



(51) МПК  
*G01L 19/06* (2006.01)  
*G01L 19/14* (2006.01)  
*E21B 47/06* (2012.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2016116262, 18.08.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 18.08.2014

Дата регистрации:  
 21.11.2017

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
 27.09.2013 US 14/039,233

(43) Дата публикации заявки: 01.11.2017 Бюл. № 31

(45) Опубликовано: 21.11.2017 Бюл. № 33

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
 национальной фазе: 27.04.2016

(86) Заявка РСТ:  
 US 2014/051429 (18.08.2014)

(87) Публикация заявки РСТ:  
 WO 2015/047586 (02.04.2015)

Адрес для переписки:  
 129090, Москва, ул. Б.Спаская, 25, строение 3,  
 ООО "Юридическая фирма Городиский и  
 Партнеры"

(72) Автор(ы):

**ШУМАХЕР Марк Стефен (US),  
 БРОДЕН Дэвид Эндрю (US)**

(73) Патентообладатель(и):

**РОУЗМАУНТ ИНК. (US)**

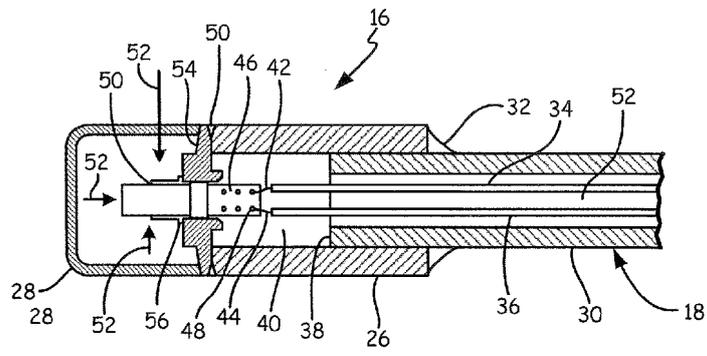
(56) Список документов, цитированных в отчете  
 о поиске: WO 2012066323 A2, 24.05.2012. WO  
 0150104 A2, 12.07.2001. GB1524981 A,  
 13.09.1978. DE 9421746 U1, 14.08.1996. US  
 2010257938 A1, 14.10.2010. GB 578632 A,  
 05.07.1946.

(54) **ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ С КАБЕЛЕМ С МИНЕРАЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ**

(57) Реферат:

Создана система измерения давления (10). Система (10) включает в себя зонд (16) измерения давления, выдвигающийся в технологическую текучую среду и имеющий датчик (50) давления с электрической характеристикой, которая изменяется вместе с давлением технологической текучей среды. Кабель (18) с минеральной изоляцией имеет металлическую оболочку (30) с дальним концом, прикрепленным к зонду измерения давления, и ближним концом. Кабель (18) с минеральной изоляцией включает в себя множество жил, (34, 36) проходящих в металлической оболочке (30) и отделенных друг

от друга сухим электроизоляционным минералом (58). Защитный элемент окружает датчик давления и защищает датчик давления от технологической текучей среды. Ближний конец металлической оболочки выполнен с возможностью герметичного прикрепления к емкости (14) с технологической текучей средой. Технический результат – возможность работы в очень высоких температурах, отсутствие необходимости использовать стеклянное/металлическое уплотнение. 2 н. и 26 з.п. ф-лы, 6 ил.



ФИГ. 3

RU 2636272 C2

RU 2636272 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*G01L 19/06* (2006.01)  
*G01L 19/14* (2006.01)  
*E21B 47/06* (2012.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2016116262, 18.08.2014**

(24) Effective date for property rights:  
**18.08.2014**

Registration date:  
**21.11.2017**

Priority:

(30) Convention priority:  
**27.09.2013 US 14/039,233**

(43) Application published: **01.11.2017 Bull. № 31**

(45) Date of publication: **21.11.2017 Bull. № 33**

(85) Commencement of national phase: **27.04.2016**

(86) PCT application:  
**US 2014/051429 (18.08.2014)**

(87) PCT publication:  
**WO 2015/047586 (02.04.2015)**

Mail address:  
**129090, Moskva, ul. B.Spaskaya, 25, stroenie 3,  
OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskiji Partnery"**

(72) Inventor(s):  
**SHUMAKHER Mark Stefen (US),  
BRODEN Devid Endryu (US)**

(73) Proprietor(s):  
**ROUZMAUNT INK. (US)**

(54) **PRESSURE SENSOR WITH MINERAL-INSULATED CABLE**

(57) Abstract:

FIELD: measuring equipment.

