



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*G01F 23/284 (2018.08)*

(21)(22) Заявка: 2016146367, 26.06.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
26.06.2015

Дата регистрации:  
28.12.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
30.06.2014 US 14/319,122

(43) Дата публикации заявки: 30.07.2018 Бюл. № 22

(45) Опубликовано: 28.12.2018 Бюл. № 1

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 30.01.2017

(86) Заявка РСТ:  
EP 2015/064537 (26.06.2015)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2016/001085 (07.01.2016)

Адрес для переписки:  
197101, Санкт-Петербург, а/я 128, "АРС-ПАТЕНТ", пат. пов. М.В. Хмара, рег. N 771

(72) Автор(ы):

ЭДВАРДСОН Олов (SE),  
ЛАРССОН Ларс Ове (SE),  
ФРЁВИК Кристер Джошуа (SE),  
ЭРИКССОН Микаэль (SE)

(73) Патентообладатель(и):

РОУЗМАУНТ ТАНК РАДАР АБ (SE)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: WO 2013004313 A1, 10.01.2013. US 2012007768 A1, 12.01.2012. US 5877663 A, 02.03.1999. US 5872494 A, 16.02.1999.

## (54) СИСТЕМА РАДАРНОГО УРОВНЕМЕРА С ОДНОПРОВОДНЫМ ЗОНДОМ И РЕЗЕРВУАРНАЯ КОНСТРУКЦИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике, в частности к устройствам для измерения уровня. Система радарного уровнемера содержит трансивер, расположенный вне резервуара и выполненный с возможностью генерировать, посылать и принимать электромагнитные сигналы, однопроводной зонд, установленный внутри резервуара и электрически подключенный к трансиверу через проходной электрический ввод, расположенный у верхнего конца трубчатой монтажной конструкции, причем однопроводной

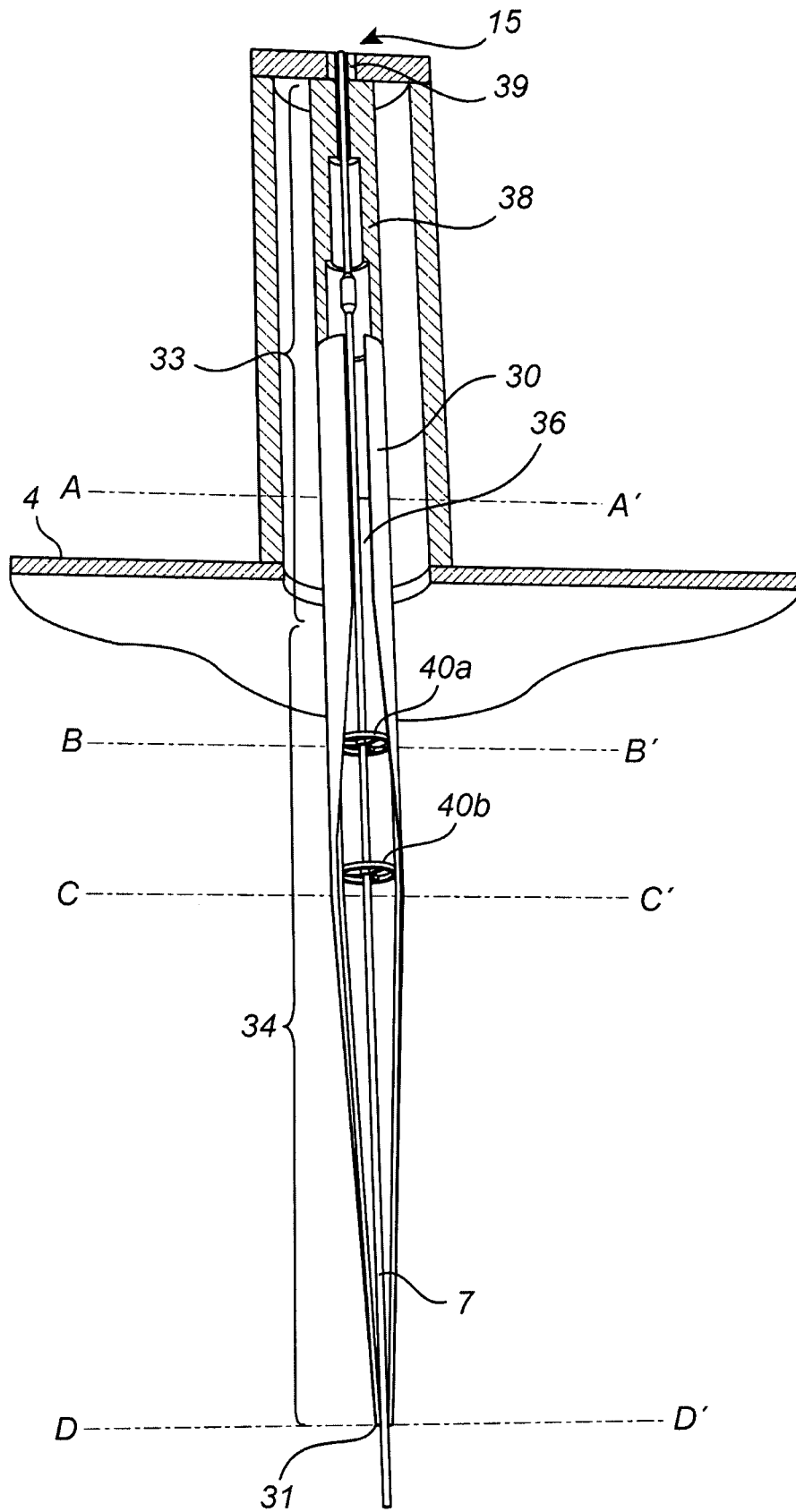
зонд проходит, по существу, вертикально вниз через трубчатую монтажную конструкцию и далее за нижний конец трубчатой монтажной конструкции в резервуаре в направлении продукта и в его внутренний объем с возможностью направлять передаваемый электромагнитный сигнал от трансивера через находящийся в резервуаре воздух в направлении поверхности продукта и возвращать электромагнитный сигнал, образованный в результате отражения переданного сигнала от

поверхности продукта, обратно в направлении трансивера, процессорный контур, подключенный к трансиверу и способный определять уровень заполнения с использованием переданного сигнала и сигнала, отраженного от поверхности продукта, и электропроводный экранирующий компонент, пространственно отделенный в радиальном направлении от однопроводного зонда и проходящий вдоль его верхнего участка внутри трубчатой монтажной конструкции и за его нижний конец. При этом экранирующий компонент по меньшей мере частично заключает в себе верхний участок однопроводного зонда и выполнен раскрытым в радиальном направлении с возможностью его заполнения продуктом, с обеспечением тем самым возможности измерения

уровней заполнения, соответствующих верхнему участку зонда. Экранирующий компонент имеет первый участок, проходящий внутри трубчатой монтажной конструкции вдоль однопроводного зонда, и второй участок, проходящий вдоль однопроводного зонда за нижним концом указанной конструкции. Причем в поперечном сечении экранирующего компонента, перпендикулярном продольной оси однопроводного зонда, на первом участке экранирующего компонента угловой размер дуги, охватывающей однопроводной зонд, превышает 180°, а на втором участке указанный угловой размер уменьшается по мере увеличения расстояния от нижнего конца трубчатой монтажной конструкции. 3 н. и 16 з.п. ф-лы, 6 ил.

R U 2 6 7 6 3 9 5 C 2

R U 2 6 7 6 3 9 5 C 2



ФИГ. 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G01F 23/284 (2018.08)*

(21)(22) Application: **2016146367, 26.06.2015**

(24) Effective date for property rights:  
**26.06.2015**

Registration date:  
**28.12.2018**

Priority:

(30) Convention priority:  
**30.06.2014 US 14/319,122**

(43) Application published: **30.07.2018** Bull. № 22

(45) Date of publication: **28.12.2018** Bull. № 1

(85) Commencement of national phase: **30.01.2017**

(86) PCT application:  
**EP 2015/064537 (26.06.2015)**

(87) PCT publication:  
**WO 2016/001085 (07.01.2016)**

Mail address:  
**197101, Sankt-Peterburg, a/ya 128, "ARS-PATENT", pat. pov. M.V. Khmara, reg.N 771**

(72) Inventor(s):

**EDVARDSSON Olov (SE),  
LARSSON Lars Ove (SE),  
FREVIK Krister Dzhoshua (SE),  
ERIKSSON Mikael (SE)**

(73) Proprietor(s):

**ROSEMOUNT TANK RADAR AB (SE)**

(54) **SYSTEM OF RADAR LEVEL GAUGE WITH SINGLE-WIRE PROBE AND RESERVOIR STRUCTURE**

(57) Abstract:

FIELD: measurement; testing.

