

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202490244**

(13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2024.05.07

(51) Int. Cl. **G01F 1/66 (2022.01)**
G01F 1/667 (2022.01)

(22) Дата подачи заявки
2022.09.15

(54) УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ПОТОКА И РАСХОДА ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ

(31) **2021127974**

(32) **2021.09.23**

(33) **RU**

(86) **PCT/RU2022/050292**

(87) **WO 2023/048599 2023.03.30**

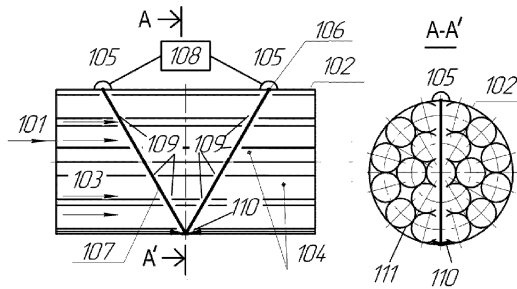
(71)(72) Заявитель и изобретатель:

**ДЕРЕВЯГИН АЛЕКСАНДР
МИХАЙЛОВИЧ; ДЕРЕВЯГИН ГЛЕБ
АЛЕКСАНДРОВИЧ (RU)**

(74) Представитель:

Медведев В.Н. (RU)

(57) Предложено устройство для измерения скорости потока и расхода текучей среды, проходящей в основном направлении потока, содержащее корпус, средство для разделения потока текучей среды на множество потоков, причем каждый из множества потоков проходит в выделенном для него канале, расположенном в корпусе, пару ультразвуковых преобразователей в корпусе, предназначенных для формирования и приема ультразвуковых волн, пересекающих каналы, и генерации электрических сигналов, средство для направления ультразвуковых волн по акустическому пути, пересекающему каналы; средство для вычисления скорости потока и расхода текучей среды с использованием сформированных электрических сигналов. Также предложен способ, в котором используется вышеуказанное устройство для измерения скорости и расхода потока текучей среды.



**202490244
A1**

**202490244
A1**

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-302294EA/022

УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ПОТОКА И РАСХОДА ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Изобретение относится к области ультразвукового измерения параметров потока текучей среды, протекающей по трубопроводу. В частности, изобретение может использоваться для измерения скорости потока текучих сред, таких как нефть, газ, вода или их комбинации.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Из уровня техники известны устройства для измерения скорости текучих сред.

Известным из уровня техники решениям присущи недостатки, вызванные наличием турбулентного потока в зоне измерения, в результате чего точность измерений снижается.

Для уменьшения влияния турбулентности потока в зоне измерения рекомендуется монтировать расходомер на прямолинейных участках без изменения сечения на протяжении 5...10 диаметров трубы до и после расходомера. Однако наличие таких больших прямолинейных участков требует значительных материальных затрат и отведения дополнительного пространства для обустройства таких прямолинейных участков. Более того, точность поддержания прямолинейности на всем этом участке также должна быть соблюдена. На трубопроводах малых диаметров прямолинейность в большинстве случаев обеспечивается автоматически. Но с увеличением диаметра трубопровода соблюсти и проконтролировать необходимую прямолинейность становится все труднее. Также на точность измерений расходомера влияют низкочастотные периодические колебания, связанные с колебаниями гидростатического напора, например, колебания, обусловленные наличием вихревых движений потока при прохождении криволинейных участков.

Также для уменьшения влияния турбулентности потока в зоне измерения, сглаживания пульсаций скорости потока текучей среды, вызванных периодическими вихрями, срывающимися с различных плохо обтекаемых элементов корпуса расходомера (например, вход трубопровода в корпус, выход трубопровода, изменение диаметров внутри трубопровода, наличие неровностей при производстве корпуса), и поперечными потоками, в расходомерах предусматривают наличие средств выравнивающих входной поток, установленных перед измерительным средством, т.е. до зоны измерения.

Из уровня техники известно решение RU 2019139464 в котором предусмотрено наличие средств выравнивающих входной поток, установленных перед измерительным средством, таких как хонейкомб или детурбулизирующая сетка. Эти средства позволят улучшить поле скоростей и уменьшить скосы и степени турбулентности потока.

Также в решении RU 2735416 представлен вариант осуществления, в котором во входной камере предусмотрено средство, выравнивающие входной поток, такое как

хонейком 2 в виде решетки с ячейками квадратной или шестиугольной формы, установленный до зоны измерения вдоль оси корпуса. Это средство позволит улучшить поле скоростей и уменьшить скосы и степени турбулентности потока.

Однако, следует отметить, что установка таких средств, выравнивающих входной поток, до зоны измерения не позволит исключить влияния плохо обтекаемых элементов внутри корпуса расходомера (например, переход трубопровода внутри корпуса, переход корпуса расходомера в трубопровод, изменение диаметров внутри корпуса расходомера, наличие технологических отверстий в корпусе расходомера, наличие неровностей при производстве корпуса) на результаты измерения ввиду того, что невозможно предсказать поведение текучей среды внутри корпуса расходомера после средств выравнивания.

С целью преодоления вышеуказанных недостатков предложено устройство для измерения скорости потока и расхода текучей среды, проходящей в основном направлении потока, содержащее корпус, средство для разделения потока текучей среды на множество потоков, причем каждый из множества потоков проходит в выделенном для него канале, расположенном в корпусе по меньшей мере одну пару ультразвуковых преобразователей, установленных в корпусе и предназначенных для формирования и приема ультразвуковых волн, пересекающих каналы, и для генерации электрических сигналов в ответ на прием ультразвуковых волн; средство для направления ультразвуковых волн по акустическому пути, пересекающему по меньшей мере часть из каналов; средство для вычисления скорости потока и расхода текучей среды с использованием сформированных электрических сигналов.

