



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*G10K 11/24 (2019.02)*

(21)(22) Заявка: 2018105641, 14.02.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
14.02.2018

Дата регистрации:  
12.09.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.02.2018

(43) Дата публикации заявки: 15.08.2019 Бюл. № 23

(45) Опубликовано: 12.09.2019 Бюл. № 26

Адрес для переписки:

195221, Санкт-Петербург, а/я 59, Маркову А.М.

(72) Автор(ы):

Демченко Александр Петрович (RU),  
Балин Николай Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Демченко Александр Петрович (RU),  
Балин Николай Иванович (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 3708745 А, 02.01.1973. US 3546498 А, 08.12.1970. US 2503831 А, 11.04.1950. US 5966983 А1, 19.10.1999. US 20090192388 А, 30.07.2009. US 2684725 А, 05.05.1949. US 3757257 А, 04.09.1973.

## (54) АКУСТИЧЕСКИЙ ВОЛНОВОД

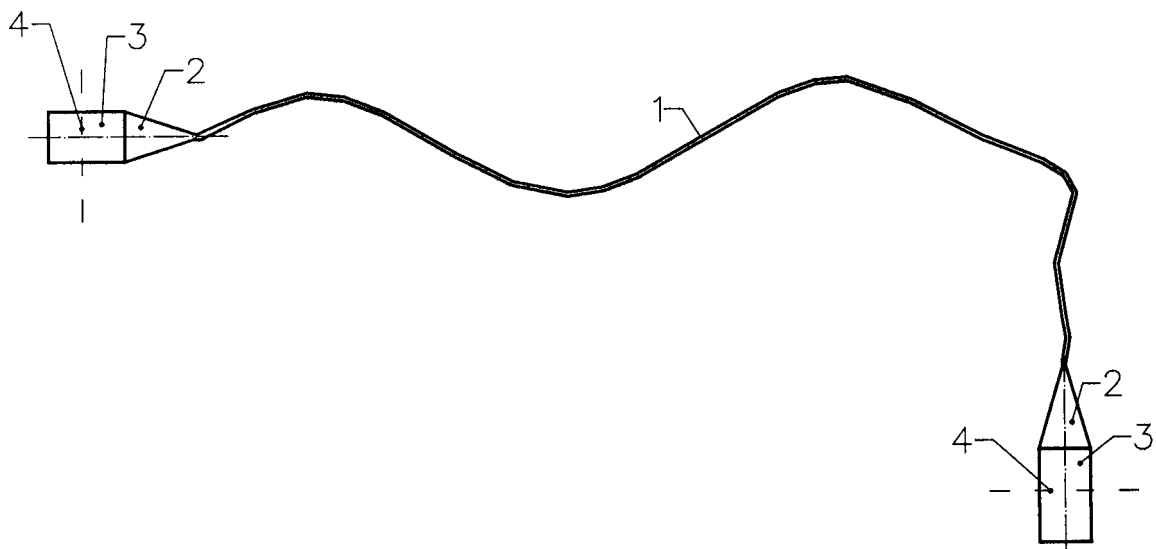
(57) Реферат:

Изобретение относится к акустике. Акустический волновод содержит гибкий металлический стержень, к каждому концу которого через конический акустический концентратор жестко присоединен цилиндрический волновод, при этом один цилиндрический волновод выполнен для подсоединения его к электроакустическому преобразователю, а другой цилиндрический волновод выполнен для подсоединения его к приемному устройству акустических колебаний.

При этом волновод снабжен гибкой защитной трубкой, выполненной герметичной, трубка охватывает как гибкий металлический стержень, так и конические акустические концентраторы. Технический результат - повышение функциональных возможностей акустического волновода, путем использования его в устройствах, работающих в условиях высокой температуры, излучения, мощных электромагнитных помех и прочих негативных факторов. 8 з.п. ф-лы, 5 ил.