SUBSTANCE: invention relates to measuring equipment, in particular to devices for measuring the level. Radar level gauge system contains a transceiver located outside the tank and configured to generate, send and receive electromagnetic signals, a single-wire probe mounted inside the tank and electrically connected to the transceiver via a pass-through electrical input located at the upper end of the tubular mounting structure, a single-wire probe passes essentially vertically down through the tubular mounting structure and then beyond the lower end of the tubular mounting structure in the tank in the direction of the product and in its internal volume with the ability to direct the

transmitted electromagnetic signal from the transceiver through the air in the tank in the direction of the product surface and return the electromagnetic signal, formed as a result of the reflection of the transmitted signal from the product surface, back towards the transceiver, a processor circuit connected to the transceiver and capable of determining the fill level using the transmitted signal and the signal reflected from the product surface, and an electrically conductive shielding component, spatially separated in the radial direction from the single-wire probe and extending along its upper portion inside the tubular mounting structure and beyond its lower end. In this case, the shielding component at least partially encloses the upper portion

RU 2 676 395 C2

RU 2 676 395 C2

of the single-wire probe and is made open in the radial direction with the possibility of filling it with the product, thereby ensuring the possibility of measuring fill levels corresponding to the upper portion of the probe. Shielding component has a first portion extending inside a tubular mounting structure along a single-wire probe, and a second portion extending along a single-wire probe at the lower end of said structure. In the cross section of the shielding component, perpendicular to the longitudinal axis of the single-wire

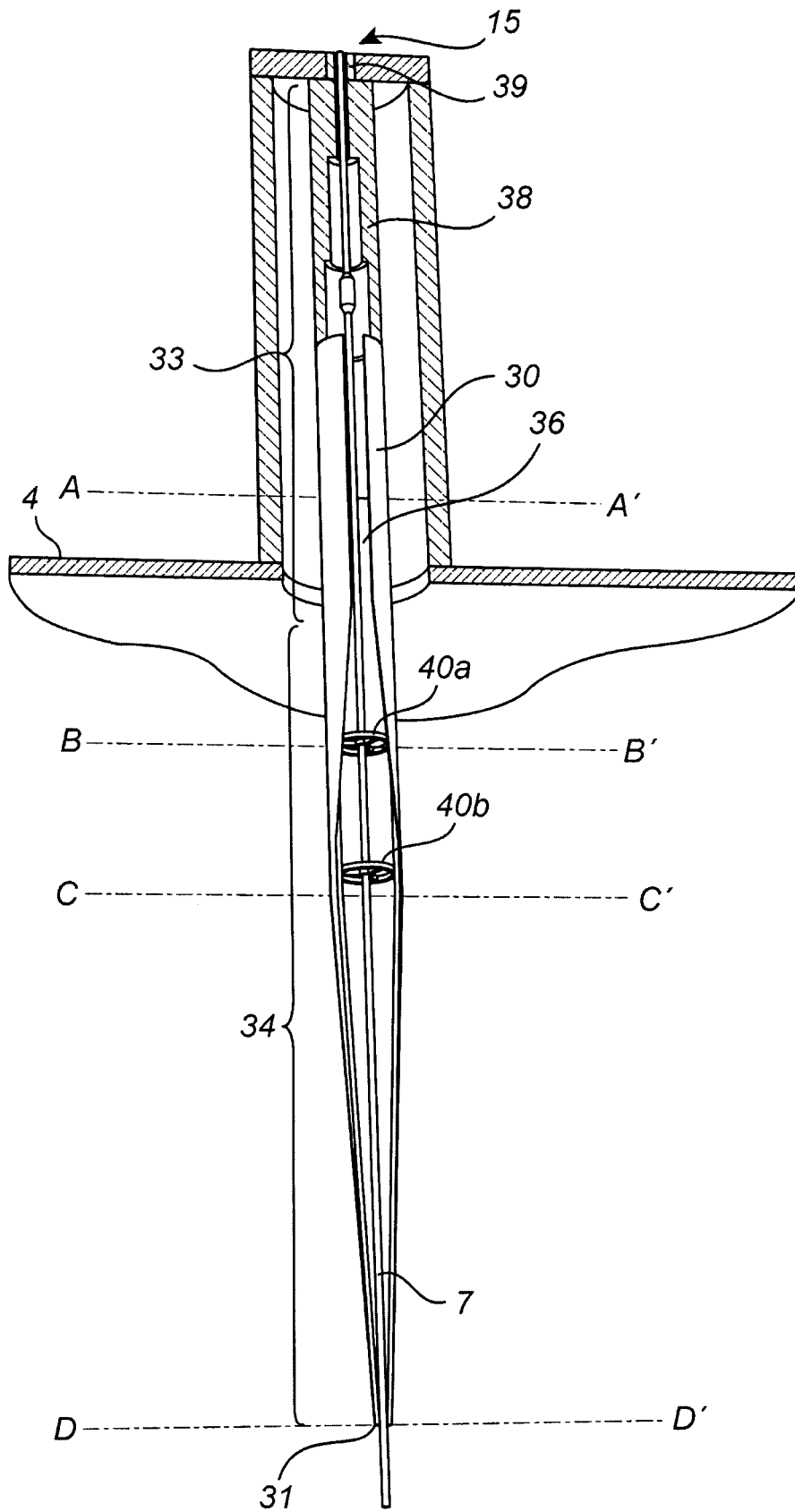
probe, in the first section of the shielding component, the angular size of the arc covering the single-wire probe exceeds  $180^\circ$ , and in the second section, said angular size decreases with increasing distance from the lower end of the tubular mounting structure.

EFFECT: object of the present invention is to provide for an improved radar level gauge system and tank arrangement.

19 cl, 6 dwg

R U 2 6 7 6 3 9 5 C 2

R U 2 6 7 6 3 9 5 C 2



ФИГ. 2

#### Область техники

Изобретение относится к системе радарного уровнемера, использующей однопроводной зонд, а также к резервуарной конструкции (резервуарной системе), содержащей резервуар с трубчатой монтажной конструкцией, причем данная система  
5 прикреплена к трубчатой монтажной конструкции так, что однопроводной зонд проходит через нее.

#### Уровень техники

Системы радарных измерителей уровня нашли широкое применение для определения уровня продукта, находящегося в резервуаре (танке). Радарное измерение уровня  
10 обычно осуществляется посредством либо бесконтактного измерения, в процессе которого электромагнитные сигналы излучаются в направлении продукта, находящегося в резервуаре, либо контактного измерения с применением волноводного радара (GWR, guided wave radar), с помощью которого электромагнитные сигналы подводятся к продукту и вводятся в него посредством зонда, выполненного на основе передающей  
15 линии и действующего, как волновод. Как правило, зонд ориентируют так, чтобы он проходил вертикально сверху в сторону дна резервуара.

Передаваемый электромагнитный сигнал генерируется приемопередатчиком (трансивером) и распространяется зондом в направлении поверхности продукта, содержащегося в резервуаре, а отраженный электромагнитный сигнал, созданный в  
20 результате отражения переданного сигнала от данной поверхности, распространяется обратно, т.е. в направлении трансивера.

Основываясь на переданном и отраженном сигналах, можно определить расстояние до поверхности продукта.

В типичном случае переданный электромагнитный сигнал отражается не только от  
25 границы скачка импеданса, которая является границей раздела между находящимся в резервуаре воздухом и поверхностью продукта, но и от границ нескольких других скачков импеданса, встречающихся на пути сигнала. В варианте, использующем GWR-систему, одна из таких границ скачка импеданса обычно образуется в месте соединения между трансивером и зондом. Как правило, трансивер помещают вне резервуара и  
30 подключают к зонду посредством проходного электрического ввода, проведенного через стенку (обычно верхнюю) резервуара.

В типичном варианте такой ввод сформирован коаксиальной линией, в которой функцию внутреннего проводника выполняет зонд, наружным проводником является стенка резервуара или ее соединительный компонент, прикрепленный к резервуару, а  
35 между данными проводниками установлен диэлектрический компонент.

Поскольку достаточную механическую прочность внутреннего проводника необходимо сочетать с практически приемлемым диаметром наружного проводника, редко удается обеспечить импеданс проходного ввода, существенно превышающий 50 Ом. В результате, как следствие структурных особенностей проходного ввода, его  
40 импеданс обычно близок к импедансу типичного коаксиального кабеля, составляющему примерно 50 Ом.

Систему радарного уровнемера часто устанавливают на трубчатую монтажную конструкцию, выступающую от верхней стенки резервуара, по существу, вертикально  
вверх. Такой конструкцией, часто именуемой "стаканом", может быть патрубок,  
45 приваренный к резервуару и у своего верхнего конца снабженный фланцевой заглушкой или фланцем, который позволяет прикрепить требуемый прибор, в частности систему радарного уровнемера. В типичном случае внутренний диаметр данной конструкции может быть равен 0,1-0,2 м, а типичная длина может составлять около 0,5 м. В

резервуаре, содержащем трубчатую монтажную конструкцию, зонд в типичном варианте механически прикреплен к резервуару у верхнего конца патрубка и, прежде чем попасть непосредственно в резервуар, проходит через данный патрубок за его нижний конец. У верхнего конца патрубка зонд может быть электрически подключен к трансиверу системы радарного уровнемера посредством электрического ввода, проходящего через границу резервуара.

Для однопроводных зондов, иногда именуемых зондами Губо, было показано, что трубчатая монтажная конструкция влияет на распространение электромагнитного сигнала, направляемого зондом, причем в особенности в том случае, если данная конструкция является относительно узкой и длинной.

Внутри трубчатой монтажной конструкции однопроводной зонд фактически проявляет скорее не свойства волновода поверхностной волны, а выполняет функцию коаксиальной передающей линии, параметры которой, связанные с распространением сигнала, зависят от размеров данной конструкции. В частности, импеданс передающей линии, проходящей внутри трубчатой монтажной конструкции, может составлять порядка 150 Ом, причем он может различаться для разных установок. Соответственно, будут возникать первый скачок импеданса у границы раздела между проходным вводом и внутренней стороной данной конструкции, а также второй скачок импеданса у нижнего конца данной конструкции.

Относительно большой скачок импеданса (от примерно 150 до 370 Ом), образующийся у нижнего конца трубчатой конструкции, может исказить измерения уровней заполнения в смежных зонах. Фактически, эхо-сигнал, образующийся в результате упомянутого скачка импеданса, может оказаться сильнее эхо-сигнала, отраженного от поверхности нефти. В добавление к этому, многократные отражения между границей скачка импеданса у проходного ввода и границей скачка импеданса у нижнего конца трубчатой монтажной конструкции могут привести к образованию дополнительных эхо-сигналов, которые, в свою очередь, могут исказить измерение уровня заполнения в зоне, расположенной ниже данного конца и относительно далеко от него.