Также предложен способ измерения скорости потока и расхода текучей среды, протекающей в основном направлении потока, в котором пропускают текучую среду через устройство, и выдают показание измерения скорости потока текучей среды и расхода текучей среды.

Заявленное решение позволяет исключить влияние плохо обтекаемых элементов внутри корпуса расходомера на результаты измерения ввиду того, что текучая среда в зоне измерения внутри корпуса расходомера будет состоять из множеств потоков, каждый из которых будет проходить в выделенном для него канале меньшего диаметра, чем основной трубопровод, и прямолинейность таких каналов может быть обеспечена при производстве расходомера.

Более того, предложенное решение позволит отказаться от использования длинных прямолинейных участков, и, соответственно, снизит материальные затраты и уменьшит необходимое пространство для обустройства прямолинейных участков.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

В соответствии с описанием предложено устройство для измерения скорости потока и расхода текучей среды, проходящей в основном направлении потока, содержащее корпус, средство для разделения потока текучей среды на множество потоков, причем каждый из множества потоков проходит в выделенном для него канале, расположенном в корпусе по меньшей мере одну пару ультразвуковых преобразователей,

установленных в корпусе и предназначенных для формирования и приема ультразвуковых волн, пересекающих каналы, и для генерации электрических сигналов в ответ на прием ультразвуковых волн; средство для направления ультразвуковых волн по акустическому пути, пересекающему по меньшей мере часть из каналов; средство для вычисления скорости потока и расхода текучей среды с использованием сформированных электрических сигналов. Также предложен способ, в котором используется вышеуказанное устройство для измерения скорости и расхода потока текучей среды.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ФИГУР

Фиг.1А-1G - представлен вариант осуществления, в котором разделение основного потока текучей среды осуществляется с помощью множества труб, установленных параллельно основному направлению потока и закрепленных внутри корпуса устройства для измерения скорости потока и расхода текучей среды.

Фиг.2 - представлен вариант осуществления, в котором разделение основного потока текучей среды в корпусе осуществляется с помощью пары перпендикулярных основному потоку пластин с отверстиями, каждое из которых выходит в трубку, соединяющую отверстия в пластинах.

Фиг.3А-3С - представлен вариант осуществления, в котором разделение основного потока текучей среды осуществляется с помощью сквозных отверстий, выполненных параллельно основному направлению потока в сплошном корпусе устройства для измерения скорости потока и расхода текучей среды.

На Фиг.4А-4С - представлен вариант осуществления, в котором для направления ультразвуковых волн по акустическому пути используется пара отверстий в корпусе, совокупность отверстий во множестве каналов и совокупность отражающих поверхностей.

ФИГ.5А-5С - схематически представлены варианты осуществления отверстий в трубках и отражающих поверхностей.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

На Фиг.1А-1G схематически представлено измерительное устройство (100) для измерения скорости потока текучей среды, протекающей в трубопроводе в основном направлении (101) потока, показанном стрелкой. Измерительное устройство содержит соединенный с трубопроводом корпус (102), выполненный в виде любого тела вращения, предпочтительно, корпус может представлять собой удлиненный цилиндр. Корпус можно получить любым известным из уровня техники способом, например, сваркой, ковкой или штамповкой из стального листа.

В корпусе расположено средство для разделения потока текучей среды на множество потоков (103), причем каждый из множества потоков проходит в выделенном для него канале (104).

В качестве средства для разделения потока текучей среды на множество потоков может выступать множество трубок (111), установленных параллельно основному направлению потока (101) и закрепленных внутри корпуса (102), также возможен вариант

крепления трубок между собой. Площади поперечных сечений каждой из множества трубок могут быть одинаковыми - фиг.1Е. Поперечные сечения трубок могут иметь различные формы, например, круг, овал, квадрат, шестиугольник, либо их комбинации. Возможны варианты осуществления, в которых площади поперечных сечений каждой из множества трубок могут быть неодинаковыми - фиг.1F.

Также возможен вариант на фиг.1D, в котором трубка (111) дополнительно разделена на множество более мелких каналов, например, внутри трубки (111) закреплены множество других трубок (111'), в этом случае предусмотрено сквозное отверстие, которое проходит через стенки трубки (111) и по меньшей мере через часть стенок трубок (111'), для обеспечения прохода ультразвуковых волн насквозь трубок (111). В этом и других вариантах осуществления ультразвуковые волны не обязательно должны проходить через каждую из трубок (111').

Поскольку через все каналы поток идет с одинаковой скоростью, то достаточно измерить скорость потока только в части каналов с определенной погрешностью и эту погрешность подтвердить на калибровочном стенде.

Кроме того, наличие каналов в зоне измерения позволит снизить влияние внешних акустических помех, а также обеспечить многократное прохождение акустического сигнала через поток и исключить влияние бокового переотражения волн на точность измерения. При этом многократное прохождение ультразвуковых волн через множество трубок позволит повысить точность измерения.

С целью измерения скорости потока и расхода текучей среды устройство (100) содержит по меньшей мере одну пару ультразвуковых преобразователей (105), разнесенных по потоку, и предназначенных для измерения скорости потока текучей среды, проходящей через по меньшей мере часть из множества каналов (104), установленных снаружи корпуса (102). По меньшей мере одна пара ультразвуковых преобразователей (105) предназначена для формирования и приема ультразвуковых волн, проходящих через множество каналов (104), и для формирования электрических сигналов в ответ на прием ультразвуковых волн, который направляется для обработки в средство (108) для вычисления скорости потока и расхода текучей среды с использованием сформированных электрических сигналов. Средство (108) представляет собой процессорный блок, реализованный аппаратными или программными средствами, либо их комбинациями.

По меньшей мере одна пара ультразвуковых преобразователей (105) может быть разнесена по потоку и установлена в одной плоскости на одной стороне корпуса (102)-фиг.1А, 1В, либо установлена на противоположных плоскостях по обе стороны корпуса (102), фиг.1С, 1Е).