RU 2 700 038 C2

RU 2 700 038 C2



Фиг. 1

RU 2700072 C2

RU 2700038 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G10K 11/24 (2019.02)*

(21)(22) Application: **2018105641, 14.02.2018**  
(24) Effective date for property rights:  
**14.02.2018**  
Registration date:  
**12.09.2019**  
Priority:  
(22) Date of filing: **14.02.2018**  
(43) Application published: **15.08.2019** Bull. № 23  
(45) Date of publication: **12.09.2019** Bull. № 26  
Mail address:  
**195221, Sankt-Peterburg, a/ya 59, Markovu A.M.**

(72) Inventor(s):  
**Demchenko Aleksandr Petrovich (RU),  
Balin Nikolaj Ivanovich (RU)**  
(73) Proprietor(s):  
**Demchenko Aleksandr Petrovich (RU),  
Balin Nikolaj Ivanovich (RU)**

(54) **ACOUSTIC WAVEGUIDE**

(57) Abstract:  
FIELD: physics.  
SUBSTANCE: invention relates to acoustics. Acoustic waveguide comprises a flexible metal rod, to each end of which a cylindrical waveguide is rigidly connected through a conical acoustic concentrator, wherein one cylindrical waveguide is made for connection thereof to the electroacoustic transducer, and the other cylindrical waveguide is made for connection thereof to the receiving device of acoustic

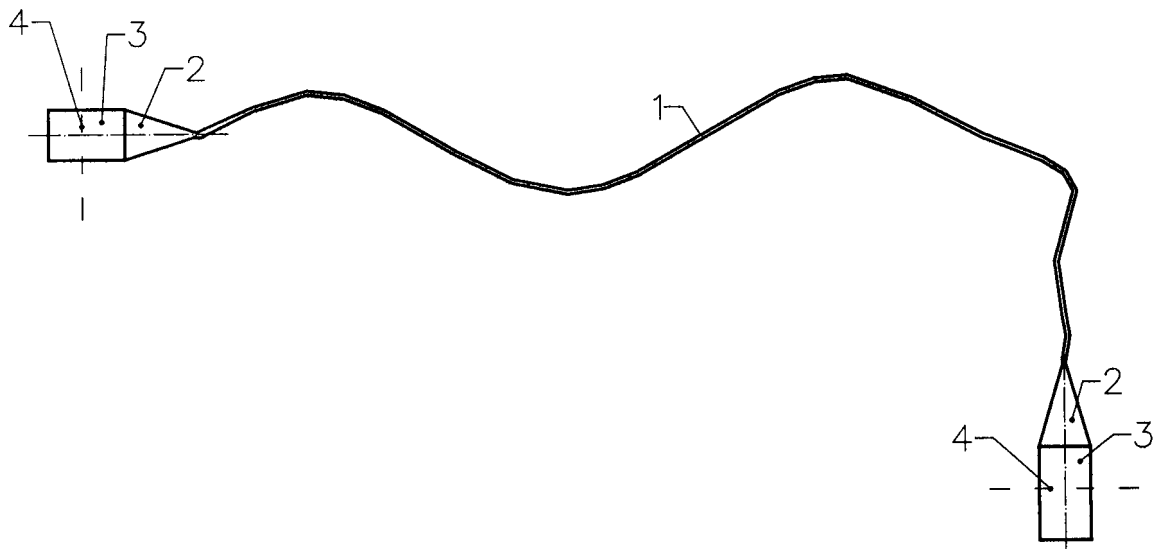
oscillations. At the same time the waveguide is equipped with a flexible protective tube, which is sealed, the tube covers both a flexible metal rod and conical acoustic concentrators.

EFFECT: technical result is high functionality of acoustic waveguide, using it in devices operating in high temperature, radiation, powerful electromagnetic interference and other negative factors.

9 cl, 5 dwg

RU 2 700 038 C 2

RU 2 700 038 C 2



Фиг. 1

RU 2700072 C2 830038 C2

RU 2700038 C2

Изобретение относится к устройствам передачи ультразвуковой колебательной энергии от источника к приемнику и/или в обратном направлении.