SUBSTANCE: pressure-measuring system (10) is created. The system (10) comprises the pressure measurement probe (16) sliding in the process fluid medium and having the pressure sensor (50) with the electrical specification, which varies along with the process fluid medium pressure. The mineral-insulated cable (18) has the metal sheath (30) with the far end, which is attached to the pressure measurement probe, and with the near end. The mineral-insulated cable (18) comprises plenty of cords (34, 36) that pass in the metal

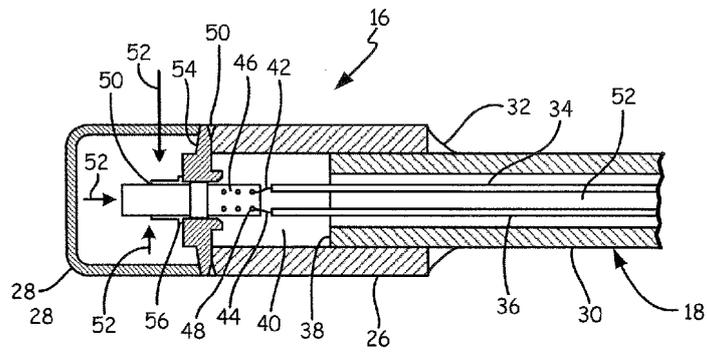
sheath (30) and are separated from one another by the dry electroinsulated mineral (58). The safety member encircles the pressure sensor and protects the pressure sensor from the process fluid medium. The metal sheath near end is capable of the pressure tight attachment to the tank (14) with the process fluid medium.

EFFECT: opportunity to work in very high temperatures, absence of necessity to use the glass, metal seal.

28 cl, 6 dwg

C 2  
2 6 3 6 2 7 2  
R U

R U  
2 6 3 6 2 7 2  
C 2



ФИГ. 3

RU 2636272 C2

RU 2636272 C2

## ПРЕДПОСЫЛКИ

[0001] Системы управления технологическими процессами применяются для мониторинга и управления технологическими процессами, используемыми для получения или передачи текучих сред или т.п. В таких системах обычно важным является измерение “параметров процесса”, например температур, давлений, расходов и др. Измерительные преобразователи для управления технологическим процессом измеряют такие параметры процесса и передают информацию, связанную с измеренными параметрами процесса, на центральную площадку, например центральный пост управления.

[0002] Одним типом измерительного преобразователя параметра технологического процесса является измерительный преобразователь давления, который измеряет давление технологической текучей среды и передает на выход данные, связанные с измеренным давлением. Выходные данные могут представлять собой давление, расход, уровень технологической текучей среды или другой параметр процесса, который можно вывести из измеренного давления. Измерительный преобразователь давления выполняется с возможностью передачи информации, связанной с измеренным давлением, на центральный пост управления. Передачу обычно обеспечивают по двухпроводному контуру управления технологическим процессом, вместе с тем, в некоторых случаях применяют другие методики связи.

[0003] В общем, давление измеряет датчик давления, который соединен с измерительным преобразователем параметра технологического процесса и соединен с технологической текучей средой некоторым технологическим соединением. Во многих случаях датчик давления сообщается текучей средой с технологической текучей средой либо через изолирующую текучую среду или при прямом контакте с технологической текучей средой. Давление технологической текучей среды обуславливает физическую деформацию в датчике давления, которая генерирует связанное электрическое изменение в датчике давления, например электрической емкости или сопротивления.

[0004] Во многих промышленных вариантах приложения измерения давления требуются барьеры давления. Барьер давления является механической структурой, которая сдерживает давление технологической текучей среды для обеспечения безопасности персонала установки. При этом барьеры давления являются ключевыми требованиями для системы измерения давления технологической текучей среды. Для обеспечения безопасной и прочной системы некоторые варианты применения требуют дублирующих барьеров давления для обеспечения безопасности персонала установки в случае выхода из строя основного барьера давления. Таким образом, если основной барьер (например, изолирующая диафрагма) выходит из строя, технологическая текучая среда все равно удерживается вспомогательным барьером (например, резиновым/металлическим коллектором).

## СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0005] Предоставлена система измерения давления. Система включает в себя зонд измерения давления, выдвигающийся в технологическую текучую среду и имеющий датчик давления с электрической характеристикой, которая изменяется вместе с давлением технологической текучей среды. Кабель с минеральной изоляцией имеет металлическую оболочку с дальним концом, прикрепленным к зонду измерения давления, и ближним концом. Кабель с минеральной изоляцией включает в себя множество жил, проходящих в металлической оболочке и отделенных друг от друга сухим электроизоляционным минералом. Ближний конец металлической оболочки выполнен с возможностью герметичного прикрепления к емкости с технологической текучей средой.

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0006] На фиг. 1 схематично показан зонд измерения давления, использующий кабель с минеральной изоляцией, согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

5 [0007] На фиг. 2 схематично показан зонд измерения давления, использующий кабель с минеральной изоляцией, согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

[0008] На фиг. 3 схематично показано сечение узла датчика давления зонда измерения давления согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

10 [0009] На фиг. 4 показана блок-схема последовательности операций способа изготовления узла датчика давления согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

[0010] На фиг. 5 схематично показано сечение узла датчика давления зонда измерения давления согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения.