Каждый из пары ультразвуковых преобразователей (105) имеет излучающую поверхность (114), по существу совмещенную с внутренней поверхностью корпуса (102) и параллельную оси корпуса, фиг.4С.

Использование преобразователя с широкой диаграммой направленности

акустического излучателя позволит совместить излучающую поверхность ультразвукового преобразователя с внутренней поверхностью корпуса. Такое совмещение поверхностей позволит снизить риск загрязнения преобразователя по сравнению с вариантом установки преобразователя под углом, в котором образуется углубление. Такая конструкция имеет более простую технологию установки преобразователя в отверстие, выполненное под прямым углом.

Также устройство (100) для измерения скорости потока и расхода текучей среды снабжено средством для направления ультразвуковых волн по акустическому пути (107), проходящему между по меньшей мере одной парой ультразвуковых преобразователей (105) и через множество каналов (104).

В качестве средства для направления ультразвуковых волн по акустическому пути (107) используется по меньшей мере пара отверстий (106) в корпусе (102), совмещенных с по меньшей мере одной парой ультразвуковых преобразователей (105), причем через отверстия (106) ультразвуковые волны проходят внутрь корпуса (102) и выходят наружу из корпуса (102). Для направления ультразвуковых волн внутри корпуса (102) используются сквозные отверстия (109) через трубки (111).

Также, для направления ультразвуковых волн может использоваться совокупность отражающих поверхностей (110), установленных на внутренней поверхности корпуса - фиг.1А, 1F и/или совокупность отражающих поверхностей (112), установленных на внешней поверхности трубок, фиг.4В. На фиг.1F представлен вариант осуществления, в котором акустический путь имеет два отражения внутри корпуса, на фиг. 1G имеется четыре отражения внутри корпуса, причем профиль акустического пути представляет собой «пятиконечную звезду».

Отражающая поверхность (110), (112) может представлять собой пластину, предназначенную для приема и направления ультразвуковых волн по акустическому пути. Также в пластине может быть предусмотрена вогнутая искривленная поверхность, либо сама пластина может представлять собой вогнутую искривленную поверхность, для приема и фокусировки на принимающий преобразователь и направления ультразвуковых волн по акустическому пути. Вогнутая искривленная поверхность позволит сфокусировать расходящиеся ультразвуковые волны от одного преобразователя и направить их на другой преобразователь с увеличением мощности сигнала, фиг.5С.

Пластина может быть прикреплена посредством одного из сварки, клея, разборного соединения, либо интегрирована с трубкой и формируется при производстве трубки.

В варианте осуществления на фиг.2 представлен другой вариант осуществления средства для разделения потока текучей среды на множество потоков, представляющее собой пару пластин (201), установленных, на входе в корпус (102) и на выходе из корпуса (102), перпендикулярно основному направлению потока (101), причем каждая из пластин (201) содержит множество отверстий (202), каждое из которых выходит в трубку (203), закрепленную в отверстии (202), в результате множество трубок (203) проходят внутри

корпуса (102) между пластинами (201).

На фиг.3А-3В схематически представлен еще один вариант осуществления изобретения в котором корпус (102) является сплошным и средство для разделения потока текучей среды на множество потоков представляет собой множество сквозных отверстий (301), выполненных параллельно основному направлению потока (101) в сплошном корпусе (102). Также, в этом варианте предусмотрены отверстия (302) в сплошном корпусе (102) по ходу следования акустического пути (107). Такой вариант осуществления не предусматривает наличие отражающих поверхностей.

На фиг.3С представлен вариант осуществления, в котором сплошной корпус (102) вместе со сквозными отверстиями (301) выполнен литьем, ультразвуковые преобразователи (105) установлены с внешней стороны корпуса (102). В этом варианте предусмотрены отверстия (302) в сплошном корпусе (102) по ходу следования акустического пути (107). Акустический путь (107) проходит через отверстие (302) от ультразвукового преобразователя (105) через отверстие (106) во внешней части корпуса (102) к сквозному отверстию (301), затем снова через внутреннюю часть корпуса (102) по направлению к другому сквозному отверстию (301), либо по направлению к отверстию (106) во внешней части корпуса (102) другому ультразвуковому преобразователю (105). В этом случае предусмотрена установка\формирование отражающих поверхностей (113) на внутренней стенке канала.

На Фиг.4А-4С схематически представлены варианты осуществления, средств для направления ультразвуковых волн по акустическому пути (107).

На Фиг.4А представлен вариант осуществления, предусматривающий наличие отверстий (106) в корпусе (102) и отверстий (109) в трубке (111), в этом случае акустический путь проходит только через отверстия (106), (109).

На фиг.4В представлен вариант осуществления, предусматривающий наличие отверстий (106) в корпусе (102) и отверстий (109) в трубке (111), а также наличие отражающих поверхностей (112), установленных на внешней поверхности трубок (111), в этом случае акустический путь проходит внутри корпуса через отверстия (106), и направляется внутри корпуса по акустическому пути посредством отверстий (109) и отражающих поверхностей (112), установленных на внешней поверхности трубок (111).

На фиг.4С представлен вариант осуществления, предусматривающий наличие отверстий (106) в корпусе (102) и отверстий (109) в трубке (111), а также наличие отражающих поверхностей (110), установленных на внутренней поверхности корпуса (102), в этом случае акустический путь проходит через отверстия (106), (109), и направляется внутри корпуса по акустическому пути посредством отражающих поверхностей (110), при этом имеется два отражения внутри корпуса, возможна компоновка, предусматривающая и большее количество отражений.