Ультразвуковые акустические волноводы конструктивно чаще всего представляют собой трубки, стержни, пластины или их комбинации, форма, конструкция и размеры которых определяются поставленной задачей и условиями эксплуатации.

Акустические волноводы могут быть использованы для измерения характеристик материалов, параметров среды, в сигнализаторах.

Примеры конструкций волноводов отражены в патентных документах.

В патенте US 8746399, публикация 10.06.2014, МПК G10K 11/00, приведена конструкция волновода в виде стержня, с устройством его закрепления при прохождении через трубу, обеспечивая при этом эффективное уплотнение даже в условиях высокого давления.

В заявке WO 2017062006, публикация 13.04.2017, МПК E21B 47/12, раскрыто устройство акустического волновода для связи между передатчиком в скважине и приемником на поверхности. Волновод в стволе скважины представляет собой статический волновод, содержащий обсадную колонну или эксплуатационную трубу, и в которой трубчатая труба скважины представляет собой динамическую трубку, содержащую гибкую трубу или соединенную трубу.

Ультразвуковые волноводы используют при генерировании, передаче и/или приеме сигналов в виде звуковых или ультразвуковых колебаний при работе в экстремальных условиях, характеризующихся, например, экстремальными - низкими или высокими - температурами, значительной плотностью окружающей среды, высокой активностью проникающего излучения, мощными электромагнитными помехами, сильными вибрациями, наличием агрессивных веществ, опасных для элементов устройств, в которых применяются акустические волноводы или для обслуживающего персонала.

Техническим результатом, достигаемым в данном изобретении, является повышение функциональных возможностей акустического волновода, с возможностью использования его в устройствах, работающих в условиях высокой температуры, излучения, мощных электромагнитных помех и прочих негативных факторов.

Акустический волновод включает гибкий металлический стержень, к каждому концу которого через конический акустический концентратор жестко присоединен цилиндрический волновод, при этом один цилиндрический волновод выполнен для подсоединения его к электроакустическому преобразователю, а другой цилиндрический волновод выполнен для подсоединения его к приемному устройству акустических колебаний.

Термин «приемное устройство» в данном случае означает устройство, которое может принимать или возбуждать акустические сигналы в антеннах различных устройств; преобразовывать энергию механических колебаний в акустические колебания; принимать или передавать информацию в виде последовательности импульсов, или информацию, закодированную в частоте или амплитуде акустических колебаний.

Главными и неочевидными свойствами данной конструкции акустического резонатора является возможность размещения электроакустического преобразователя и приемного устройства в любом положении, при этом разнесенных на значительное расстояние. Это обеспечивается тем, что гибкий металлический стержень может быть изогнут в широких пределах, принимать различную форму и размещаться в агрессивных средах. При этом цилиндрические волноводы акустического волновода могут быть жестко и герметично закреплены в любых преградах: стенках, перегородках, переборках и тому подобное. Например, цилиндрический волновод по наружной поверхности может

просто ввариваться в металлическую стенку.

Все это позволяет изолировать конструкцию электроакустического преобразователя и, если это необходимо, приемного устройства, от любых негативных факторов.

5 Чрезвычайно важна роль и третьего элемента конструкции, конических акустических концентраторов. Они позволяют акустически согласовать между собой акустические свойства гибкого металлического стержня и цилиндрического волновода.

В частном случае гибкий металлический стержень выполнен с возможностью придания ему формы, необходимой для размещения в выделенном для него пространстве.

10 Гибкий металлический стержень может быть выполнен в виде проволоки, имеющей диаметр не более 6 мм. В этом случае размещение гибкого металлического волновода в пространстве может быть выполнено наиболее просто.

В частности, конический акустический концентратор вершиной жестко прикреплен к гибкому металлическому стержню, а широкой частью жестко прикреплен к 15 цилиндрическому волноводу.