Согласно US 6690320 проблемы, вызванные отражением у конца трубчатой монтажной конструкции, зависят от выбора длины коаксиального кабеля внутри данной конструкции, считая от точки, в которой из него выходит зонд. Конкретно, зонд, коаксиальный по всей своей длине, будет иметь такой же импеданс (равный примерно 50 Ом), как и подающая линия, проходящая между трансивером и зондом. В таком варианте однопроводного зонда внутри трубчатой монтажной конструкции в действительности нет, поскольку он начинается за нижним концом данной конструкции, где заканчивается коаксиальный участок. В результате будет иметь место только один большой скачок импеданса. Однако, поскольку он расположен за нижним концом трубчатой монтажной конструкции, зона у верхней части резервуара, в которой надежные измерения уровня заполнения выполнить невозможно (так называемая мертвая зона), начнется только у конца коаксиального участка (ниже трубчатой монтажной конструкции), но, тем не менее, будет значительной. Кроме того, будут происходить существенные потери сигнала, вызванные сильным отражением у конца коаксиального участка и ограничивающие максимальное измеряемое расстояние. В добавление к этому, какой-то сигнал найдет для себя траекторию, проходящую в трубчатой монтажной конструкции (в патрубке) вверх, и дополнительно исказит ситуацию с эхо-сигналом.

Чтобы ослабить описанную выше проблему, в EP 2490040 предлагается система



радарного измерения уровня, содержащая однопроводной зонд и устройство для согласования импедансов, ориентированное вдоль его участка. Внутри трубчатой монтажной конструкции радиальная протяженность данного устройства может быть постоянной или меняться в соответствии с производной изменения, а по мере увеличения расстояния от нижнего конца трубчатой монтажной конструкции эти изменения происходят в соответствии с другой (отрицательной) производной. Устройство для согласования импедансов (диэлектрическая втулка) понижает импеданс и локально уменьшает радиальную протяженность электромагнитного поля, возникающего при прохождении переданного электромагнитного сигнала внутри трубчатой монтажной конструкции, а затем, за нижним концом данной конструкции, обеспечивает постепенное изменение импеданса от уровня, соответствующего импедансу внутри данной конструкции, до уровня, соответствующего импедансу зонда непосредственно в резервуаре.

Хотя техническое решение, предложенное в EP 2490040, обеспечивает улучшение определения уровней заполнения, расположенных вблизи верхней стенки резервуара, и позволяет выполнять измерение уровней заполнения по меньшей мере в нижней части трубчатой монтажной конструкции (патрубка), желательно иметь возможность выполнить более точное измерение уровней заполнения в зоне, расположенной выше указанной части патрубка.

#### Раскрытие изобретения

С учетом вышеизложенного, общая задача, решаемая изобретением, состоит в разработке усовершенствованной системы радарного уровнемера и улучшенной резервуарной системы, обеспечивающих, в частности, более точное измерение уровней заполнения внутри трубчатой монтажной конструкции в верхней части резервуара и использующих однопроводной зонд, проведенный через данную конструкцию.

Соответственно, согласно первому аспекту изобретения перечисленные, а также другие задачи решаются с помощью системы радарного уровнемера, предназначенной для определения уровня заполнения продуктом резервуара, оборудованного трубчатой монтажной конструкцией, выступающей от верхней стенки резервуара вертикально вверх. Предлагаемая система содержит:

- трансивер, расположенный вне резервуара и выполненный с возможностью генерировать, посылать и принимать электромагнитные сигналы,
- однопроводной зонд, установленный внутри резервуара и электрически подключенный к трансиверу через проходной электрический ввод, расположенный у верхнего конца трубчатой монтажной конструкции, причем однопроводной зонд проходит, по существу, вертикально вниз через трубчатую монтажную конструкцию и, далее, за нижний конец трубчатой монтажной конструкции в резервуаре в направлении продукта и в его внутренний объем с возможностью направлять передаваемый электромагнитный сигнал от трансивера через находящийся в резервуаре воздух в направлении поверхности продукта и возвращать электромагнитный сигнал, образованный в результате отражения переданного сигнала от поверхности продукта, обратно в направлении трансивера,
- процессорный контур, подключенный к трансиверу и способный определять уровень заполнения с использованием переданного сигнала и сигнала, отраженного от поверхности продукта, и
- электропроводный экранирующий компонент, пространственно отделенный в радиальном направлении от однопроводного зонда и проходящий вдоль его верхнего участка внутри трубчатой монтажной конструкции и за его нижний конец.

При этом экранирующий компонент по меньшей мере частично включает в себе верхний участок однопроводного зонда и выполнен раскрытым в радиальном направлении с возможностью его заполнения продуктом, с обеспечением тем самым

5 возможности измерения уровней заполнения, соответствующих верхнему участку зонда. Согласно изобретению экранирующий компонент имеет первый участок, проходящий внутри трубчатой монтажной конструкции вдоль однопроводного зонда, и второй

10 участок, проходящий вдоль однопроводного зонда за нижним концом данной конструкции. В поперечном сечении экранирующего компонента, перпендикулярном продольной оси однопроводного зонда, на первом участке экранирующего компонента

15 угловой размер дуги, охватывающей однопроводной зонд, превышает  $180^\circ$ , а на втором участке указанный угловой размер уменьшается по мере увеличения расстояния от нижнего конца трубчатой монтажной конструкции.

Согласно второму аспекту изобретения перечисленные, а также другие задачи решаются с помощью резервуарной системы, содержащей резервуар с подлежащим

20 измерению продуктом, оборудованный трубчатой монтажной конструкцией, выступающей от верхней стенки резервуара вертикально вверх, и систему радарного уровнемера, определяющую уровень заполнения резервуара продуктом. Согласно изобретению данная система содержит:

- трансивер, расположенный вне резервуара и выполненный с возможностью

25 генерировать, посылать и принимать электромагнитные сигналы,

- однопроводной зонд, установленный внутри резервуара и электрически подключенный к трансиверу через проходной электрический ввод, расположенный у

30 верхнего конца трубчатой монтажной конструкции, причем однопроводной зонд проходит, по существу, вертикально вниз через трубчатую монтажную конструкцию

и, далее, за нижний конец трубчатой монтажной конструкции в резервуаре в направлении

35 продукта и в его внутренний объем с возможностью направлять передаваемый электромагнитный сигнал от трансивера через находящийся в резервуаре воздух в направлении поверхности продукта и возвращать электромагнитный сигнал, образованный в результате отражения переданного сигнала от поверхности продукта,

40 обратно в направлении трансивера,

- процессорный контур, подключенный к трансиверу и способный определять уровень заполнения с использованием переданного сигнала и сигнала, отраженного от

45 поверхности продукта, и

- электропроводный экранирующий компонент, пространственно отделенный в

радиальном направлении от однопроводного зонда и проходящий вдоль его верхнего

50 участка внутри трубчатой монтажной конструкции и за его нижний конец.

При этом экранирующий компонент по меньшей мере частично включает в себе верхний участок однопроводного зонда и выполнен раскрытым в радиальном направлении с возможностью его заполнения продуктом, с обеспечением тем самым

55 возможности измерения уровней заполнения, соответствующих верхнему участку зонда.

Согласно изобретению экранирующий компонент имеет первый участок, проходящий внутри трубчатой монтажной конструкции вдоль однопроводного зонда, и второй

60 участок, проходящий вдоль однопроводного зонда за нижним концом данной конструкции. В поперечном сечении экранирующего компонента, перпендикулярном продольной оси однопроводного зонда, на первом участке экранирующего компонента

65 угловой размер дуги, охватывающей однопроводной зонд, превышает  $180^\circ$ , а на втором участке указанный угловой размер уменьшается по мере увеличения расстояния от нижнего конца трубчатой монтажной конструкции.

Благодаря тому, что экранирующий компонент раскрыт в радиальном направлении (что позволяет обеспечить заполнение его продуктом), продукт может находиться достаточно близко к однопроводному зонду. В результате наличие скачка импеданса на поверхности продукта приводит к возникновению такого эхо-сигнала, который можно измерить, даже когда поверхность продукта расположена выше нижнего конца экранирующего компонента. Например, пространство между однопроводным зондом и внутренней стенкой экранирующего компонента может быть, по существу, пустым. Однако предусмотрен также вариант с заполнением его диэлектриком при условии, что продукт имеет возможность достаточно близко приблизиться к однопроводному зонду.

Резервуаром может быть любой контейнер или любая емкость, способный (способная) содержать продукт.

Трансивером может служить функциональный блок, способный передавать и принимать электромагнитные сигналы, или система, в которой передатчик и приемник являются раздельными блоками.

По существу, однопроводной зонд может быть как жестким, так и гибким, причем его можно изготовить из металла, например из нержавеющей стали.

Когда система радарного уровнемера установлена с возможностью проведения зонда через трубчатую монтажную конструкцию (патрубок) резервуара, зонд в резервуаре окажется не только внутри данной конструкции, но и ниже ее. При этом внутри данной конструкции расстояние от зонда до ее электропроводной стенки будет значительно короче, чем расстояние между зондом и стенкой резервуара в зоне под нижним концом данной конструкции.

Изобретение основано на осознании того, что скачок импеданса у нижнего конца трубчатой монтажной конструкции может быть, по существу, устранен, причем при этом, тем не менее, сохранится возможность выполнить измерение внутри данной конструкции благодаря наличию электропроводного экранирующего компонента между внутренней стенкой трубчатой монтажной конструкции и однопроводным зондом при условии, что экранирующий компонент сконфигурирован так, что он радиально раскрыт для прохождения продукта, а за нижним концом патрубка угловой размер дуги, охватывающей однопроводной зонд, превышает  $180^\circ$ . В результате, хотя радиальная протяженность электрического поля вокруг однопроводного зонда внутри трубчатой монтажной конструкции будет меньше, тем не менее, даже в этой зоне сохраняется возможность выполнить измерение уровня заполнения. Авторами изобретения было осознано также, что, чтобы, в дополнение к этому, получить достаточно маленький скачок импеданса у нижнего конца экранирующего компонента, следует увеличивать радиальное раскрытие экранирующего компонента под нижним концом трубчатой монтажной конструкции по мере увеличения расстояния от конца этой конструкции. Другими словами, следует уменьшать угловой размер дуги, охватывающей однопроводной зонд, по мере увеличения расстояния от нижнего конца трубчатой монтажной конструкции. Тем самым можно понизить ослабление сигнала, вызванное отражением, и, таким образом, расширить диапазон измерений.