На фиг. 5А представлен вариант осуществления отверстия (109) в трубке (111), которое предпочтительно выполнено в виде эллипса, при этом большая ось А-В эллипса направлена в направлении параллельном основному направлению потока (101). Такая

форма отверстия обусловлена тем, что ультразвуковые волны при прохождении через поток текучей среды будут сноситься потоком, вследствие чего показания измерений будут искажаться. Так при скорости потока 40 м/с и длине акустического пути 0,5м ультразвуковая волна будет снесена на 0,05 м. Также возможно выполнение отверстия (109) в виде вытянутого по потоку отверстия.

Выполнение отверстия в виде эллипса позволит снизить влияние сноса ультразвуковых волн потоком и получить более точные измерения.

На фиг. 5В представлен вариант осуществления расположения отражающих поверхностей, которые выполнены в виде вогнутых пластин, такое выполнение дополнительно позволит улучшить фокусировку ультразвуковых волн на приемном преобразователе.

Также отражающая поверхность может быть выполнена посредством формирования вогнутой поверхности на внутренней поверхности корпуса, например, фрезерованием или при производстве.

На фиг.5С представлен изометрический вид варианта осуществления отражающей поверхности в виде пластины.

Также предложен способ измерения скорости потока текучей среды, протекающей в основном направлении потока, в котором пропускают текучую среду через устройство для измерения скорости и расхода потока текучей среды и выдают показание измерения скорости потока текучей среды.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство (100) для измерения скорости потока и расхода текучей среды, проходящей в основном направлении потока (101), содержащее: корпус (102), средство для разделения потока текучей среды на множество потоков (103), причем каждый из множества потоков проходит в выделенном для него канале (104), расположенном в корпусе (102); по меньшей мере одну пару ультразвуковых преобразователей (105), установленных в корпусе (102) и предназначенных для формирования и приема ультразвуковых волн, пересекающих каналы (104), и для генерации электрических сигналов в ответ на прием ультразвуковых волн; средство для направления ультразвуковых волн по акустическому пути (107), пересекающему по меньшей мере часть из каналов (104); средство (108) для вычисления скорости потока и расхода текучей среды с использованием сформированных электрических сигналов.

2. Устройство по п.1, в котором канал дополнительно разделен на множество каналов.

3. Устройство по п.1, в котором площади поперечных сечений каналов не одинаковы.

4. Устройство по п.1, в котором площади поперечных сечений каналов одинаковы.

5. Устройство по п.1, в котором каждый ультразвуковой преобразователь имеет излучающую поверхность (114) по существу совмещенную с внутренней поверхностью корпуса (102) и параллельную оси корпуса.

6. Устройство по п.1, в котором средство для разделения потока текучей среды на множество потоков представляет собой множество труб (111), установленных параллельно основному направлению потока (101) и закрепленных внутри корпуса (102).

7. Устройство по п.1, в котором средство для разделения потока текучей среды на множество потоков представляет собой по меньшей мере пару пластин (201), установленных на входе в корпус и на выходе из корпуса, перпендикулярно основному направлению потока, причем каждая из пластин (201) содержит отверстия (202), каждое из которых выходит в трубку (203), соединяющую отверстия (202) в пластинах (201).

8. Устройство по п.1, в котором корпус (102) является сплошным и средство для разделения потока текучей среды на множество потоков представляет собой множество сквозных отверстий (301), выполненных параллельно основному направлению потока в сплошном корпусе.

9. Устройство по п.1, в котором средство для направления ультразвуковых волн по акустическому пути (107) представляет собой по меньшей мере пару отверстий (106) в корпусе (102) и совокупность отверстий (109) в каналах (104).

10. Устройство по п.1, в котором средство для направления ультразвуковых волн по акустическому пути (107) представляет собой по меньшей мере пару отверстий (106) в корпусе (102), совокупность отверстий (109) в каналах (104), и совокупность отражающих поверхностей (110), установленных на внутренней поверхности корпуса.

11. Устройство по п.1, в котором средство для направления ультразвуковых волн по

акустическому пути представляет собой одно, выбранное из группы, содержащей: по меньшей мере пару отверстий (106) в корпусе (102), совокупность отверстий (109) во каналах (104), совокупность отражающих поверхностей (110) на внутренней поверхности корпуса; совокупность отражающих поверхностей (111) на внешней поверхности канала, совокупность отражающих поверхностей (113) на внутренней поверхности канала, или их комбинации.

12. Устройство по любому из пунктов п. 9-11, в котором отверстия в каналах выполнены в виде эллипса, большая ось которого направлена в направлении параллельном основному направлению потока, или в виде прямоугольника, вытянутого в направлении параллельном основному направлению потока, или их комбинаций.

13. Устройство по п. 10 или 11, в котором отражающая поверхность представляет собой пластину, предназначенную для приема и направления ультразвуковых волн по акустическому пути.

14. Устройство по п. 13, в котором в пластине, предусмотрена вогнутая искривленная поверхность для приема, фокусировки и направления ультразвуковых волн по акустическому пути.