15 [0011] На фиг. 6 показана блок-схема последовательности операций способа изготовления узла датчика давления на фиг. 5 согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

## ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЛЛЮСТРАТИВНЫХ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

20 [0012] Барьеры давления могут иметь различные формы. Например, технологическая изолирующая диафрагма, в общем, удовлетворительно работает как основной барьер давления. Дополнительно капиллярные системы с выносной диафрагмой могут являться эффективными вспомогательными барьерами. Стеклообразные или керамические основания обеспечивают эффективные электрические соединения, при этом также обеспечивая полезный барьер давления. Наконец, датчики давления сами могут выполняться с возможностью сдерживать давление и таким образом служить барьером давления. Как  
25 изложено выше, барьеры давления являются чрезвычайно важными в измерении давления технологической текучей среды, поскольку обеспечивают герметичность технологической текучей среды. Вместе с тем, барьеры давления создают ряд проблем. Такие проблемы включают в себя: стоимость, сложность, габариты, надежность и совместимость.

30 [0013] Согласно вариантам осуществления настоящего изобретения кабель с минеральной изоляцией (МИ) применяется как вспомогательное уплотнение в системе измерения давления. При этом задействуют технические возможности кабелей с минеральной изоляцией для обеспечения успешно конфигурируемого, недорогого  
35 вспомогательного уплотнения. Например, технология изготовления кабеля с минеральной изоляцией отработана и обеспечивает весьма прочные конструкции при низкой цене. Для изготовления кабеля с минеральной изоляцией один или несколько проводов подвешивают внутри металлической трубы. Провод (провода) окружают сухим керамическим порошком, например, оксида магния. Вся сборка затем прессуется между валками для уменьшения диаметра (и увеличения длины). До семи жил часто  
40 имеется в кабеле с минеральной изоляцией, число жил достигает до 19 в серийной продукции, имеющейся в продаже, у некоторых производителей. Кабель с минеральной изоляцией является весьма прочным и может работать при очень высоких температурах. Испытаниями установлено, что кабель с минеральной изоляцией сохраняет работоспособность при давлении около 40 бар (4 МПа), и паспорта продукции  
45 указывают, что кабель с минеральной изоляцией может выдерживать давление по меньшей мере до 10000 фунт/дюйм<sup>2</sup> (69 МПа).

[0014] На фиг. 1 схематично показан зонд измерения давления, использующий кабель с минеральной изоляцией согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Система 10 измерения технологического давления включает в себя отсек 12 электронной аппаратуры, соединенный с металлическим фланцем 14. Фланец 14 включает в себя несколько отверстий 15 под болты (показано на фиг. 2), что облегчает установку системы 10 на трубопроводе или резервуаре технологической текучей среды. Узел 16 датчика давления электрически соединен с отсеком 12 электронной аппаратуры кабелем 18 с минеральной изоляцией, который также физически несет узел 16 датчика давления. Отсек 12 электронной аппаратуры содержит электрическую схему для измерения электрической характеристики одного или нескольких датчиков, установленных в узле 16. Отсек 12 электронной аппаратуры также предпочтительно включает в себя электрическую схему для передачи информации, относящейся к измеренной электрической характеристике (характеристикам), на другие устройства, согласно подходящему протоколу линии передачи данных перерабатывающих отраслей промышленности, например 4-20 мА, протокол Highway Addressable Remote Transducer (HART<sup>®</sup>), Foundation<sup>™</sup> Fieldbus, протоколы технологической беспроводной линии передачи данных, например IEC62591, или другим подходящим протоколам.