Когда угловой размер дуги уменьшается по мере увеличения расстояния от нижнего конца трубчатой монтажной конструкции, комбинация проводник зонда - экранирующий компонент будет по своим свойствам приближаться к зонду, выполненному на основе двухпроводной передающей линии, и под нижним концом экранирующего компонента между этим зондом на основе двухпроводной передающей линии и зондом на основе однопроводной передающей линии возникнет резко выраженный скачок импеданса (с

переходом примерно от 250 к 370 Ом). Однако размер данного скачка импеданса известен, и образуется он у известной позиции по длине однопроводного зонда, а это позволяет учесть влияние данного скачка в программном обеспечении. Тот факт, что сохраняющийся скачок импеданса будет формироваться в известной позиции и обладать известными свойствами, является важным отличием от скачка импеданса у нижнего конца трубчатой монтажной конструкции, поскольку размеры данной конструкции часто варьируются при переходе от одной установки к другой, а надежно охарактеризовать и компенсировать эти изменения может оказаться затруднительным. Соответственно, следующий важный вывод, связанный с изобретением, заключается в том, что, хотя существенный скачок импеданса сохраняется, эффекты его воздействия можно уменьшить, используя только программное обеспечение, т.е. вообще не прибегая для этого к усложняющим действиям по установке или использованию системы радарного уровнемера.

Таким образом, влияние трубчатой монтажной конструкции может быть, по существу, устранено, причем в то же время сохраняется возможность определения уровней заполнения в зонах, расположенных ближе к верхней стенке резервуара.

Такого результата можно добиться, используя относительно жесткий и надежный экранирующий компонент. Можно ожидать также, что компонент такого назначения, выполненный согласно вариантам изобретения, будет легко устанавливаться на свое рабочее место, причем даже в качестве дополнения к уже установленным радарным уровнемерам.

Чем в большей степени может быть увеличен импеданс комбинации однопроводной зонд - экранирующий компонент под нижним концом трубчатой монтажной конструкции, тем меньше будет воздействие скачка импеданса у нижнего конца экранирующего компонента и тем легче будет манипулировать в программном обеспечении оставшимися эхо-сигналами, образованными в результате данного скачка.

Поэтому согласно различным вариантам изобретения экранирующий компонент может быть сконфигурирован так, чтобы на его втором участке угловой размер дуги уменьшался от по меньшей мере  $180^\circ$  до менее  $20^\circ$ . Если этот угол уменьшить до значения порядка  $5^\circ$ - $10^\circ$ , импеданс у нижнего конца экранирующего компонента окажется довольно близким к импедансу однопроводного зонда в свободном пространстве (в зоне под нижним концом экранирующего компонента). В частности, при использовании трубчатого экранирующего компонента с внутренним диаметром 32 мм и зонда с диаметром 4 мм угловой размер дуги, составляющий примерно  $7^\circ$ , приведет к импедансу, равному примерно 350 Ом, т.е. очень близкому к импедансу в свободном пространстве, равному примерно 370 Ом. Такой маленький скачок импеданса легко скомпенсировать с помощью программного обеспечения.

Кроме того, чтобы обеспечить плавное изменение импеданса от его значения внутри трубчатой монтажной конструкции к значению у нижнего конца экранирующего компонента, в частности, когда комбинация однопроводной зонд - экранирующий компонент образует подобие двухпроводной передающей линии, желательно, чтобы упоминавшийся выше второй участок данного компонента проходил вдоль однопроводного зонда на протяжении по меньшей мере расстояния, соответствующего разрешающей способности системы радарного уровнемера по дальности. Этот параметр обратно пропорционален ширине полосы передаваемого сигнала и, если она равна 1 ГГц, составляет порядка 15 см.

При соблюдении этих условий будет обеспечено плавное изменение импеданса для распространения передаваемого сигнала как через воздушный промежуток, так и через

нефть (при допущении, что ее диэлектрическая постоянная равна примерно 2,25), а это важно для обеспечения возможности выполнить надежные измерения в тех случаях, когда экранирующий компонент по меньшей мере частично погружен в находящийся в резервуаре продукт (такой как нефть).

5 Чтобы обеспечить требуемое плавное изменение импеданса на втором участке экранирующего компонента, желательно иметь возможность непрерывным образом уменьшать на данном участке угловой размер дуги, охватывающей однопроводной зонд. Такой вариант, в частности, может обеспечить наличие плавного изменения импеданса как в случаях, когда экранирующий компонент по меньшей мере частично  
10 покрыт находящимся в резервуаре продуктом, так и когда поверхность продукта находится под нижним концом данного компонента.

В ряде вариантов для углового размера дуги, охватывающей однопроводной зонд, предусмотрена возможность уменьшаться непрерывным образом от нижнего конца трубчатой монтажной конструкции до нижнего конца экранирующего компонента

15 Для еще большего уменьшения скачка импеданса у нижнего конца экранирующего компонента участок данного компонента, ближайший к его концу, можно выполнить так, чтобы расстояние до него от однопроводного зонда плавно увеличивалось в радиальном направлении. В частности, при плавном увеличении этого расстояния, например от 16 мм до 50 мм, импеданс может плавно возрастать до примерно 370 Ом,  
20 т.е. скачок импеданса у нижнего конца экранирующего компонента будет практически устранен.

Чтобы в достаточной степени уменьшить воздействие трубчатой монтажной конструкции на импеданс, влияющий внутри данной конструкции на передаваемый сигнал, желательно для первого участка, т.е. для участка, проходящего от верхнего  
25 конца трубчатой монтажной конструкции до его нижнего конца, предусмотреть возможность выбрать для дуги, охватывающей однопроводной зонд, угловой размер, превышающий 180°.

Может оказаться предпочтительным еще больше уменьшить протяженность электрического поля внутри трубчатой монтажной конструкции. С этой целью на  
30 первом участке угловой размер дуги, охватывающей однопроводной зонд, можно увеличить до значения, превышающего 270°.

Кроме того, согласно различным вариантам изобретения экранирующему компоненту, по меньшей мере на его первом участке, может быть придана, по существу, трубчатая форма. Например, при изготовлении данного компонента можно сначала  
35 получить заготовку в виде трубки, а затем удалить соответствующую часть материала для выполнения продольной щели, расширяющейся на втором участке компонента (см. выше).

В альтернативном варианте экранирующий компонент можно сформировать, сгибая заготовку, полученную из металлического листа и сконфигурированную надлежащим  
40 образом, или выполнить данный компонент в виде детали с треугольным вырезом.

Чтобы облегчить введение экранирующего компонента в большинство известных модификаций трубчатых монтажных конструкций, устанавливаемых на резервуаре, может оказаться желательным выбрать для максимального поперечного размера данного компонента значение менее 5 см.

45 Согласно различным вариантам изобретения система радарного уровнемера может дополнительно содержать по меньшей мере одну диэлектрическую вставку, разделяющую однопроводной зонд и внутреннюю поверхность экранирующего компонента, предотвращая нежелательный контакт между ними. Предусмотрена

возможность прикрепить данную по меньшей мере одну вставку к однопроводному зонду, который для этого можно снабдить гибким проводом, по существу, жестким стержнем или их комбинацией. Кроме того, такая вставка может быть перфорированной или сформированной каким-то другим образом, позволяющим продукту проходить

5 через нее.

Чтобы обеспечить очень маленькое суммарное отражение от диэлектрической вставки, желательно предусмотреть возможность сконфигурировать ее так, чтобы имели место первое отражение и второе отражение, которые, по существу, гасят друг друга.

10 Например, протяженность диэлектрической вставки вдоль однопроводного зонда может составлять примерно половину центральной длины волны передаваемого сигнала. В альтернативном варианте вставка может иметь первую и вторую части, разнесенные по длине однопроводного зонда примерно на четверть центральной длины волны передаваемого сигнала. Чтобы еще больше понизить суммарное отражение, вставка

15 может содержать дополнительные части, каждая из которых отделена от соседней части (от соседних частей) вставки примерно на четверть центральной длины волны передаваемого сигнала.

Согласно другим вариантам изобретения радиальное расстояние между однопроводным зондом и внутренней поверхностью экранирующего компонента по

20 длине данного компонента может быть, по существу, постоянным. Тем самым можно значительно облегчить установку системы радарного уровнемера в рабочее положение или добавление экранирующего компонента к уже установленной системе. Кроме того, это позволяет упростить процесс изготовления экранирующего компонента.

Чтобы уменьшить упомянутый выше первый скачок импеданса, возникающий у

25 перехода от проходного ввода к комбинации однопроводной зонд - экранирующий компонент, систему радарного уровнемера, выполненную согласно вариантам изобретения, желательно дополнительно снабдить устройством для согласования импедансов, которое примыкает к проходному электрическому вводу и расположено между экранирующим компонентом и однопроводным зондом.

30 Таким образом, может быть обеспечено плавное изменение импеданса между импедансом проходного ввода и импедансом комбинации однопроводной зонд - экранирующий компонент, составляющими соответственно примерно 50 Ом и примерно 250 Ом. Тем самым будет уменьшено проявление многократных отражений, потенциально вносящих искажения, и понижено ослабление сигнала, чем, в свою очередь,

35 обеспечивается расширение диапазона измерений.

В вариантах изобретения предусмотрена возможность сконструировать устройство для согласования импедансов так, чтобы радиальный промежуток между зондом и данным устройством увеличивался по мере увеличения расстояния от проходного ввода

вдоль однопроводного зонда.