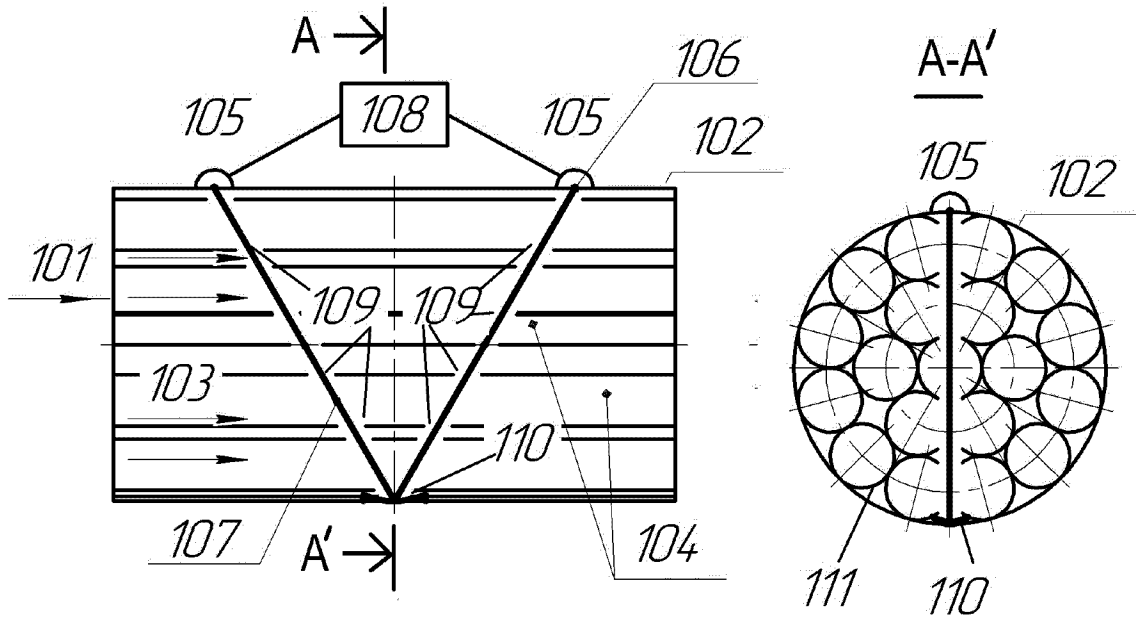
15. Устройство по п. 14, в котором в пластина прикреплена посредством одного из сварки, клея, разборного соединения.

16. Устройство по п. 14, в котором пластина интегрирована с каналом и формируется при производстве канала.

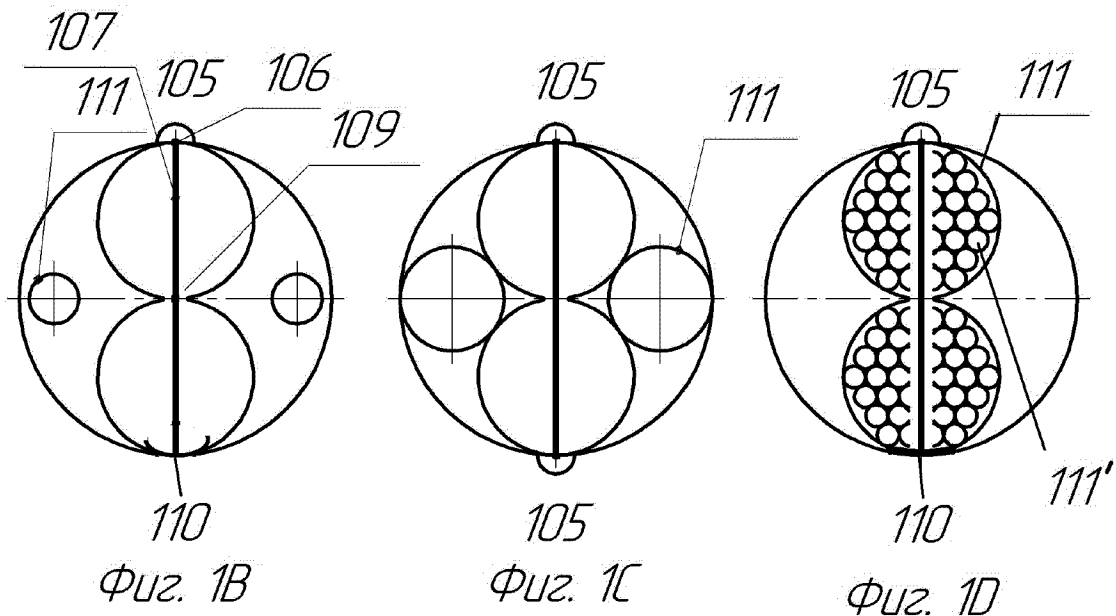
17. Устройство по п. 10 или 11, в котором отражающая поверхность (110) представляет собой вогнутую поверхность, интегрированную с поверхностью корпуса.

18. Способ измерения скорости потока и расхода текучей среды, протекающей в основном направлении потока, в котором пропускают текучую среду через устройство по п.1, и выдают показание измерения скорости потока текучей среды и расхода текучей среды.