[0015] На фиг. 2 схематично показан зонд измерения давления, использующий кабель с минеральной изоляцией, согласно варианту осуществления настоящего изобретения. На фиг. 2 показана система 10 со снятым отсеком 12 электронной аппаратуры. Множество проводов соединено с различными металлическими стержнями или жилами, которые проходят в кабеле 18 с минеральной изоляцией от ближнего конца 22 до дальнего конца 24. Провода осуществляют соединение стержней с электрической схемой в отсеке 12. Металлические стержни изолированы друг от друга и от металлической оболочки, которая их окружает, изоляционным минералом, например сухим порошком оксида магния (MgO). Технология изготовления кабеля с минеральной изоляцией дает возможность без затруднения варьировать длину кабеля с минеральной изоляцией. Кроме того, слишком длинные отрезки можно легко обрезать в процессе изготовления зонда, что облегчает создание зондов различной длины. Считается, что кабель с минеральной изоляцией может иметь длину один метр и при этом обеспечивать удовлетворительную работу. Металлическую оболочку 30 (показано на фиг. 3) кабеля 18 с минеральной изоляцией сваривают с фланцем 14 на ссылочной позиции 20. Позиция 20 может означать уплотнение любого типа, которое герметизирует кабель 18 с минеральной изоляцией на емкости с технологической текучей средой, например на резервуаре или трубопроводе. Таким образом, ближний конец кабеля 18 создает герметичный конец, который может уплотняться к фланцу 14 или напрямую к емкости с технологической текучей средой. Фактически оболочку 30 можно изготовить достаточно толстой (по сравнению с известными кабелями с минеральной изоляцией) для облегчения сварки оболочки 30 с фланцем 14, а также противодействия высокому технологическому давлению. Как показано на фиг. 2, дальний конец 24 кабеля 18 с минеральной изоляцией соединяется с муфтой 26 узла 16 датчика. Муфта 26 вмещает соединение между кабелем 18 с минеральной изоляцией и одним или несколькими датчиками узла 16. Металлический экран 28 предпочтительно сваривают с муфтой 26 для обеспечения технологической текучей среды контакта с датчиком (датчиками) узла 16, но также для защиты датчика(датчиков) от повреждений.

[0016] Варианты осуществления настоящего изобретения в особенности предпочтительны в соединении с емкостными датчиками давления, выполненными из монокристаллического материала, например сапфира. Применение кабеля с минеральной изоляцией как вспомогательного уплотнения имеет особые преимущества с такими датчиками давления. Указанные датчики давления являются известными. Например,

в патенте US Patent No. 6,520,020 раскрыт такой датчик. Вместе с тем, такие датчики давления имеют ряд элементов, которые требуют уникальных установочных и герметизирующих устройств, для правильной эксплуатации. Важно отметить, что датчик давления в силу своего материала и дизайна выполнен подходящим для контакта  
5 напрямую с технологической текучей средой, не требуя системы маслonaполненного изолятора, где применяется металлическая или керамическая изолирующая диафрагма. Отсутствие масла по меньшей мере в некоторых вариантах осуществления обеспечивает таким вариантам осуществления возможность выдерживать очень высокие технологические температуры. Дополнительно датчик выполнен с возможностью пайки  
10 твердым припоем в стену на границе высокого давления. Соединение, паянное твердым припоем, таким образом, отделяет сторону с технологическим давлением от стороны с атмосферным давлением. Соответственно стеклянное/металлическое уплотнение не требуется. Также дополнительно, по меньшей мере, некоторые конструктивные решения датчика давления включают в себя интегральный температурный датчик, который  
15 обеспечивает узлу датчика измерение как температуры, так и давления.

[0017] На фиг. 3 схематично показано сечение узла датчика давления зонда измерения давления согласно варианту осуществления настоящего изобретения. Металлическая оболочка 30 сварена с муфтой 26 на ссылочной позиции 32. Металлическую оболочку 30 можно изготавливать из любого подходящего материала, например нержавеющей  
20 стали, других подходящих сплавов, в том числе никелевых сплавов, например Inconel®. Хотя в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения применяется металлическая оболочка с постоянным внутренним диаметром, внутренний диаметр оболочки 30 может уменьшаться от дальнего конца 24 к ближнему концу 22. При этом технологическое давление должно дополнительно спрессовывать наполнитель 52 из  
25 MgO, потенциально поднимая расчетное давление уплотнения.

[0018] Кабель 18 с минеральной изоляцией включает в себя множество металлических стержней (жил) 34, 36, которые проходят от ближнего конца 22 к месту 40 за концом 38 оболочки 30. Каждый индивидуальный стержень 34, 36 электрически соединяется, предпочтительно сваркой, с электрическим соединительным проводом 42, 44  
30 соответственно, который дополнительно соединяется с соответствующей соединительной площадкой или трассой 46, 48 на датчике 50 давления. Каждый стержень 34, 36 отнесен от и изолирован от каждого другого стержня 34, 36, а также металлической оболочки 30 изоляционным минералом 52. Датчик 50 давления может являться известным емкостным датчиком давления, выполненным из монокристаллического материала,  
35 например сапфира, или любым другим подходящим датчиком давления. В работе давление технологической текучей среды действует в направлениях, показанных стрелками 52, сжимая датчик 50. Данное сжатие датчика 50 вызывает деформацию, которая обуславливает изменение расстояния между слоями, которые образуют датчик 50. Электропроводные пластины установлены на внутренних поверхностях датчика  
40 50 давления, так что отклонение обуславливает изменение электрической емкости между электропроводными пластинами. Данное изменение электрической емкости обнаруживается подходящей электрической схемой, установленной в отсеке 12 электронной аппаратуры и соединенной с датчиком 50 давления кабелем 18 с минеральной изоляцией. Узел 16 датчика давления можно вставлять в емкость с  
45 технологической текучей средой, например стенку трубопровода или бака, и крепить к ней с помощью фланца 14. Вместе с тем можно применять другие методики установки, в том числе установку кабеля 18 непосредственно в проеме емкости с технологической текучей средой. Дополнительно можно также практически осуществлять варианты