40 Как уже упоминалось, согласно вариантам изобретения скачок импеданса у нижнего конца экранирующего компонента имеет известную величину и известную позицию вдоль однопроводного зонда, что позволяет учесть его влияние с помощью программного обеспечения.

Поэтому желательно предусмотреть возможность снабдить процессорный контур,

45 содержащийся в системе радарного уровнемера согласно вариантам изобретения, контуром обработки сигналов, формирующим, на основе передаваемого и отраженного сигналов, эхо-сигнал и удаляющим эхо-сигнал, созданный в результате отражения передаваемого сигнала у нижнего конца экранирующего компонента.

Кроме того, желательно предусмотреть возможность включить систему радарного уровнемера, выполненную согласно различным вариантам изобретения, в состав резервуарной системы, резервуар которой дополнительно оборудован трубчатой монтажной конструкцией, выступающей от верхней стенки резервуара, по существу, вертикально вверх.

Резервуар содержит продукт, подлежащий измерению, а система радарного уровнемера прикреплена к трубчатой монтажной конструкции так, что трансивер оказывается вне резервуара, тогда как однопроводной зонд проходит через данную конструкцию в направлении продукта в резервуаре и, далее, в его внутренний объем.

Соответственно, изобретение относится к системе радарного уровнемера, содержащей:

- однопроводной зонд, проходящий через трубчатую монтажную конструкцию в направлении продукта в резервуаре и, далее, в его внутренний объем,
- экранирующий компонент, пространственно отделенный в радиальном направлении от однопроводного зонда и проходящий вдоль его верхнего участка внутри трубчатой монтажной конструкции и, далее, за его нижний конец, и
- процессорный контур, подключенный к трансиверу для определения уровня заполнения резервуара продуктом.

При этом экранирующий компонент по меньшей мере частично заключает в себе верхний участок однопроводного зонда и раскрыт в радиальном направлении, что позволяет обеспечить заполнение его продуктом.

У экранирующего компонента внутри трубчатой монтажной конструкции угловой размер дуги, охватывающей однопроводной зонд, превышает  $180^\circ$ , а далее, по мере увеличения расстояния от нижнего конца данной конструкции, этот угол уменьшается.

Краткое описание чертежей

Далее эти и другие аспекты изобретения будут описаны более подробно, со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых проиллюстрирован вариант изобретения, рассматриваемый как предпочтительный.

На фиг. 1а схематично проиллюстрирован пример резервуарной системы, содержащей систему радарного уровнемера согласно варианту изобретения.

На фиг. 1b схематично проиллюстрирован измерительный электронный блок, содержащийся в системе радарного уровнемера по фиг. 1а со схематично показанным проходным вводом.

На фиг. 2 схематично представлен, на виде сбоку, верхний участок однопроводного зонда, показанный с частичным вырывом и входящий в состав системы радарного уровнемера по фиг. 1b, причем зонд проведен через трубчатую монтажную конструкцию резервуара и частично охвачен электропроводным экранирующим компонентом.

На фиг. 3а-3d комбинация по фиг. 2, состоящая из однопроводного зонда и экранирующего компонента, схематично представлена, в сечениях различными плоскостями, взаимно смещенными вдоль однопроводного зонда.

На фиг. 4а схематично проиллюстрирован пример профиля эхо-сигнала, полученного с использованием системы радарного уровнемера по фиг. 2, но без корректировки скачка импеданса у нижнего конца экранирующего компонента.

На фиг. 4b схематично проиллюстрирован пример профиля эхо-сигнала, полученного с использованием системы радарного уровнемера по фиг. 2 и с корректировкой скачка импеданса у нижнего конца экранирующего компонента.

На фиг. 5а-5b схематично показана первая конфигурация, альтернативная комбинации однопроводного зонда и экранирующего компонента по фиг. 2

На фиг. 6a-6b схематично показана вторая конфигурация, альтернативная комбинации однопроводного зонда и экранирующего компонента по фиг. 2.

Осуществление изобретения

На фиг. 1 схематично проиллюстрирована система 1, измеряющая уровень заполнения и содержащая центр 10 управления (проиллюстрированный, как пост управления) и резервуарную систему 17, выполненную согласно примеру изобретения.

Резервуарная система 17 состоит из радарного уровнемера 2 типа GWR и резервуара 4, снабженного трубчатой монтажной конструкцией 13 ("стаканом"), которая (который) выступает от верхней стенки резервуара 4, по существу, вертикально вверх.

Радарный уровнемер 2 устанавливается с целью измерений уровня заполнения резервуара 4 продуктом 3 и содержит измерительный блок 6, а также распространяющее устройство в виде однопроводного зонда 7, который проходит от измерительного блока 6 через трубчатую монтажную конструкцию 13 в направлении продукта 3 и, далее, в его внутренний объем. В варианте, приведенном на фиг. 1, однопроводной зонд 7 представляет собой устройство на основе провода, снабженного прикрепленным к его концу грузом 8 для удерживания провода в вертикальном и натянутом состоянии.

Анализируя переданные сигналы  $S_T$ , направленные зондом 7 в направлении поверхности 11 продукта 3, и отраженные сигналы  $S_R$ , вернувшиеся от поверхности 11, измерительный блок 6 может определить расстояние между референтным положением (например соответствующим проходному вводу, проведенному между наружной и внутренней поверхностями резервуара) и поверхностью 11 продукта 3, что позволяет рассчитать уровень заполнения. В рассматриваемом варианте в резервуаре 4 содержится монопродукт 3, однако, следует отметить, что подобным образом можно измерять расстояние по оси зонда до границы любого материала.

Как схематично проиллюстрировано на фиг. 1b, измерительный блок 6 содержит трансивер (Tx/Rx) 20, процессорный контур ( $\mu P$ ) 21, коммуникационный интерфейс (I/F) 22 и коммуникационную антенну 23, обеспечивающую беспроводную коммуникацию с постом 10 управления.

Трансивер выполнен с возможностью генерирования, передачи и приема электромагнитных сигналов. Подключенный к трансиверу 20 процессорный контур 21 предназначен для определения уровня L заполнения резервуара продуктом 3, исходя из передаваемого сигнала  $S_T$  и отраженного сигнала  $S_R$ , полученного в результате отражения передаваемого сигнала от поверхности 11 продукта 3. Подключенный к процессорному контуру 21 коммуникационный интерфейс 22 обеспечивает возможность коммуникации с центром 10 управления через коммуникационную антенну 23. В варианте, представленном на фиг. 1a-1b, коммуникация между радарным уровнемером 2 и центром 10 управления является беспроводной. В альтернативном варианте она может быть выполнена, например, в виде аналогового и/или цифрового коммуникационного канала на основе проводной связи. В частности, коммуникационный канал может представлять собой двухпроводной контур 4-20 мА, а значение уровня заполнения можно передавать, подавая на данный контур ток, соответствующий конкретному уровню заполнения. Через этот же контур, т.е. токовый контур 4-20 мА, можно посылать и цифровые данные, используя для этого протокол цифровой передачи данных HART.

Кроме того, хотя на фиг. 1b это не показано, в типичном варианте радарный уровнемер 2 выполнен с возможностью подключения к внешнему источнику энергии или он может получать питание по коммуникационным линиям.



На фиг. 1b схематично показан также электропроводный экранирующий компонент 30, пространственно отделенный в радиальном направлении от однопроводного зонда 7 и имеющий протяженность вдоль его верхнего участка внутри трубчатой монтажной конструкции 13 от проходного ввода 15, расположенного у верхнего конца конструкции 13, за ее нижний конец 16.

Как схематично проиллюстрировано на фиг. 1b, экранирующий компонент 30 по меньшей мере частично включает в себе верхний участок однопроводного зонда 7 и в радиальном направлении раскрыт, что позволяет выполнять измерение уровня заполнения в зоне выше нижнего конца 31 экранирующего компонента, например во внутреннем объеме трубчатой монтажной конструкции 13.

Как будет более подробно описано далее со ссылкой на фиг. 2, экранирующий компонент 30 имеет первый участок 33, проходящий вдоль однопроводного зонда 7 внутри трубчатой монтажной конструкции 13, и второй участок 34, тоже проходящий вдоль зонда 7, но под нижним концом 16 монтажной конструкции 13.

Своим первым участком 33 экранирующий компонент 30 охватывает в сечении однопроводной зонд 7 по меньшей мере на 50% (т.е. угловой размер этого компонента равен по меньшей мере  $180^\circ$ ), в результате чего скачок импеданса у нижнего конца 16 трубчатой монтажной конструкции 13 существенно уменьшается.

На втором участке 34 по мере увеличения расстояния от нижнего конца 16 трубчатой монтажной конструкции 13 экранирующий компонент 30 охватывает однопроводной зонд 7 все в меньшей степени. Другими словами, его угловой размер в сечении уменьшается. В результате в зоне нижнего конца 31 экранирующего компонента 30 обеспечивается плавный переход от импеданса внутри конструкции 13 к импедансу двухпроводной передающей линии.

На фиг. 2 схематично представлен, на виде сбоку, верхний участок однопроводного зонда системы радарного уровнемера по фиг. 1b, показанный с частичным вырывом. Данный участок проведен через трубчатую монтажную конструкцию 13 резервуара 4 и частично охвачен электропроводным экранирующим компонентом 30.

В примере конструкции, приведенном на фиг. 2, экранирующий компонент 30 выполнен в виде стальной трубки, имеющей, по существу, круглое поперечное сечение и щель 36, проходящую по длине данного компонента.

На первом участке 33 экранирующего компонента 30, проходящем через трубчатую монтажную конструкцию 13 и, как вариант, за ее нижний конец 16, поперечное сечение данного компонента в плоскости, перпендикулярной зонду 7, может быть, по существу, постоянным.