По доверенности



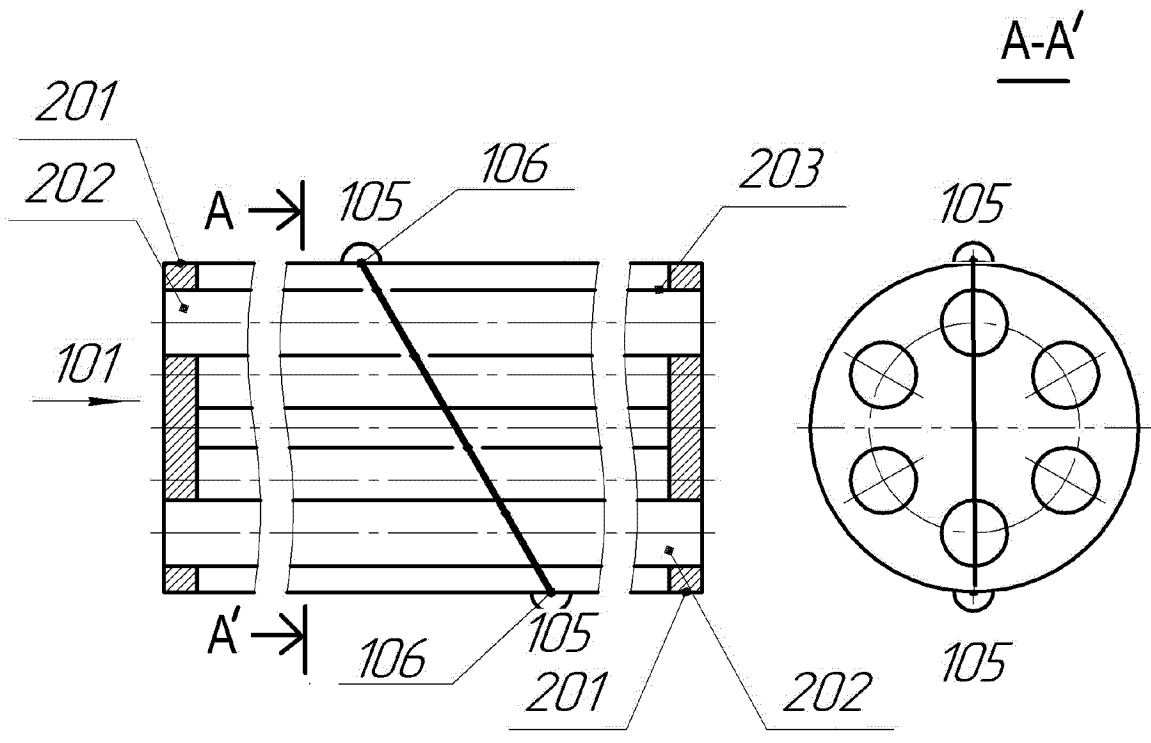
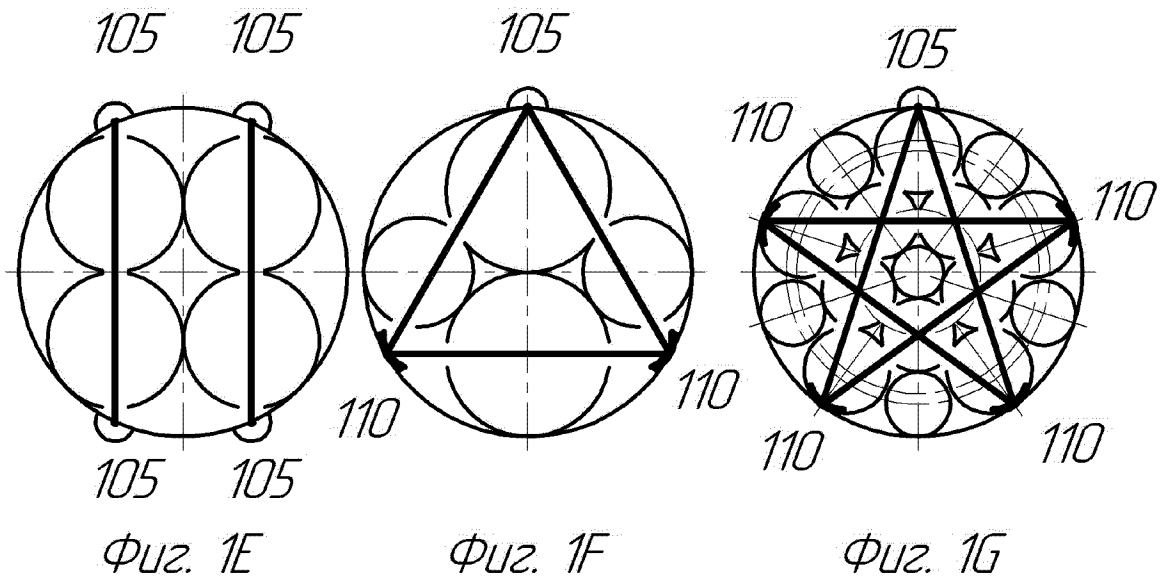
Фиг. 1А