Кроме того, вершина упомянутого конического акустического концентратора имеет диаметр равный диаметру гибкого металлического стержня, а широкая часть упомянутого конического акустического концентратора имеет диаметр равный диаметру цилиндрического волновода.

20 Цилиндрический волновод может быть выполнен с возможностью жесткого подсоединения его к приемному устройству.

Наружная поверхность, по меньшей мере, одного цилиндрического волновода, если это необходимо, может быть выполнена с возможностью жесткого и герметичного крепления в пересекаемой волноводом перегородке.

25 Для увеличения срока службы, для стабилизации характеристик волновода во времени, для защиты от возможной коррозии и для герметизации при нахождении этой части волновода в жидких вязких средах - участок волновода, включающий гибкий металлический стержень и конические акустические концентраторы, может быть помещен в гибкую защитную трубку.

30 При этом, гибкая защитная трубка может быть выполнена герметичной, внутри снабжена адаптерами для фиксации гибкого волновода внутри защитной трубки и концы защитной трубки снабжены узлами крепления указанной трубки к наружным поверхностям цилиндрических волноводов.

Изобретения поясняется чертежами.

35 На Фиг. 1 приведен общий вид акустического волновода.

На Фиг. 2 приведена конструкция акустического волновода с гибкой защитной трубкой.

На Фиг. 3 показана конструкция цилиндрического волновода с коническим акустическим концентратором.

40 На Фиг. 4 приведена часть оболочки акустического волновода с адаптерами.

На Фиг. 5 приведен пример использования акустического волновода в конструкции ультразвукового датчика.

45 Акустический волновод (Фиг. 1) включает гибкий металлический стержень 1, к каждому концу которого вершиной жестко прикреплен конический акустический концентратор 2.

Цилиндрические части волновода, отличающиеся диаметрами, имеют разные акустические сопротивления - чем меньше диаметр, тем меньше акустическое сопротивление. И наоборот.

К широкой части каждого конического акустического концентратора 2 жестко присоединен цилиндрический волновод 3. Гибкий металлический стержень 1 может быть выполнен в виде гибкого прутка или проволоки диаметром не более 6 мм. Наружная поверхность цилиндрического волновода 3 содержит область 4 (Фиг. 1, Фиг. 3), по которой цилиндрический волновод 3 может быть жестко и герметично крепиться в пересекаемой волноводом перегородке.

При сварном способе крепления цилиндрического волновода к перегородке толщина шва была гораздо меньше длины волны колебаний в материале волновода и меньше диаметра волновода. На частотах в районе, например, 100 кГц и диаметре волновода 16 мм. шов может быть порядка нескольких миллиметров. Чем толще шов, тем больше потери акустической энергии.

Участок акустического волновода, включающий гибкий металлический стержень 1 и конические акустические концентраторы 2 может быть помещен в гибкую защитную трубку 5, например, герметичную гофрированную металлическую трубку, с целью защиты их от загрязнений, жидкостей и повреждений (Фиг. 2).

Гибкая защитная трубка 5 может быть снабжена адаптерами 6 (Фиг. 4) для прикрепления указанной трубки 5 к наружным поверхностям гибкого металлического стержня 1. Адаптеры 6 могут представлять собой конусные втулки с внутренним отверстием для проволоки примерно чуть больше, чем диаметр гибкого стержня (проволоки) 1. Концы защитной трубки 5 могут быть снабжены узлами крепления указанной трубки к наружным поверхностям цилиндрических волноводов.

Для согласования участков с различными акустическими сопротивлениями в данной конструкции используются конические концентраторы. Они выполняют роль преобразователей - трансформаторов- акустической энергии. При переходе в концентраторе от большого диаметра к малому происходит преобразование акустической энергии- увеличивается колебательная скорость и одновременно уменьшается звуковое давление и акустическое сопротивление. И наоборот, при переходе от малого диаметра к большому происходит уменьшение колебательной скорости и увеличение акустического давления и акустического сопротивления. На частотах, например, в районе 100 кГц полуволновой металлический конический концентратор имеет длину примерно 2-3 см.