настоящего изобретения, где узел 16 датчика давления вставляется в импульсный трубопровод для применения в варианте потока дифференциального давления. Дополнительно стойкость к высокой температуре, по меньшей мере, некоторых вариантов осуществления настоящего изобретения может обеспечивать применение узла датчика для измерений в паровом оборудовании с минимальной импульсной трубной разводкой. Дополнительно в некоторых вариантах осуществления датчик 50 давления может включать в себя температурный датчик, например термометр сопротивления, который обеспечивает электрическую индикацию, например сопротивление, которое изменяется с температурой технологической текучей среды.

5 [0019] Как показано на фиг. 3, датчик 50 давления соединен с установочным элементом или диском 54 датчика на ссылочной позиции 56. Данное соединение является предпочтительно паяным твердым припоем соединением, которое крепит с уплотнением датчик 50 давления к диску 54. Диск 54, в свою очередь, сварен с муфтой 26 на ссылочной позиции 58. Конструкция, показанная на фиг. 3, обеспечивает несколько полезных признаков. Например, в случае если датчик 50 давления отрывается или раскалывается, технологическая текучая среда, проходящая через отверстие в установочном диске 54 датчика, не должна проходить через кабель 18 с минеральной изоляцией, при этом обеспечивая удержание технологического давления. Дополнительным признаком устройства, показанного на фиг. 3, является относительно небольшой диаметр узла кабеля с минеральной изоляцией/датчика, что обеспечивает применение технологических уплотнений (фланцевых уплотнений), которые гораздо легче. Кроме того, при условии экономии материала, даже в вариантах применения, требующих материалов с необычными свойствами (например, варианты подводного применения), можно получать относительно небольшие добавочные затраты. Также дополнительно устройство уменьшенного габарита облегчает применение в областях уменьшенных размеров.

10 [0020] На фиг. 4 показана блок-схема последовательности операций способа изготовления зонда измерения давления согласно варианту осуществления настоящего изобретения. Способ 100 начинается в блоке 102, где создают кабель с минеральной изоляцией. Участок металлической оболочки кабеля с минеральной изоляцией обрезают, при этом обнажая минерал и жилы в нем. Затем в блоке 104 узел датчика электрически соединяют с соответствующими жилами с минеральной изоляцией. Данная операция может включать в себя сварку гибкого металлического соединительного провода с каждой жилой с минеральной изоляцией и затем сварку каждого гибкого металлического соединительного провода с соответствующей площадкой или трассой на датчике (датчиках). В блоке 106 муфту, например муфту 26, передвигают на нужное место и сваривают с металлической оболочкой. В блоке 108 муфту предпочтительно заполняют сухим минералом (MgO). Затем в блоке 110 установочный диск датчика, например диск 54, надвигают на узел. Предпочтительно установочный диск датчика имеет паз для датчика давления. Установочный диск датчика предпочтительно сваривают лазерной сваркой с муфтой. В блоке 112 датчик припаивают твердым припоем к концевой крышке. Наконец, в блоке 114 экран или другой подходящий защитный элемент сваривают с установочным диском датчика, завершая сборку узла датчика давления. Ближний конец кабеля с минеральной изоляцией просто пропускают через отверстие во фланце, например фланце 14, и сваривают с ним.

45 [0021] В вариантах осуществления настоящего изобретения, описанных выше, предложен датчик давления, входящий напрямую в контакт с технологической текучей средой. Вместе с тем, некоторые преимущества могут также обеспечивать варианты

осуществления, предлагающие заполненную изолирующей текучей средой изолирующую систему. Например, заполненная изолирующей текучей средой система создает еще один технологический барьер. Дополнительно заполненная изолирующей текучей средой система должна минимизировать или ослаблять реакцию датчика температуры на тепловые переходные явления.