На втором участке 34 экранирующего компонента 30, проходящем вдоль зонда 7 под нижним концом 16 трубчатой монтажной конструкции 13, щель 36 по мере увеличения расстояния от нижнего конца 16 конструкции 13 постепенно расширяется. В зависимости от конкретной конфигурации экранирующего компонента 30 может оказаться желательным начать постепенное уменьшение углового размера охватывающей дуги выше нижнего конца 16 конструкции 13, ниже данного конца или на его уровне. В первом случае, т.е. при выборе начальной точки уменьшения углового размера охватывающей дуги выше конца 16, преимущество состоит в том, что может быть уменьшена суммарная длина экранирующего компонента.

Система 2 радарного уровнемера содержит также устройство 38 для согласования импедансов, которое установлено, с примыканием к проходному электрическому вводу 15, между экранирующим компонентом 30 и зондом 7. Назначение устройства 38, показанного на фиг. 2, заключается в создании плавного перехода от импеданса

проходного ввода (примерно 50 Ом) до импеданса комбинации зонд - экранирующий компонент (образованной ниже устройства 38), составляющего примерно 140 Ом. Для этого устройство 38 может быть электропроводным, например металлическим, и сконструированным так, чтобы радиальное расстояние между ним и зондом 7

5 увеличивалось по мере удаления от проходного ввода 15 вдоль зонда 7. Ожидается, что увеличение расстояния между зондом 7 и устройством 38, реализованное ступенчатым образом в виде трех или более ступеней, соответствующих четверти длины волны, обеспечит достаточно плавный переход от импеданса проходного ввода до импеданса комбинации зонд - экранирующий компонент.

10 Как схематично показано на фиг. 2, устройство 38 для согласования импедансов в предпочтительном варианте может иметь верхний участок 39, которым оно прикрепляется к проходному вводу 15.

Зонд 7 может быть снабжен по меньшей мере одной разделительной вставкой 40а-40b, чтобы предотвратить его нежелательный контакт с экранирующим компонентом

15 30. Такие вставки можно изготовить, в частности, из политетрафторэтилена (фторопласта) или из подходящего керамического материала. В варианте по фиг. 2 разделительная вставка состоит из первой разделительной части 40а и второй разделительной части 40b, которые пространственно разнесены по длине зонда на расстояние, соответствующее четверти центральной длины волны передаваемого

20 сигнала.

Чтобы получить требуемое плавное изменение импеданса во втором участке 34 экранирующего компонента 30, может оказаться желательным обеспечить вдоль расстояния, соответствующего по меньшей мере разрешению системы 2 радарного уровнемера по дальности, постепенное уменьшение углового размера охватывающей

25 дуги (т.е. постепенное увеличение ширины щели 36).

Как хорошо известно каждому специалисту в этой области, разрешение по дальности обратно пропорционально ширине полосы передаваемого сигнала и, например, составляет примерно 15-20 см, если данная ширина равна 1 ГГц.

На фиг. 2, масштаб которой приблизительно соответствует реальному примеру

30 осуществления, диаметр зонда 7 и наружный диаметр экранирующего компонента 30 составляют соответственно примерно 4 мм и примерно 40 мм. В других вариантах наружный диаметр компонента 30 может быть меньше 25,4 мм (одного дюйма), что позволит вводить данный компонент практически во все существующие установочные отверстия накопительных или технологических резервуаров.

35 Далее, со ссылками на фиг. 3а-3d, будут описаны примеры поперечных сечений экранирующего компонента 30, расположенных в различных позициях А-Д вдоль зонда и схематично показанных на фиг. 2.

На фиг. 3а в упрощенном виде представлено поперечное сечение комбинации зонд - экранирующий компонент плоскостью А-А' (см. фиг. 2), перпендикулярной продольной

40 оси зонда 7. Как схематично показано на фиг. 3а, угловой размер  $\theta_A$  охватывающей дуги составляет примерно  $300^\circ$ , что соответствует импедансу, равному примерно 140 Ом.

Как уже упоминалось в связи с фиг. 2, устройство 38 для согласования импедансов обеспечивает плавное изменение импеданса от значения примерно 50 Ом в проходном

45 вводе 15 до значения примерно 140 Ом внутри трубчатой монтажной конструкции 13.

На втором участке 34 экранирующего компонента 30 угловой размер охватывающей дуги непрерывно уменьшается от примерно  $300^\circ$  до примерно  $10^\circ$  или менее.

На фиг. 3b в упрощенном виде представлено поперечное сечение комбинации зонд

- экранирующий компонент плоскостью В-В' (см. фиг. 2), перпендикулярной продольной оси зонда 7. Как схематично показано на фиг. 3b, угловой размер  $\theta_B$  охватывающей дуги составляет примерно  $250^\circ$ , что соответствует импедансу, равному примерно 150 Ом.

5 На фиг. 3c в упрощенном виде представлено поперечное сечение комбинации зонд - экранирующий компонент плоскостью С-С' (см. фиг. 2), перпендикулярной продольной оси зонда 7. Как схематично показано на фиг. 3d, угловой размер  $\theta_C$  охватывающей дуги составляет примерно  $180^\circ$ , что соответствует импедансу, равному примерно 160 Ом.

10 На фиг. 3d в упрощенном виде представлено поперечное сечение комбинации зонд - экранирующий компонент плоскостью D-D' (см. фиг. 2), перпендикулярной продольной оси зонда 7. Как схематично показано на фиг. 3c, угловой размер  $\theta_D$  охватывающей дуги составляет примерно  $10^\circ$ , что соответствует импедансу, равному примерно 350 Ом.

15 Как уже упоминалось, у нижнего конца 31 экранирующего компонента 30 имеет место остаточный скачок импеданса. Поскольку импеданс однопроводного зонда 7 в свободном пространстве (под нижним концом 31 экранирующего компонента 30) равен примерно 370 Ом, данный скачок приведет к несогласованному отражению с величиной такого же порядка, как у типичного эхо-сигнала от поверхности нефти.

20 Однако, поскольку уровень и место возникновения данного несогласованного эхо-сигнала, образующегося у нижнего конца 31 экранирующего компонента 30, хорошо известны от поставщика системы радарного уровнемера и фактически не зависят от параметров конкретной конструкции, такой эхо-сигнал может быть устранен из графического изображения (графика) эхо-сигналов с помощью соответствующего программного обеспечения.

25 Эта операция схематично представлена на фиг. 4a-4b. Здесь проиллюстрированы примеры графиков эхо-сигналов, для которых в программном обеспечении предусматривалось сохранение или удаление (см., соответственно, фиг. 4a и 4b) эхо-сигнала, возникшего в результате отражения передаваемого сигнала у границы скачка импеданса в зоне под нижним концом 31 экранирующего компонента.

30 Как показано на фиг. 4a, график 45 эхо-сигналов содержит первый эхо-сигнал 46, обусловленный наличием небольшого остаточного скачка импеданса у нижнего конца 16 трубчатой монтажной конструкции 13, второй эхо-сигнал 47, обусловленный вышеупомянутым скачком импеданса у нижнего конца 31 экранирующего компонента 30, и третий эхо-сигнал 48, обусловленный отражением от поверхности 11 продукта 3, содержащегося в резервуаре 4. Из фиг. 4a очевидным образом следует, что наличие второго эхо-сигнала 47 может затруднить точное определение уровня заполнения в тех случаях, когда поверхность 11 продукта 3 расположена вблизи нижнего конца 31 экранирующего компонента.

35 Как показано на фиг. 4b, модифицированный график 50 эхо-сигналов содержит первый эхо-сигнал 51, расположенный в той же позиции, что и первый эхо-сигнал 46 в исходном графике 45 эхо-сигналов (см. фиг. 4a), и эхо-сигнал 52 от поверхности продукта, соответствующий аналогичному эхо-сигналу 48, представленному на фиг. 4a. При этом в модифицированном графике 50, по существу, нет эхо-сигнала для позиции

45 вдоль зонда 7, соответствующей нижнему концу 31 экранирующего компонента 30. В данном описании система радарного уровнемера и резервуарная система, выполненные согласно вариантам изобретения, были рассмотрены применительно к

экранирующему компоненту в виде трубки, которая выполнена с продольной щелью, расширяющейся по мере увеличения расстояния от нижнего конца 16 трубчатой монтажной конструкции 13.

Однако следует отметить, что возможны и другие, альтернативные, конфигурации экранирующего компонента, две из которых схематично проиллюстрированы на фиг. 5a-5b и 6a-6b.

Экранирующий компонент 30, представленный на фиг. 5a-5b, выполнен в виде электропроводной конструкции, имеющей, по существу, плоские поверхности (первую поверхность 55 и вторую поверхность 56), ориентированные в продольном направлении и расположенные под углом друг к другу, образуя конструкцию с треугольным вырезом. В примере, приведенном на фиг. 5a-5b, угол между поверхностями 55 и 56 равен примерно  $90^\circ$ , а зонд 7 расположен так, что угловой размер  $\theta$  охватывающей его дуги составляет примерно  $250^\circ$ .

Экранирующий компонент 30, приведенный на фиг. 6a-6b, выполнен в виде электропроводной трубки, перфорированной отверстиями 58a-58b (из них на фиг. 6a видны только отверстия 58a), которые расположены в первом участке 33 компонента 30. Во втором участке 34 компонента 30 в боковой поверхности трубки выполнена продольная щель.

На фиг. 6b схематично показано, что угловой размер  $\theta_{tot}$  охватывающей дуги у позиций перфорирующих отверстий 58a-58b в данном случае будет равен сумме углового размера  $\theta_1$  первой охватывающей дуги и углового размера  $\theta_2$  второй охватывающей дуги.

Специалисту будет понятно, что изобретение никоим образом не ограничивается приведенными предпочтительными вариантами его осуществления. Напротив, прилагаемая формула изобретения охватывает также многие другие варианты и модификации. Кроме того, должно быть понятно, что различные варианты изобретения не ограничены применением конкретных технологий радарного измерения уровня, таких как использование импульсного передаваемого сигнала или применение передаваемого сигнала какого-то другого типа.