Необходимость совместного использования в конструкции волновода участков с относительно малым не более 6 мм. и относительно большими 12-20 мм диаметрами продиктовано противоречивыми требованиями, предъявляемыми к обсуждаемой конструкции. С одной стороны, необходим протяженный гибкий участок волновода, который легко монтировать, встраивать, прокладывать по "месту" в реальной конструкции. Для этого в данном случае предлагается использовать гибкую относительно тонкую металлическую проволоку. С другой стороны необходим участок с относительно большими диаметрами для эффективного согласования волновода с реальными электроакустическими преобразователями (пьезоэлементами, магнестрикторами) и для прохождения металлических перегородок путем вваривания участка волновода с большим диаметром в реальную перегородку. Чем больше диаметр этого участка волновода, тем большую толщину может иметь перегородка и, соответственно, соединяющий их сварной шов.

Все части акустического волновода могут быть выполнены из марок стали, устойчивых к воздействию агрессивной среды. Поэтому акустический волновод может применяться в условиях, характерных высокими температурами, высокой активностью проникающего излучения, мощными электромагнитными помехами, сильными

вибрациями, наличием в атмосфере агрессивных веществ. Благодаря тому, что гибкий металлический стержень может быть выполнен необходимой длины и принимать форму необходимую для размещения в выделенном для него пространстве, акустический волновод может обеспечить акустическую связь между различными устройствами, разнесенными между собой и разделенными стенами, переборками, корпусами.

В качестве примера, на Фиг. 5 приведена конструкция акустического датчика уровня жидкости, в которой используется данный акустический волновод.

Ультразвуковой датчик уровня жидкости содержит акустический резонатор 7 помещенный в емкость 12 с жидкостью, и соединенный акустическим волноводом с электроакустическим преобразователем 8 (Фиг. 1). Акустический волновод включает гибкий металлический стержень 1, к каждому концу которого жестко присоединен цилиндрический волновод 3 через конический акустический концентратор 2. Один цилиндрический волновод 3 подсоединяется к акустическому резонатору 7, другой к электроакустическому преобразователю 8. Гибкий металлический стержень 1 выполнен в виде проволоки. Электроакустический преобразователь 2 установлен в корпус 9, который позволяет установить его на любом основании. На Фиг. 5 показано крепление цилиндрического волновода 3 к переборке 10 с помощью сварки 11.

Такое расположение элементов акустического датчика уровня жидкости позволяет изолировать электроакустический преобразователь 2 от среды в объеме 13. В свою очередь ввод акустического волновода в емкость с жидкостью обеспечен путем приваривания цилиндрического волновода 3 к переборке 10. В этом случае, упрощается монтаж датчика. Его элементы размещены в пространствах, удобных для обслуживания и обеспечивающих защиту персонала, при обслуживании электроакустического преобразователя и его электрических цепей, от возможных агрессивных сред и излучений.

С помощью импульсного генератора электронного блока, электроакустического преобразователя 8 (Фиг. 5) вырабатываются импульсные акустические колебания. Далее через цилиндрический волновод 3 и акустический концентратор 2 они передаются в гибкий металлический стержень 1 (проволоку). С противоположного конца тонкого гибкого металлического стержня 1 с помощью акустического концентратора 2 колебания поступают в цилиндрический волновод 3, к противоположному концу которого прикреплен акустический резонатор 7. Достигнув резонатора, акустический импульс вызывает собственные колебания резонатора 7, длительность которых зависит от среды (жидкой или газообразной) в которой он находится.