[0022] На фиг. 5 схематично показано сечение узла датчика давления зонда измерения давления согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения. Вариант осуществления, показанный на фиг. 5, является в некоторой части аналогичным показанному на фиг. 3, и аналогичные компоненты обозначены одинаковыми позициями. Датчик 50 давления окружен изолирующей текучей средой 206, которая содержится во вмещающей изолирующую текучую среду системе 204. Вмещающая изолирующую текучую среду система 204 предпочтительно включает в себя цилиндрический сильфон, который реагирует на давление технологической текучей среды и при этом передает давление технологической текучей среды на датчик 50, обеспечивая отсутствие прямого контакта технологической текучей среды с датчиком 50. Заполненная изолирующей текучей средой конструкция 204 предпочтительно выполнена из металла, подходящего для работы под воздействием технологической текучей среды, такого как никелевый сплав, например Inconel®, и сварена с диском 54 с применением любой подходящей методики, например точечной контактной сварки (RSW). Конструкция 204 создает первый барьер на случай выхода из строя. Соединение, паянное твердым припоем датчика 50 давления с диском 54, создает второй барьер, и кабель 18 с минеральной изоляцией создает еще один, третий барьер, что предотвращает вход технологической текучей среды в отсек 12 электронной аппаратуры. В зависимости от заданных требований конструкция 204 может иметь любое подходящее число складок в диапазоне от отсутствия складок (простой тонкий пленочный цилиндр) до полностью развитого металлического сильфона из подходящего материала (такого как никелевый сплав, например, Inconel®), соответствующего ему. Такие сильфоны серийно производятся и продаются и могут прикрепляться к диску 54 с применением любой подходящей методики, в том числе методики точечной контактной сварки. Конструкция, заполненная изолирующей текучей средой, показанная на фиг. 5, в одном варианте осуществления заполняется через заправочное отверстие 208, которой затем герметизируют. В одном варианте осуществления изолирующая текучая среда содержит масло.

[0023] Другая разница между фиг. 5 и фиг. 3 состоит в том, что экран 28 заменен более прочной перфорированной крышкой 200 с множеством сквозных перфораций 202, что обеспечивают технологической текучей среде доступ к датчику 50. Вместе с тем, экран 28 и крышка 200 являются просто примерами защитных конструкций, которые можно применять для защиты датчика 50 от механических повреждений при обеспечении технологической текучей среде доступа к датчику. Другие подходящие конструкции, выполняющие аналогичные функции, можно применять согласно вариантам осуществления настоящего изобретения.

[0024] На фиг. 6 показана блок-схема последовательности операций способа изготовления зонда измерения давления фиг. 5 согласно варианту осуществления настоящего изобретения. Способ 250 начинается в блоке 252, где емкостной датчик давления, выполненный из монокристаллического материала, припаивают твердым припоем к установочному диску датчика, например диску 54. Затем в блоке 254 кабель с минеральной изоляцией, например кабель 18 с минеральной изоляцией, электрически соединяют с датчиком. В некоторых вариантах осуществления такое электрическое

соединение включает в себя создание небольших гибких проводов, которые сваривают со стержнями/жилами кабеля с минеральной изоляцией и соответствующими площадками/трассами на датчике 50. Дополнительно по завершении электрических соединений является предпочтительным создание муфты с заполнением сухим порошковым минералом. В блоке 256 муфту надвигают на место и сваривают с металлической оболочкой кабеля 18 с минеральной изоляцией, а также установочным диском датчика. В блоке 258 сильфонный узел сваривают с установочным диском датчика. Сильфонный узел затем заполняют по существу несжимаемой изолирующей текучей средой, например силиконовым маслом, и герметизируют на ссылочной позиции 260. Затем в блоке 262 перфорированную крышку, например перфорированную крышку 202, сваривают с установочным диском датчика. Полученная в результате заполненная изолирующей текучей средой конструкция обеспечивает дополнительный технологический барьер в сравнении с вариантом осуществления, описанным выше и показанным на фиг. 3. Кроме того, с учетом количества тепла изолирующей текучей среды считается, что любой температурный сенсор, установленный в датчике 50, должен иметь демпфированную реакцию на тепловые переходные явления в сравнении вариантом осуществления на фиг. 3.

[0025] Хотя настоящее изобретение описано для предпочтительных вариантов осуществления, специалисты в данной области техники должны понимать, что возможны изменения в виде и деталях без отхода от сущности и объема изобретения. Например, хотя варианты осуществления настоящего изобретения описаны для одного датчика (с конструкцией измерения давления и, если необходимо, конструкция измерения температуры), соединенного с кабелем с минеральной изоляцией, следует отметить, что серийно производимые и имеющиеся в продаже кабели с минеральной изоляцией можно получать со значительно большим числом сердечников/стержней, чем требуется для одного датчика давления/температуры. Соответственно варианты осуществления настоящего изобретения также включают в себя оборудование множества датчиков давления/температуры на или вблизи дальнего конца кабеля с минеральной изоляцией. Даже когда реализуют такие варианты осуществления, все равно считается, что кабель с минеральной изоляцией диаметром полдюйма (13 мм) или меньше может обеспечивать требуемые электрические соединения. Фланец, показанный в данном документе, является только одним примером для методики соединения кабеля с минеральной изоляцией с емкостью с технологической текучей средой, которая несет технологическую текучую среду. Примеры емкостей с технологической текучей средой включают в себя резервуар или трубопровод. В одной являющейся примером конфигурации ближний конец кабеля с минеральной изоляцией может напрямую уплотняться к отверстию в емкости с технологической текучей средой. Больше одного типа сухого изоляционного минерала можно применять в разных местах в устройстве.

