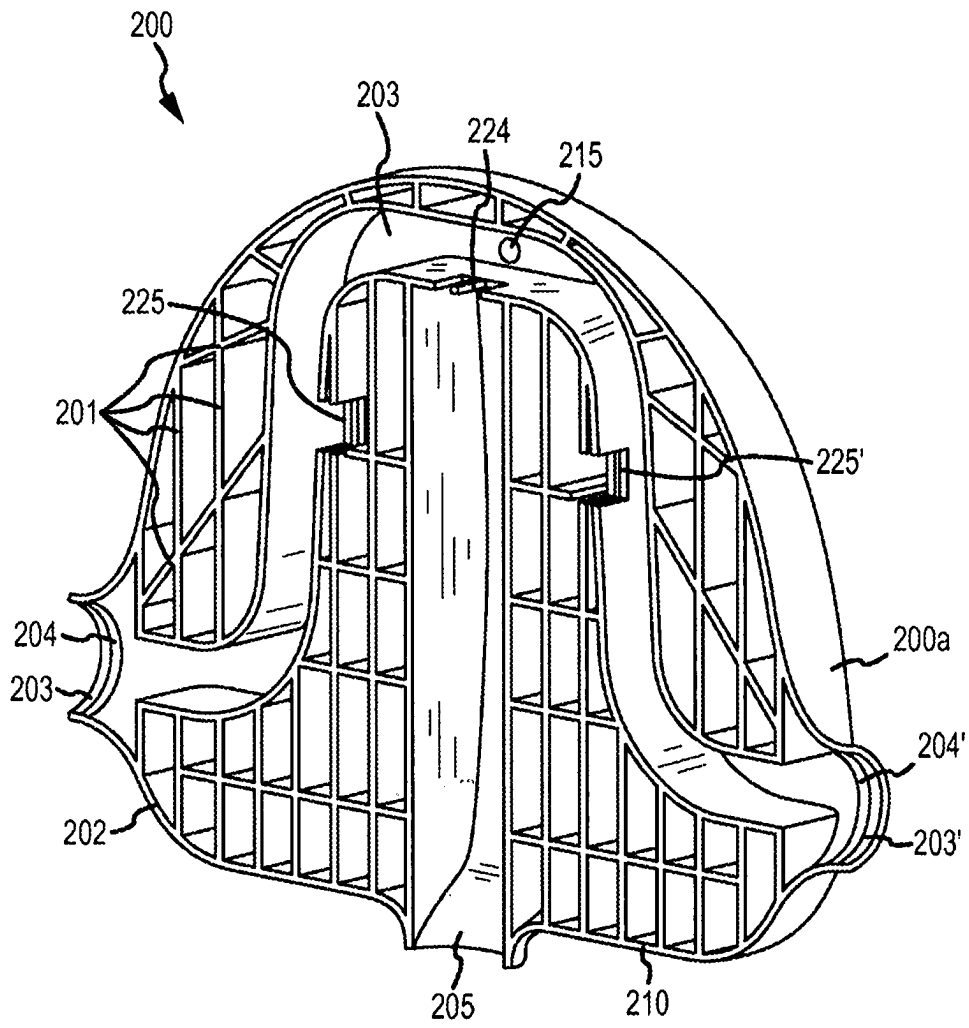
35

40

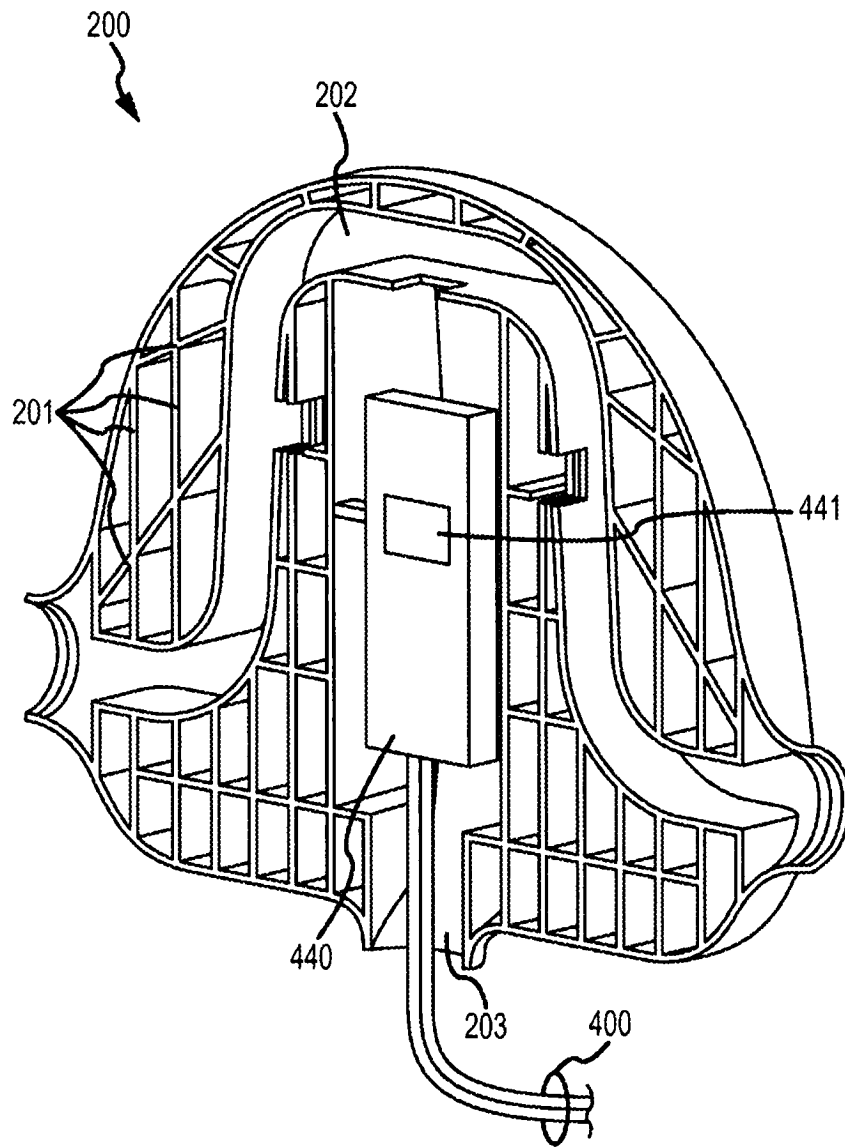