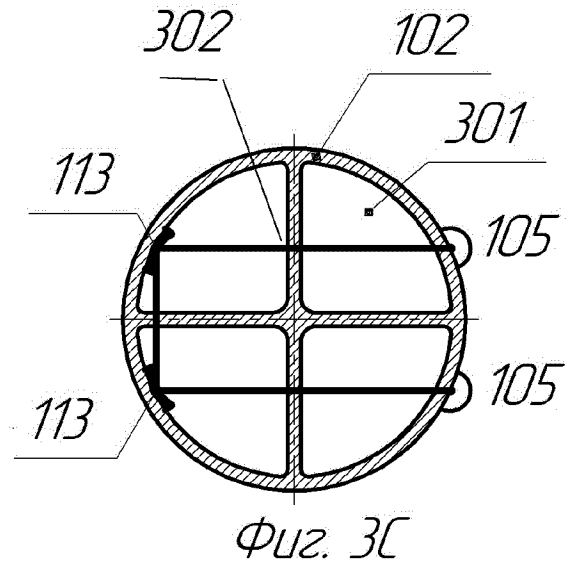
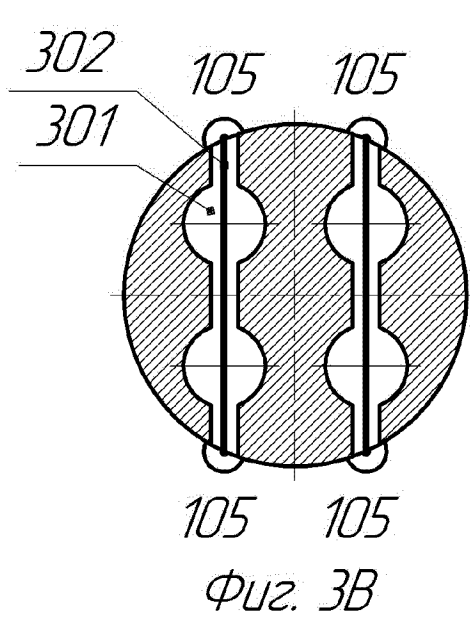
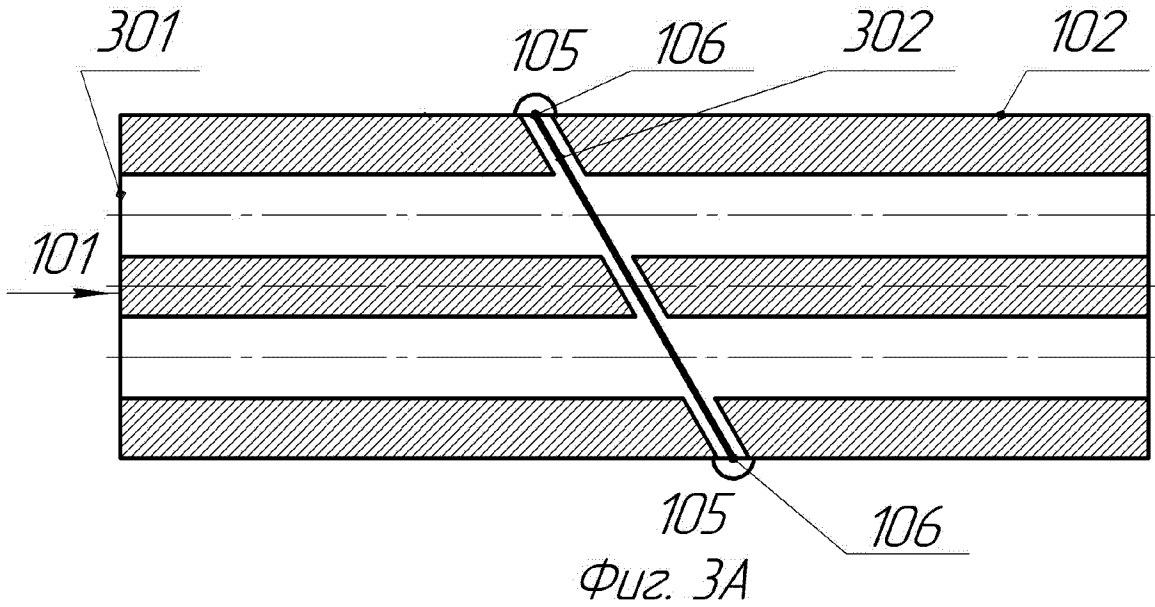
Фиг. 1В