#### 40 (57) Формула изобретения

##### 1. Система измерения давления, содержащая:

узел датчика давления, выдвигающийся в технологическую текучую среду, причем узел датчика давления имеет датчик давления с электрической характеристикой, которая изменяется вместе с давлением технологической текучей среды;

45 кабель с минеральной изоляцией, имеющий металлическую оболочку с дальним концом, прикрепленным к узлу датчика давления, и ближним концом, причем кабель с минеральной изоляцией имеет множество жил, электрически соединенных с датчиком давления и проходящих в металлической оболочке отделенными друг от друга сухим

электроизоляционным минералом;

защитный элемент, который окружает датчик давления и защищает датчик давления от технологической текучей среды, и

при этом ближний конец металлической оболочки выполнен с возможностью герметичного прикрепления к емкости с технологической текучей средой.

2. Система измерения давления по п. 1, включающая в себя технологический фланец, имеющий сквозное отверстие и в котором ближний конец металлической оболочки герметично прикреплен к технологическому фланцу, и технологический фланец выполнен с возможностью герметичного прикрепления к емкости с технологической текучей средой.

3. Система измерения давления по п. 1, в которой характеристика, которая изменяется вместе с давлением технологической текучей среды, является электрической емкостью.

4. Система измерения давления по п. 3, в которой датчик давления образован из монокристаллического материала.

5. Система измерения давления по п. 1, в которой датчик давления припаивают твердым припоем к отверстию в установочном элементе датчика, и при этом соединение, паянное твердым припоем, образует основное уплотнение технологической текучей среды, и кабель с минеральной изоляцией образует вспомогательное уплотнение технологической текучей среды.

6. Система измерения давления по п. 5, дополнительно содержащая муфту, приваренную к установочному элементу датчика и приваренную к металлической оболочке кабеля с минеральной изоляцией.

7. Система измерения давления по п. 6, в которой муфта защищает электрическое соединение кабеля с минеральной изоляцией с датчиком давления.

8. Система измерения давления по п. 6, в которой муфта заполнена сухим изоляционным минералом.

9. Система измерения давления по п. 4, в которой монокристаллический материал является сапфиром.

10. Система измерения давления по п. 1, в которой узел датчика давления включает в себя температурный чувствительный элемент, электрически соединенный с кабелем с минеральной изоляцией.

11. Система измерения давления по п. 1, в которой металлическая оболочка выполнена из нержавеющей стали.

12. Система измерения давления по п. 1, в которой металлическая оболочка имеет постоянный внутренний диаметр.

13. Система измерения давления по п. 1, в которой металлическая оболочка имеет внутренний диаметр, который уменьшается от дальнего конца к ближнему концу.

14. Система измерения давления по п. 1, в которой минерал является оксидом магния.

15. Система измерения давления по п. 1, в которой защитный элемент содержит экран, прикрепленный к узлу датчика давления для защиты датчика давления.

16. Система измерения давления по п. 1, в которой защитный элемент содержит перфорированную концевую крышку, прикрепленную к узлу датчика давления.

17. Система измерения давления по п. 1, в которой защитный элемент содержит заполненную изолирующей текучей средой систему, окружающую датчик давления, при этом заполненная изолирующей текучей средой система передает технологическое давление на датчик давления, но при этом изолирует датчик давления от технологической текучей среды.

18. Система измерения давления по п. 17, в которой заполненная изолирующей

текучей средой система включает в себя множество сильфонов.

19. Система измерения давления по п. 17, в которой заполненная изолирующей текучей средой система выполнена из никелевого сплава, содержащего хром и железо.

20. Система измерения давления по п. 1, дополнительно содержащая второй узел датчика давления, соединенный с кабелем с минеральной изоляцией.

21. Система измерения давления по п. 20, в которой кабель с минеральной изоляцией имеет диаметр около 0,5 дюйма (13 мм) или меньше.

22. Способ выполнения системы измерения давления по п. 1, содержащий:

предоставление отрезка кабеля с минеральной изоляцией;

оголение участка кабеля с минеральной изоляцией для доступа к множеству жил в нем;

предоставление датчика давления, имеющего множество проводящих площадок;

электрическое соединение соответствующих жил кабеля с минеральной изоляцией с проводящими площадками датчика давления для образования соединительной зоны;

расположение муфты вокруг соединительной зоны;

прикрепление муфты к металлической оболочке кабеля с минеральной изоляцией;

расположение установочного элемента датчика на конце муфты и прикрепление установочного элемента датчика к муфте; и

припаивание твердым припоем датчика давления к установочному элементу датчика;

установку защитного элемента, который окружает датчик давления и защищает датчик давления от технологической среды.