45



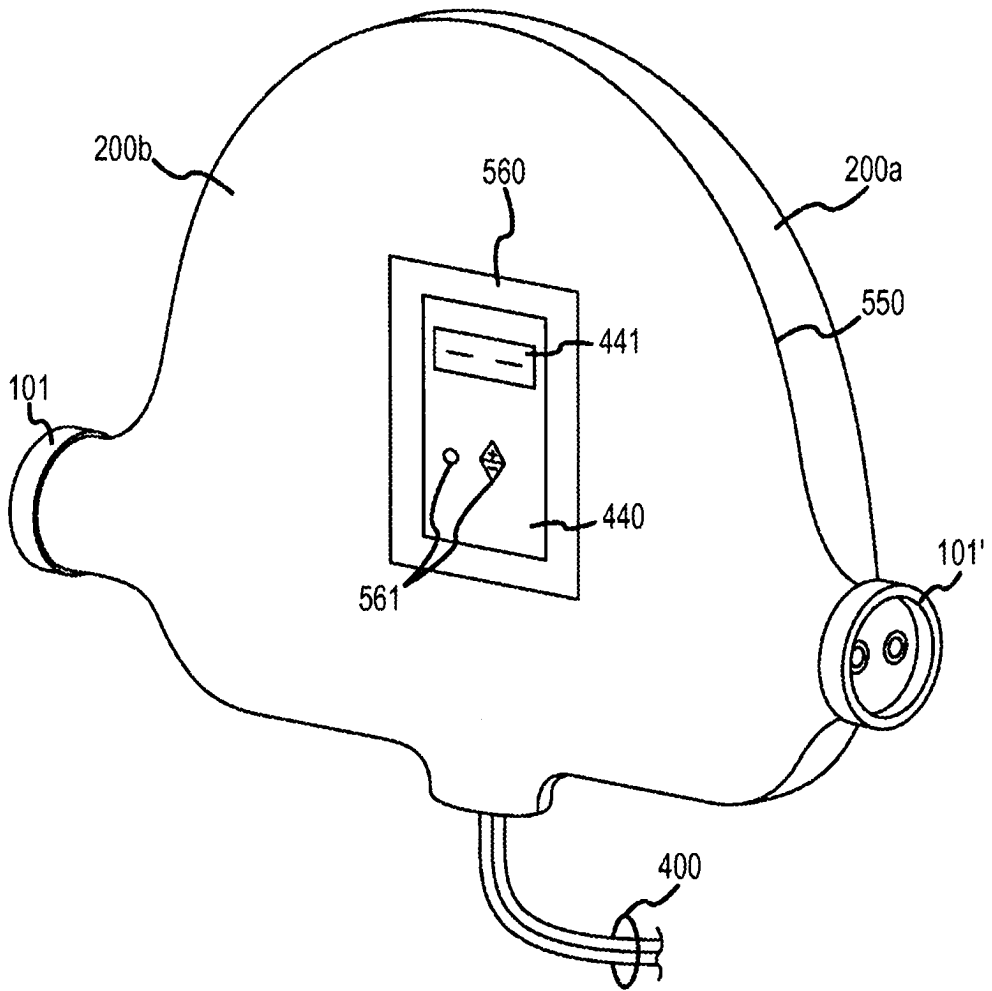
Фиг. 1