#### (57) Формула изобретения

1. Система радарного уровнемера для определения уровня заполнения продуктом резервуара, причем резервуар оборудован трубчатой монтажной конструкцией, выступающей от верхней стенки резервуара вертикально вверх, а система радарного уровнемера содержит:

- трансивер, расположенный вне резервуара и выполненный с возможностью генерировать, посылать и принимать электромагнитные сигналы,
- однопроводной зонд, установленный внутри резервуара и электрически подключенный к трансиверу через проходной электрический ввод, расположенный у верхнего конца трубчатой монтажной конструкции, причем однопроводной зонд проходит, по существу, вертикально вниз через трубчатую монтажную конструкцию и далее за нижний конец трубчатой монтажной конструкции в резервуаре в направлении продукта и в его внутренний объем с возможностью направлять передаваемый электромагнитный сигнал от трансивера через находящийся в резервуаре воздух в направлении поверхности продукта и возвращать электромагнитный сигнал, образованный в результате отражения переданного сигнала от поверхности продукта, обратно в направлении трансивера,
- процессорный контур, подключенный к трансиверу и способный определять уровень

заполнения с использованием переданного сигнала и сигнала, отраженного от поверхности продукта, и

5 - электропроводный экранирующий компонент, пространственно отделенный в радиальном направлении от однопроводного зонда и проходящий вдоль его верхнего участка внутри трубчатой монтажной конструкции и за его нижний конец, при этом: экранирующий компонент по меньшей мере частично заключает в себе верхний участок однопроводного зонда и выполнен раскрытым в радиальном направлении с возможностью его заполнения продуктом, с обеспечением тем самым возможности измерения уровней заполнения, соответствующих верхнему участку зонда;

10 экранирующий компонент имеет первый участок, проходящий внутри трубчатой монтажной конструкции вдоль однопроводного зонда, и второй участок, проходящий вдоль однопроводного зонда за нижним концом указанной конструкции, причем в поперечном сечении экранирующего компонента, перпендикулярном продольной оси однопроводного зонда, на первом участке экранирующего компонента 15 угловой размер дуги, охватывающей однопроводной зонд, превышает  $180^\circ$ , а на втором участке указанный угловой размер уменьшается по мере увеличения расстояния от нижнего конца трубчатой монтажной конструкции.

2. Система по п. 1, в которой на указанном втором участке угловой размер указанной дуги уменьшается от по меньшей мере  $180^\circ$  до менее  $20^\circ$ .

20 3. Система по п. 2, в которой указанный второй участок проходит вдоль однопроводного зонда по меньшей мере на расстояние, соответствующее разрешению по длине, обеспечиваемому указанной системой.

4. Система по любому из пп. 1-3, в которой на указанном втором участке угловой размер дуги, охватывающей однопроводной зонд, уменьшается непрерывным образом.

25 5. Система по п. 4, в которой угловой размер дуги, охватывающей однопроводной зонд, уменьшается непрерывным образом от нижнего конца трубчатой монтажной конструкции до нижнего конца экранирующего компонента.

6. Система по любому из пп. 1-5, в которой на указанном первом участке, расположенном между верхним и нижним концами трубчатой монтажной конструкции, 30 угловой размер дуги, охватывающей однопроводной зонд, превышает  $180^\circ$ .

7. Система по любому из пп. 1-6, в которой на указанном первом участке угловой размер дуги, охватывающей однопроводной зонд, превышает  $270^\circ$ .

8. Система по любому из пп. 1-7, в которой экранирующий компонент по меньшей мере на указанном первом участке имеет, по существу, трубчатую форму.

35 9. Система по п. 8, в которой в экранирующем компоненте выполнена продольная щель, расширяющаяся на указанном втором участке.

10. Система по любому из пп. 1-9, в которой максимальный поперечный размер экранирующего компонента составляет менее 5 см.

40 11. Система по любому из пп. 1-10, дополнительно содержащая по меньшей мере одну разделительную вставку, установленную между однопроводным зондом и внутренней поверхностью экранирующего компонента и предотвращающую нежелательный контакт между однопроводным зондом и экранирующим компонентом.

12. Система по любому из пп. 1-11, в которой радиальное расстояние между внутренней поверхностью экранирующего компонента и однопроводным зондом, по 45 существу, постоянно по длине экранирующего компонента.

13. Система по любому из пп. 1-12, дополнительно содержащая устройство для согласования импедансов, установленное между экранирующим компонентом и однопроводным зондом с примыканием к проходному электрическому вводу.

14. Система по п. 13, в которой устройство для согласования импедансов сконфигурировано таким образом, что радиальное расстояние между ним и однопроводным зондом увеличивается по длине зонда по мере увеличения расстояния от проходного ввода.

5 15. Система по п. 14, в которой указанное радиальное расстояние увеличивается ступенчатым образом, при этом по длине каждой ступени, проходящей вдоль однопроводного зонда, выдерживается, по существу, постоянное радиальное расстояние между однопроводным зондом и устройством для согласования импедансов, по меньшей мере приблизительно соответствующее четверти центральной длины волны  
10 передаваемого сигнала.

16. Система по п. 14 или 15, в которой устройство для согласования импедансов представляет собой электропроводный компонент, упирающийся во внутреннюю поверхность экранирующего компонента.

17. Система по любому из пп. 1-16, в которой в состав процессорного контура входит  
15 контур обработки сигналов, формирующий, на основе передаваемого и отраженного сигналов, эхо-сигнал и удаляющий эхо-сигнал, созданный в результате отражения передаваемого сигнала у нижнего конца экранирующего компонента.

18. Резервуарная система, содержащая:

- резервуар, содержащий подлежащий измерению продукт и оборудованный  
20 трубчатой монтажной конструкцией, выступающей от верхней стенки резервуара, по существу, вертикально вверх, и

- систему радарного уровнемера, выполненную согласно любому из пп. 1-17 и прикрепленную к указанной трубчатой монтажной конструкции.

19. Резервуарная система, имеющая:

25 - резервуар, содержащий подлежащий измерению продукт и оборудованный трубчатой монтажной конструкцией, выступающей от верхней стенки резервуара, по существу, вертикально вверх, и

- систему радарного уровнемера для определения уровня заполнения резервуара продуктом, содержащимся в резервуаре, при этом система радарного уровнемера  
30 содержит:

- трансивер, расположенный вне резервуара и выполненный с возможностью генерировать, посылать и принимать электромагнитные сигналы,

- однопроводной зонд, установленный внутри резервуара и электрически  
35 подключенный к трансиверу через проходной электрический ввод, расположенный у верхнего конца трубчатой монтажной конструкции, причем однопроводной зонд проходит, по существу, вертикально вниз через трубчатую монтажную конструкцию и далее за нижний конец трубчатой монтажной конструкции в резервуаре в направлении продукта и в его внутренний объем с возможностью направлять передаваемый электромагнитный сигнал от трансивера через находящийся в резервуаре воздух в  
40 направлении поверхности продукта и возвращать электромагнитный сигнал, образованный в результате отражения переданного сигнала от поверхности продукта, обратно в направлении трансивера,

- процессорный контур, подключенный к трансиверу и способный определять уровень  
45 заполнения с использованием переданного сигнала и сигнала, отраженного от поверхности продукта, и

- электропроводный экранирующий компонент, пространственно отделенный в радиальном направлении от однопроводного зонда и проходящий вдоль его верхнего участка внутри трубчатой монтажной конструкции и за его нижний конец, при этом:

экранирующий компонент по меньшей мере частично заключает в себе верхний участок однопроводного зонда и выполнен раскрытым в радиальном направлении с возможностью его заполнения продуктом, с обеспечением тем самым возможности измерения уровней заполнения, соответствующих верхнему участку зонда;

5 экранирующий компонент имеет первый участок, проходящий внутри трубчатой монтажной конструкции вдоль однопроводного зонда, и второй участок, проходящий вдоль однопроводного зонда за нижним концом указанной конструкции,

причем в поперечном сечении экранирующего компонента, перпендикулярном продольной оси однопроводного зонда, на первом участке экранирующего компонента  
10 угловой размер дуги, охватывающей однопроводной зонд, превышает  $180^\circ$ , а на втором участке указанный угловой размер уменьшается по мере увеличения расстояния от нижнего конца трубчатой монтажной конструкции.