Собственные колебания резонатора 7 распространяясь в направлении, обратном по отношению к движению возбуждающего импульса через акустический волновод, попадают к электроакустическому преобразователю 8. Электрическая схема датчика обрабатывает принятые колебания, оценивает декремент затухания собственных колебаний резонатора 7 и принимает решение о среде - жидкость или не жидкость, в которой находится резонатор 7.

В качестве других примеров использования акустического волновода данной конструкции, который осуществляет передачу ультразвуковых колебаний через агрессивную среду на расстояние, которое может составлять несколько метров.

При передаче на излучение и прием импульсных акустических сигналов в антеннах различных устройств, использующих принцип локации, например, локаторы- измерители дистанции в жидкости или в газовой среде.

В измерителях параметров среды, например, температуры, давления, плотности, вязкости, построенных по принципу зависимости частоты, амплитуды, затухания колебаний чувствительного элемента датчика от свойств среды, в которой он



расположен.

В зарядных устройствах электрических аккумуляторов через агрессивную среду, через которую невозможно протянуть электрические провода. С помощью преобразователя механических колебаний в электрические колебания, прикрепленного к приемному концу акустического волновода и обратному преобразователю, прикрепленному к другому концу того же волновода.

В устройствах передачи информации, например, цифровой в виде последовательности импульсов, или аналоговой, кодированной в частоте или амплитуде колебаний через агрессивную среду с помощью электроакустических преобразователей, прикрепленных к обоим концам данного акустического волновода.

#### (57) Формула изобретения

1. Акустический волновод, включающий гибкий металлический стержень, к каждому концу которого через конический акустический концентратор жестко присоединен цилиндрический волновод, один цилиндрический волновод выполнен для подсоединения его к электроакустическому преобразователю, а другой цилиндрический волновод для подсоединения его к приемному устройству акустических колебаний, при этом участок волновода, включающий гибкий металлический стержень и конические акустические концентраторы, помещен в гибкую защитную трубку.

2. Устройство по п. 1, характеризующееся тем, что гибкий металлический стержень выполнен с возможностью придания ему формы, необходимой для размещения в выделенном для него пространстве.

3. Устройство по п. 1, характеризующееся тем, что гибкий металлический стержень выполнен в виде проволоки.

4. Устройство по п. 3, характеризующееся тем, что упомянутая проволока имеет диаметр не более 6 мм.

5. Устройство по п. 1, характеризующееся тем, что конический акустический концентратор вершиной жестко прикреплен к гибкому металлическому стержню, а широкой частью жестко прикреплен к цилиндрическому волноводу.

6. Устройство по п. 5, характеризующееся тем, что вершина упомянутого конического акустического концентратора имеет диаметр, равный диаметру гибкого металлического стержня, а широкая часть упомянутого конического акустического концентратора имеет диаметр, равный диаметру цилиндрического волновода.