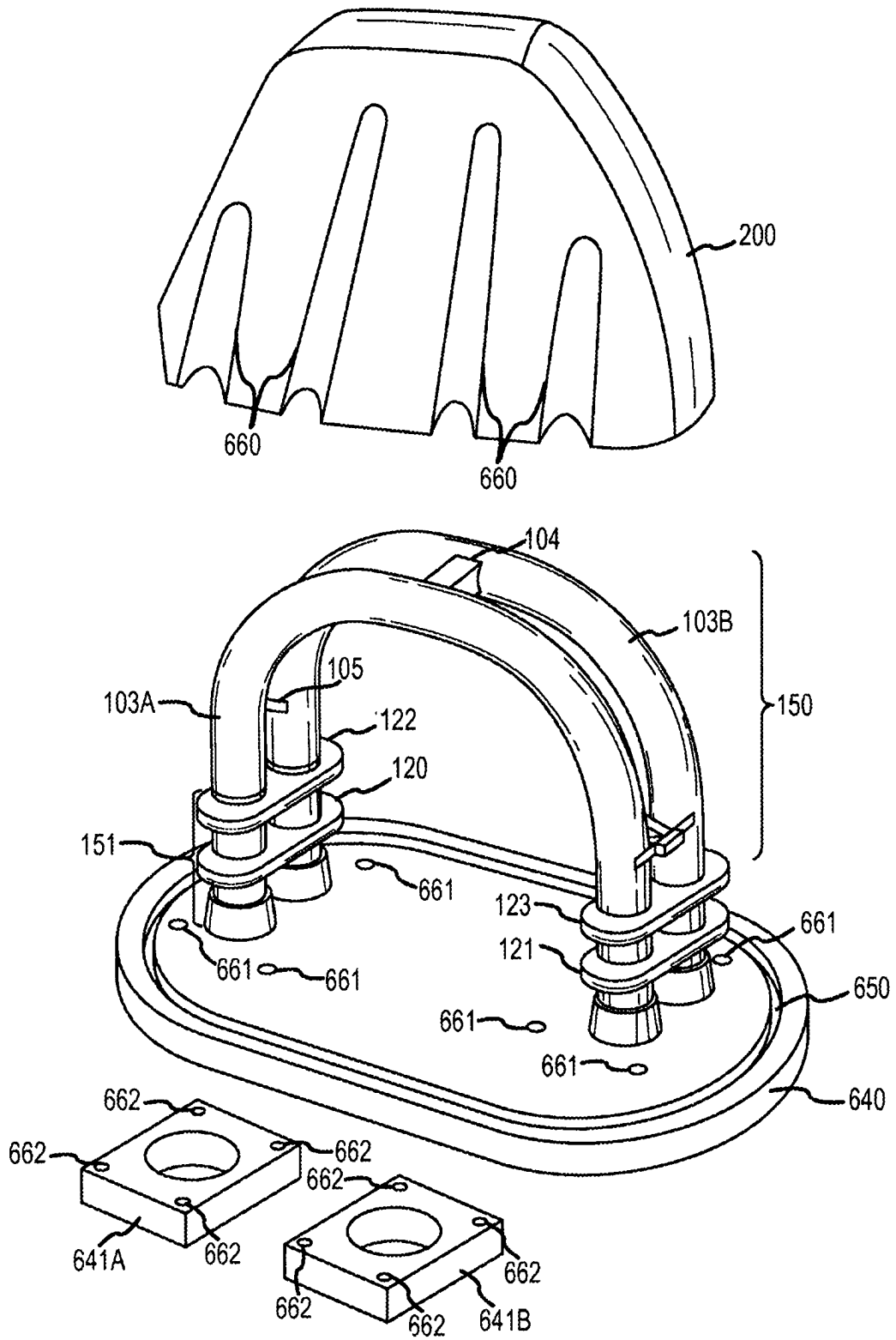
ФИГ.2



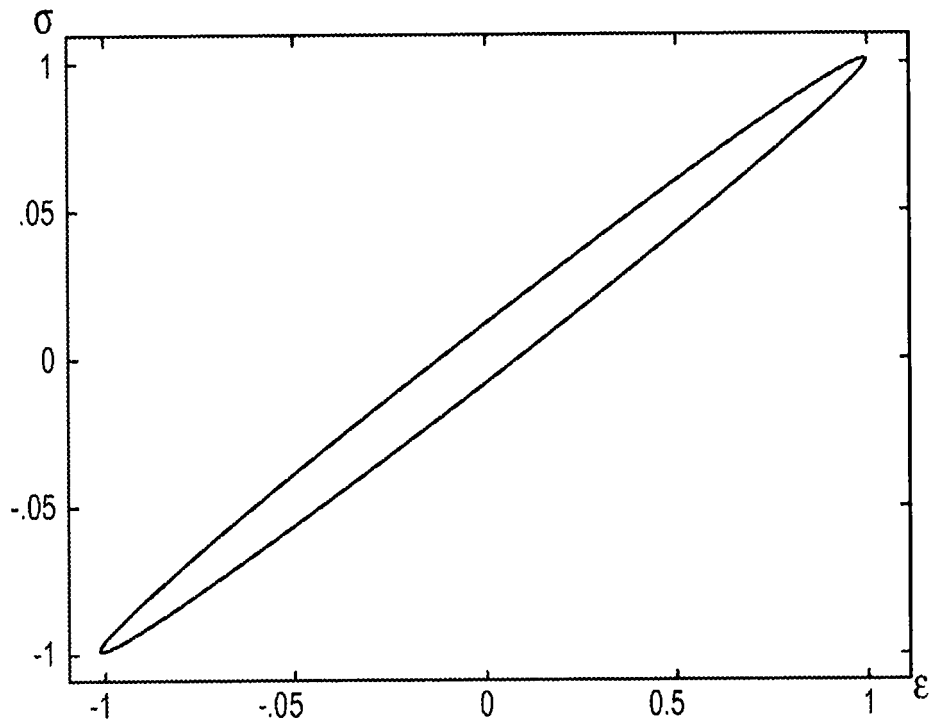