23. Способ по п. 22, включающий в себя заполнение муфты сухим минеральным порошком.

24. Способ по п. 22, дополнительно содержащий пропускание кабеля с минеральной изоляцией через отверстие в технологическом фланце и прикрепление оболочки кабеля с минеральной изоляцией к технологическому фланцу.

25. Способ по п. 22, в котором защитный элемент содержит экран вблизи датчика давления.

26. Способ по п. 22, в котором защитный элемент содержит систему изолирующей текучей среды, установленную вокруг датчика давления, и способ содержит этап заполнения вмещающей изолирующую текучую среду системы изолирующей текучей средой.

27. Способ по п. 26, в котором защитный элемент содержит перфорированную концевую крышку поверх вмещающей изолирующую текучую среду системы.

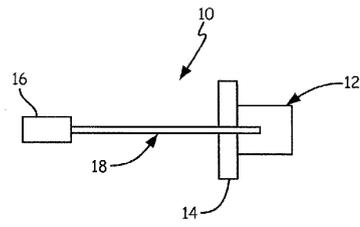
28. Способ по п. 22, дополнительно содержащий герметичную установку ближнего конца кабеля с минеральной изоляцией в емкости с технологической текучей средой.

40

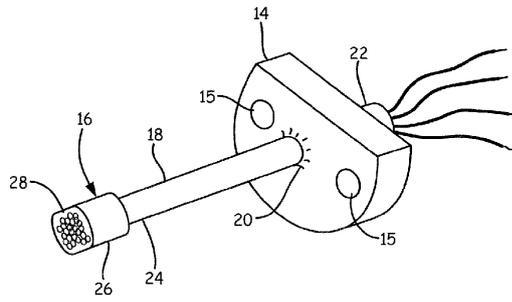
45

1

1/3



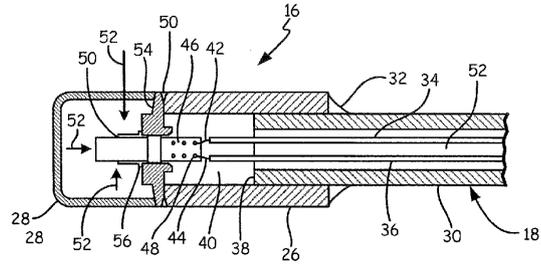
ФИГ. 1



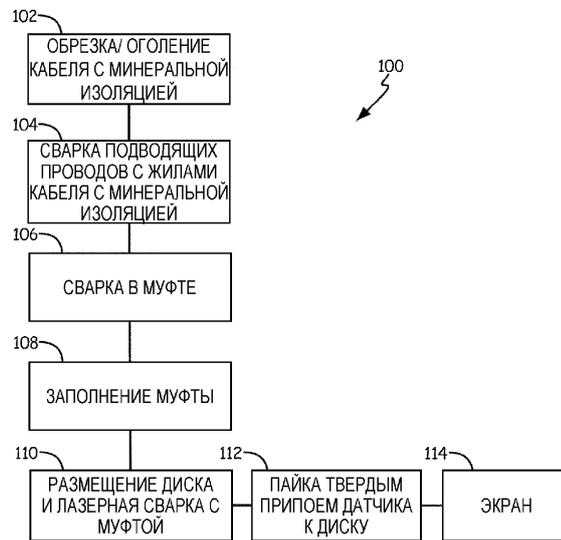
ФИГ. 2

2

2/3

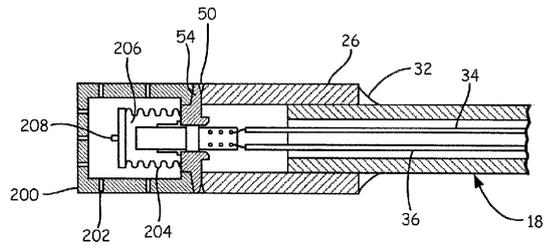


ФИГ. 3

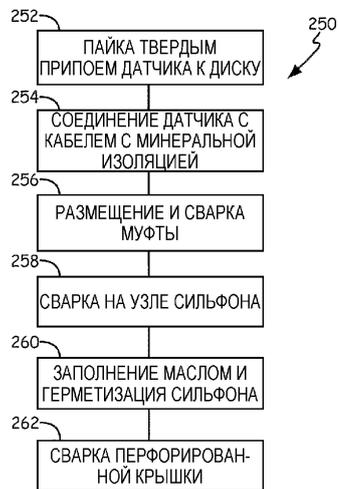


ФИГ. 4

3/3



ФИГ. 5



ФИГ. 6