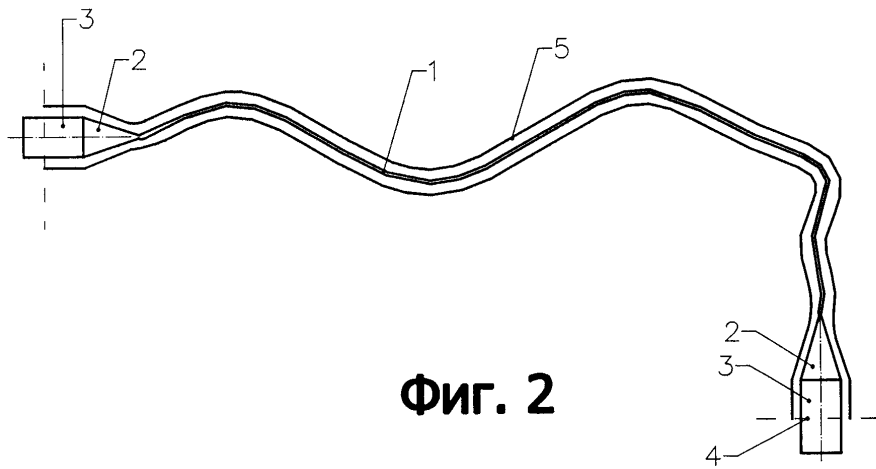
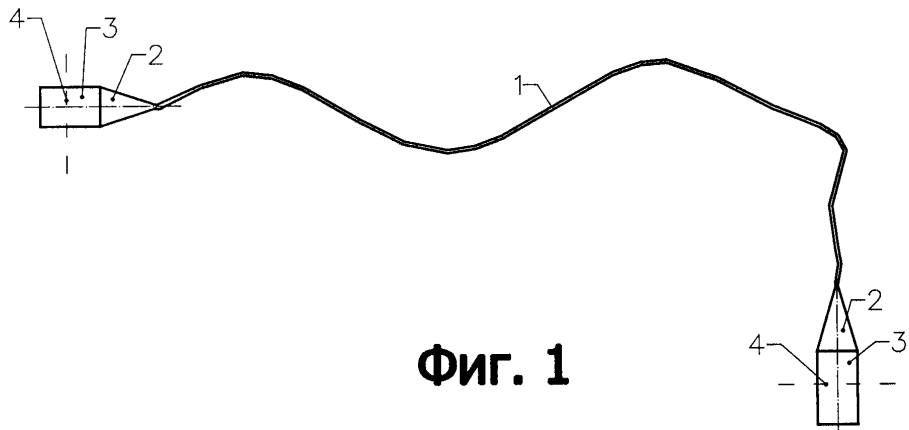
7. Устройство по п. 1, характеризующееся тем, что цилиндрический волновод выполнен с возможностью жесткого подсоединения его к приемному устройству.

8. Устройство по п. 1, характеризующееся тем, что наружная поверхность, по меньшей мере, одного цилиндрического волновода выполнена с возможностью жесткого и герметичного крепления в пересекаемой волноводом перегородке.

9. Устройство по п. 1, характеризующееся тем, что указанная гибкая защитная трубка выполнена герметичной, внутри снабжена адаптерами для фиксации гибкого волновода внутри защитной трубки и концы защитной трубки снабжены узлами крепления указанной трубки к наружным поверхностям цилиндрических волноводов.