ФИГ.4



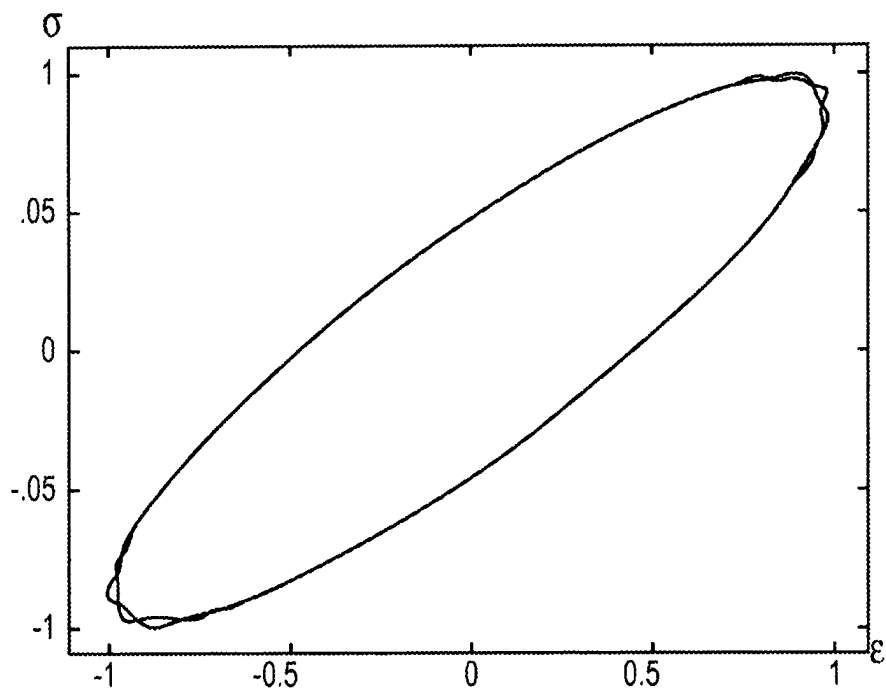
ФИГ.5



ФИГ.6



Фиг.7а



Фиг.7б