15

20

25

30

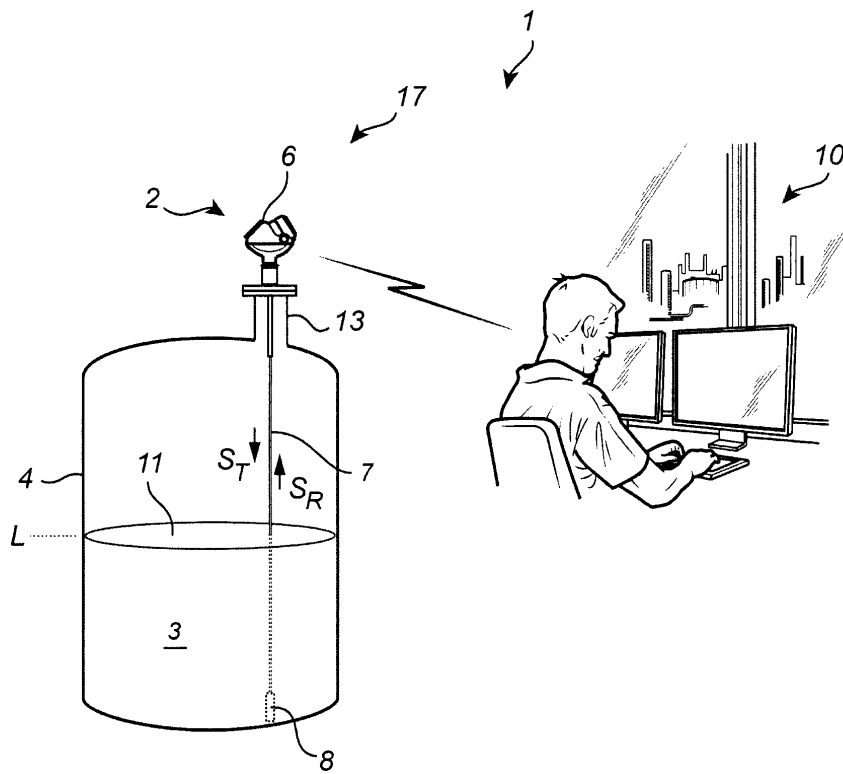
35

40

45

1

1

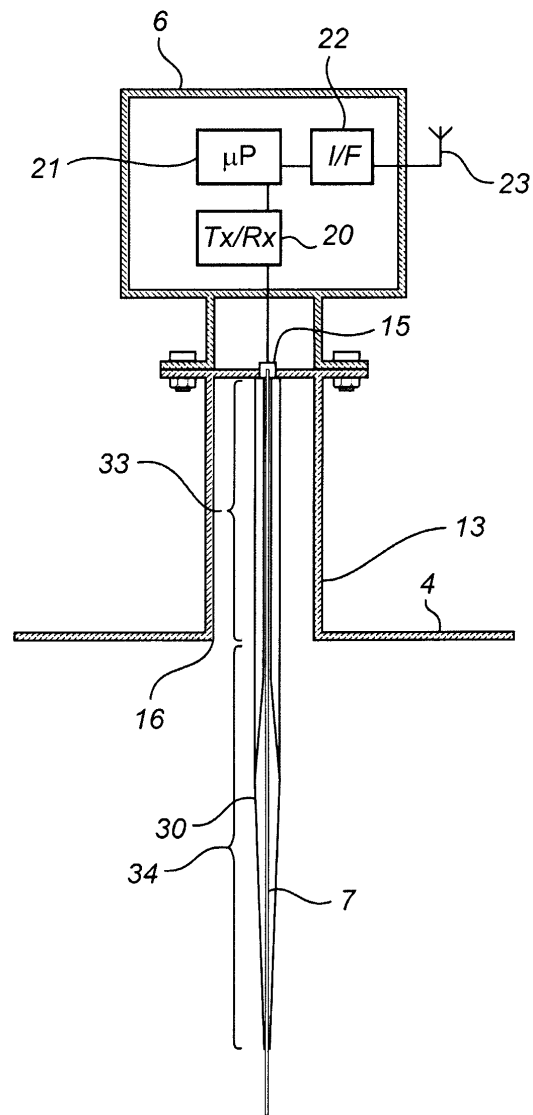


ФИГ. 1а

2

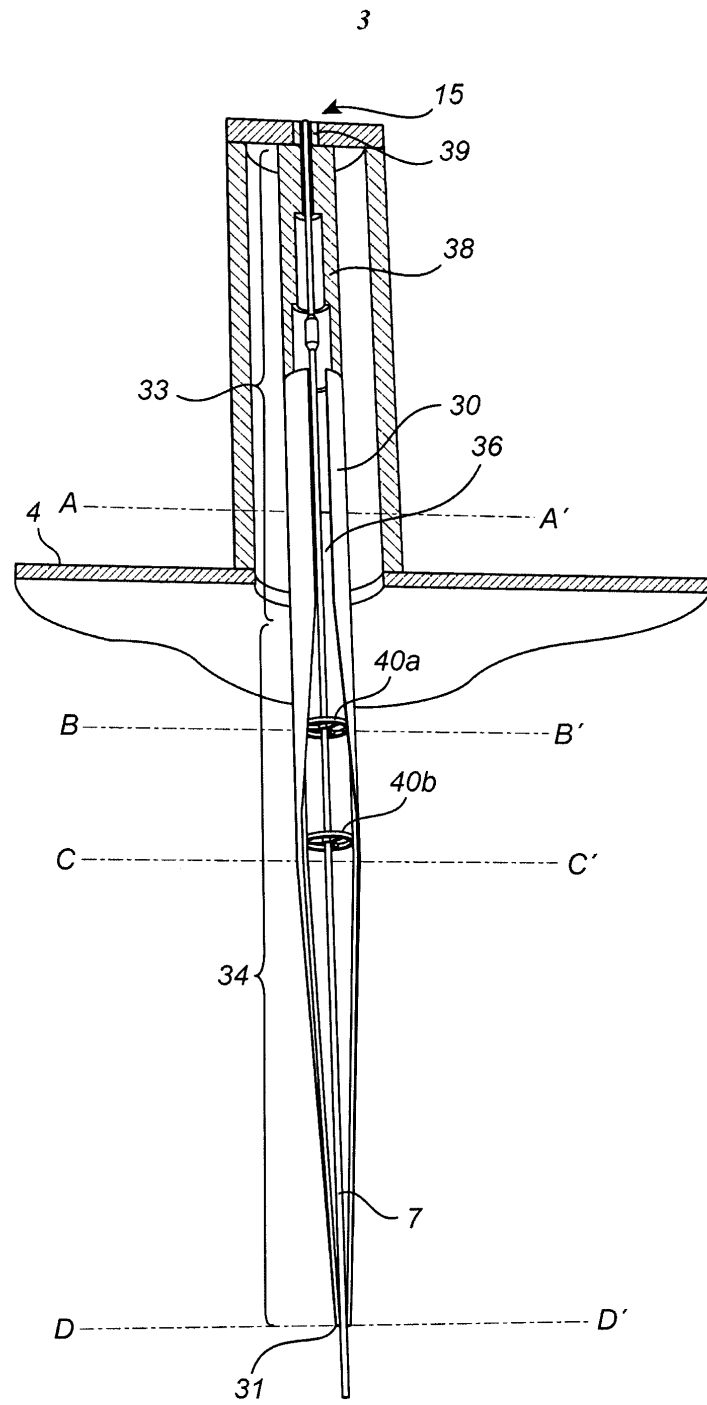


2



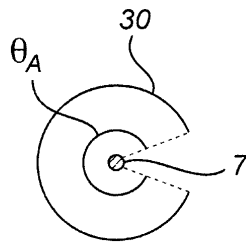
ФИГ. 1б

3

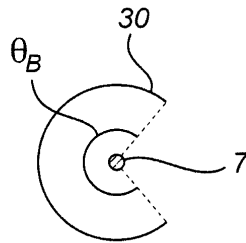


ФИГ. 2

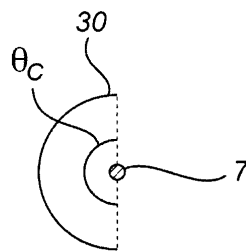
4



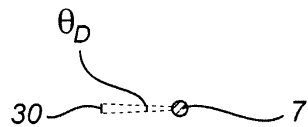
ФИГ. 3a



ФИГ. 3b

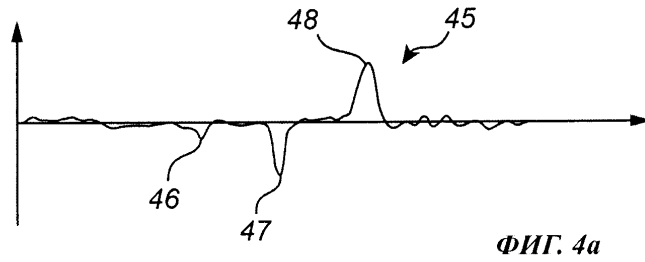


ФИГ. 3c

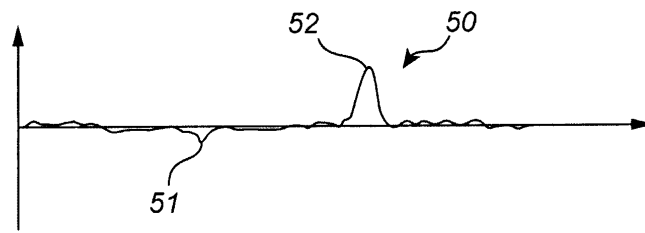


ФИГ. 3d

5



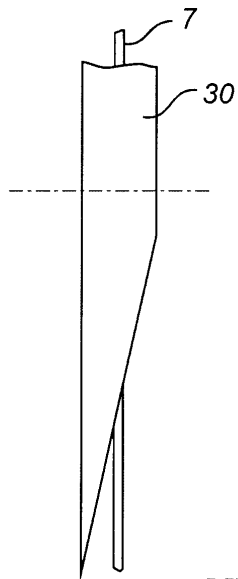
ФИГ. 4a



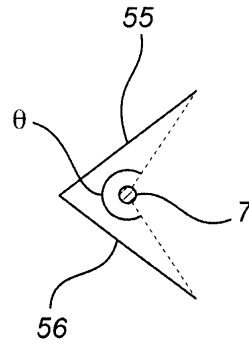
ФИГ. 4b

6

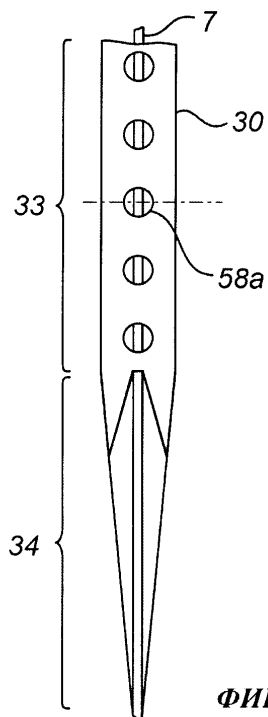
6



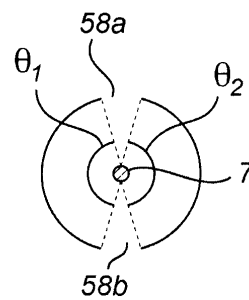
ФИГ. 5a



ФИГ. 5b



ФИГ. 6a



ФИГ. 6b