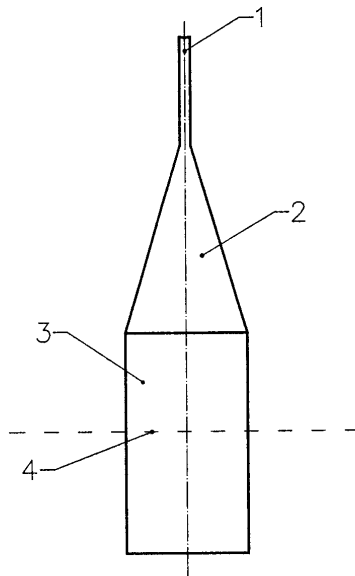
1

1/3

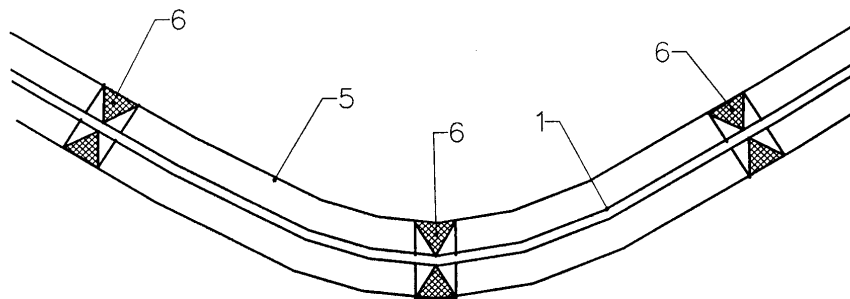


2

2/3

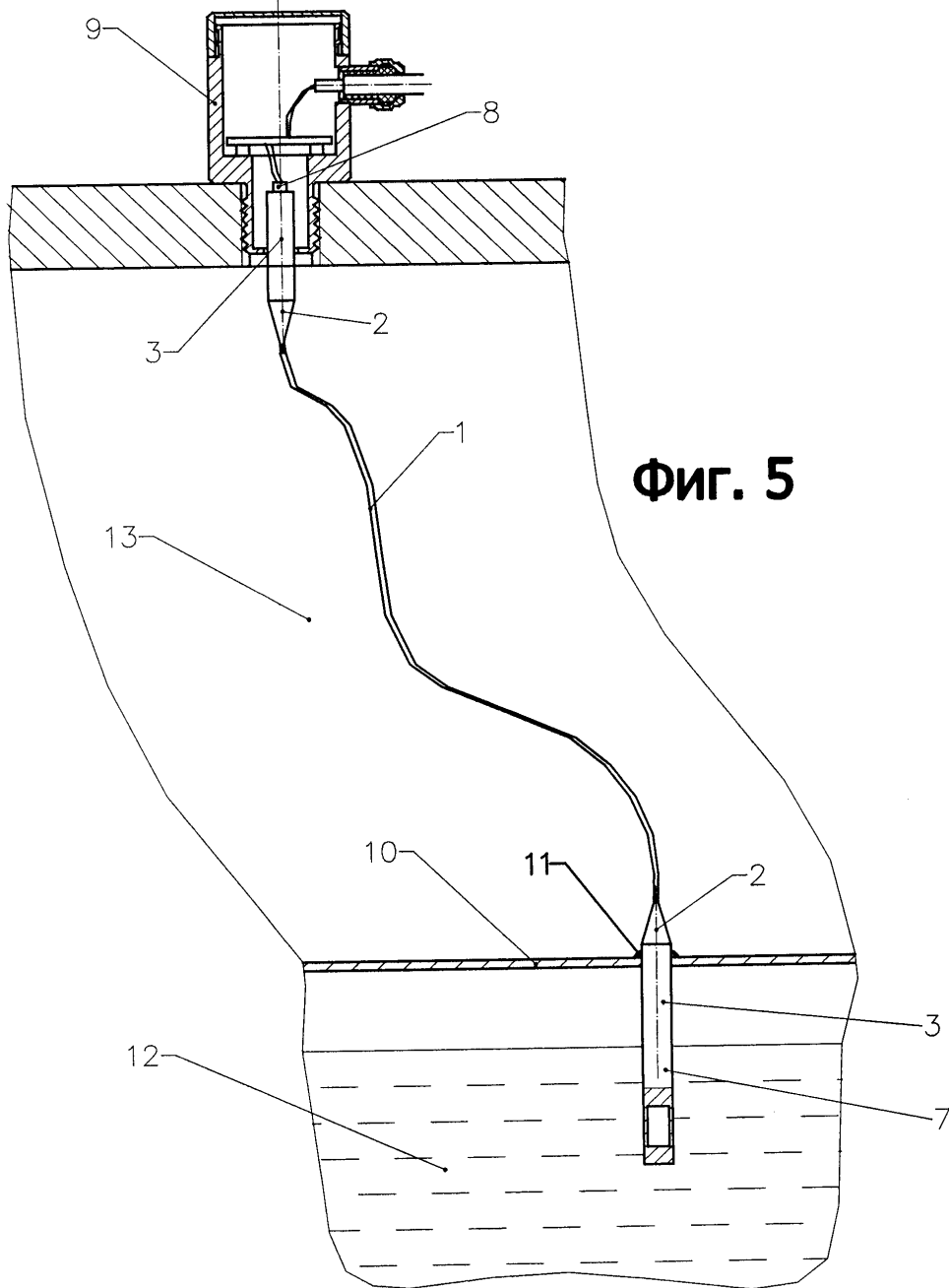


Фиг. 3



Фиг. 4

3/3



ФИГ. 5