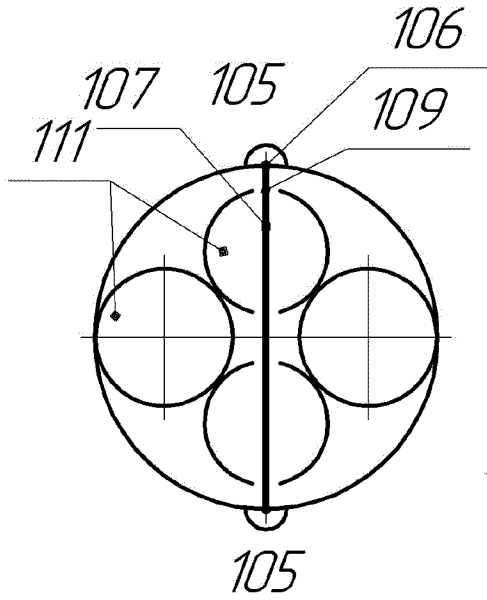
Фиг. 1С

Фиг. 1Д

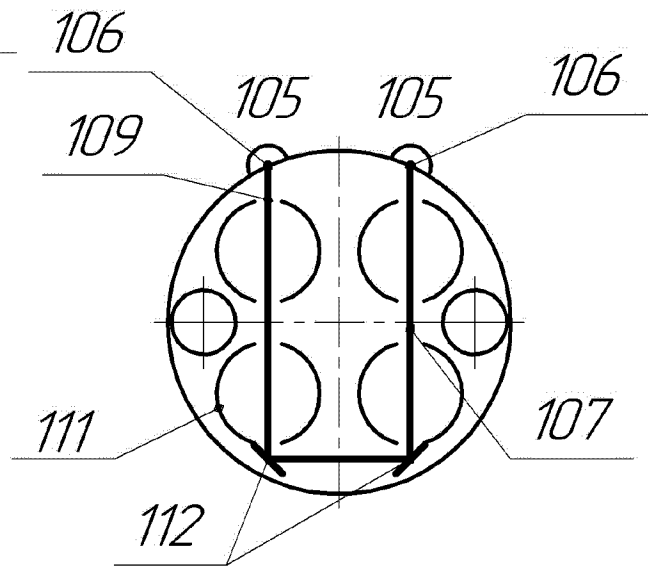


Φυζ. 2

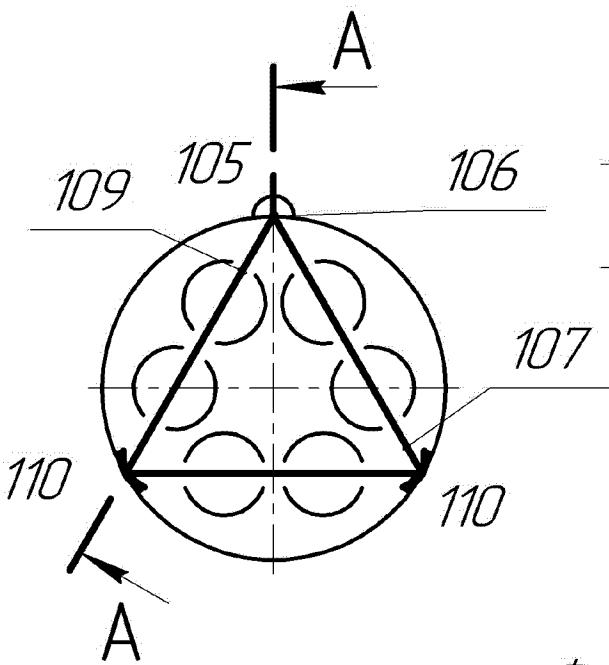




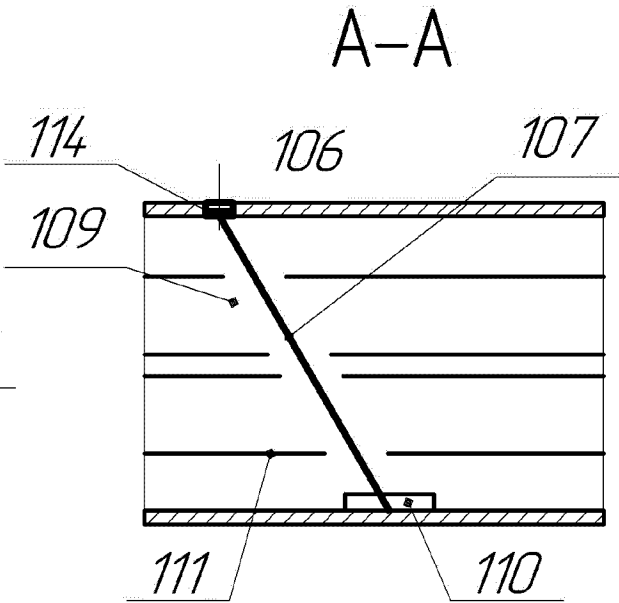
Фиг. 4А

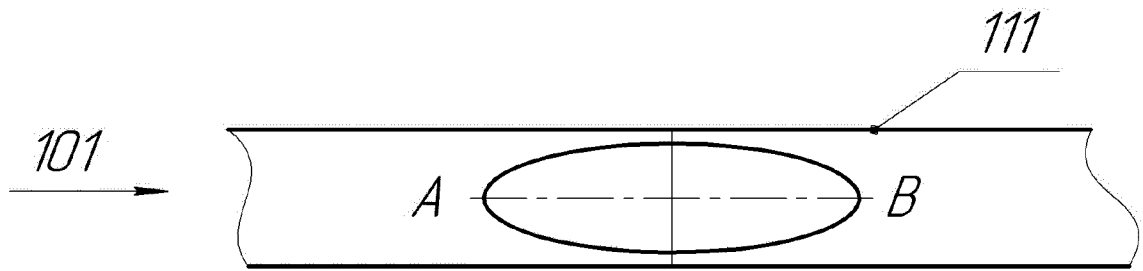


Фиг. 4В

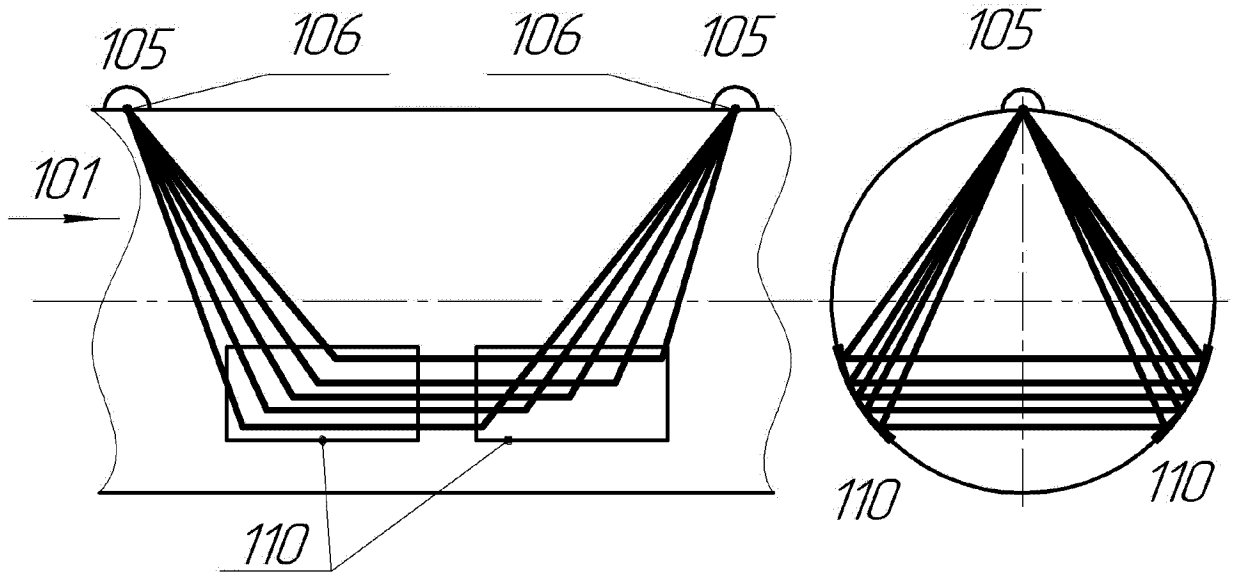


Фиг. 4С

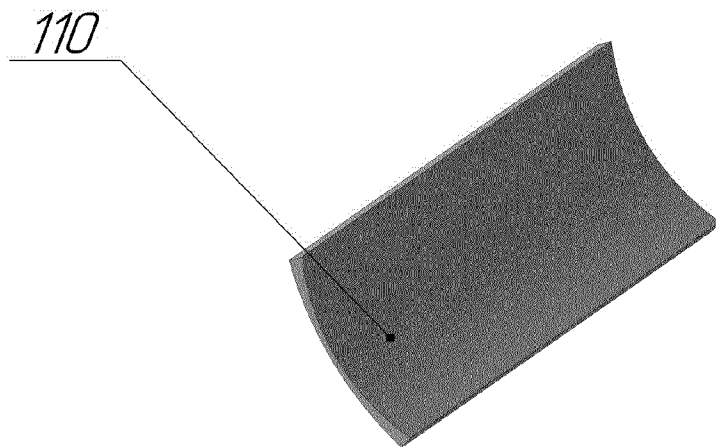




Фиг. 5A



Фиг. 5B



Фиг. 5C