



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014149240/03, 04.04.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
04.04.2013

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
08.05.2012 US 13/466,329

(43) Дата публикации заявки: 10.07.2016 Бюл. № 19

(45) Опубликовано: 20.09.2016 Бюл. № 26

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: WO 2012021654 A2, 16.02.2012. SU  
358864 A1, 03.11.1972. RU 2296217 C1,  
27.03.2007. US 2009065216 A1, 12.03.2009. WO  
2011071903 A2, 16.06.2011.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 08.12.2014(86) Заявка РСТ:  
US 2013/035261 (04.04.2013)(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2013/169417 (14.11.2013)

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

СЮЙ Чжиюэ (US),

СЮЙ ИнЦин (US),

ХЕРН Грегори Ли (US),

РИЧАРД Беннетт М. (US)

(73) Патентообладатель(и):

БЭЙКЕР ХЬЮЗ ИНКОРПОРЕЙТЕД (US)

## (54) РАЗРУШАЮЩИЙСЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ КОНУС, СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ

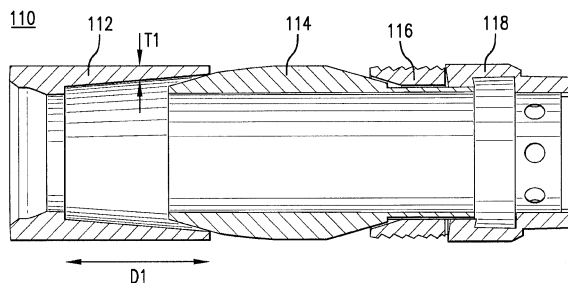
(57) Реферат:

Группа изобретений относится к горному делу и может быть применена для разрушаемого скважинного инструмента. Элемент в форме конической призмы включает в себя металлический композит, который имеет сотовую наноматрицу, содержащую материал наноматрицы с металлическими свойствами; металлическую матрицу, размещенную в сотовой наноматрице; и первый участок в форме конической призмы. При этом элемент в форме конической призмы имеет скорость разрушения

от около 1 мг/см<sup>2</sup>/ч до около 10000 мг/см<sup>2</sup>/ч. Способ изготовления элемента в форме конической призмы включает в себя соединение порошка металлической матрицы, разрушающей добавки и металлического материала наноматрицы для образования композиции; прессование композиции для образования прессованной композиции; спекание прессованной композиции и прессование спеченной композиции для образования элемента в форме конической призмы, имеющего сужающийся участок на

наружной поверхности элемента в форме конической призмы. Элемент в форме конической призмы можно применять, вводя в контакт участок в форме конической призмы элемента в форме конической призмы с сужающейся поверхностью изделия; прикладывая давление к элементу в форме конической призмы; вдавливая элемент в форме конической призмы в направлении относительно изделия,

обеспечивающем расширение радиального размера изделия; и вводя в контакт элемент в форме конической призмы с текучей средой для разрушения элемента в форме конической призмы. Технический результат заключается в повышении эффективности инструмента, содержащего элемент в форме конической призмы. 8 н. и 22 з.п. ф-лы, 25 ил.



ФИГ.1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 598 103** (13) **C2**

(51) Int. Cl.

*E21B* 23/06 (2006.01)

*C22C* 1/05 (2006.01)

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2014149240/03, 04.04.2013

(24) Effective date for property rights:  
04.04.2013

Priority:

(30) Convention priority:  
08.05.2012 US 13/466,329

(43) Application published: 10.07.2016 Bull. № 19

(45) Date of publication: 20.09.2016 Bull. № 26

(85) Commencement of national phase: 08.12.2014

(86) PCT application:  
US 2013/035261 (04.04.2013)

(87) PCT publication:  
WO 2013/169417 (14.11.2013)

Mail address:

129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,  
OOO "JUrIdicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):

SYUJ CHzhiyue (US),  
SYUJ InTSin (US),  
KHERN Gregori Li (US),  
RICHARD Bennett M. (US)

(73) Proprietor(s):

BEJKEK KHYUZ INKORPOREJTED (US)

## (54) DISINTEGRABLE METAL CONE, METHOD OF ITS PRODUCTION AND ITS USE

(57) Abstract:

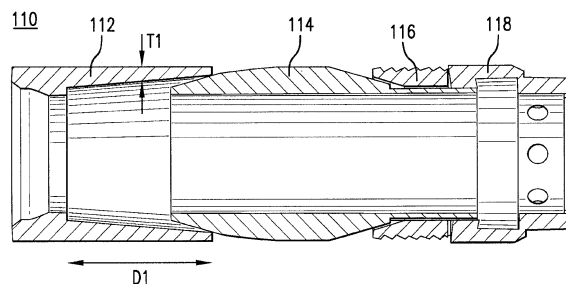
FIELD: mining.

SUBSTANCE: group of inventions relates to mining and can be used for disintegrable downhole tools. Frustoconical member includes a metal composite that has a cellular nanomatrix comprising a metallic nanomatrix material; metal matrix disposed in the cellular nanomatrix; and a first frustoconical portion. Frustoconical member has a disintegration rate of about 1 mg/cm<sup>2</sup>/hr to about 10,000 mg/cm<sup>2</sup>/hr. Method of making the frustoconical member includes combining a metal matrix powder, disintegration agent, and metal nanomatrix material to form a composition; compacting the composition to form a compacted composition; sintering the compacted composition; and pressing the sintered composition to form the frustoconical member having a tapered portion on an outer surface of the frustoconical member. Frustoconical member can be used by contacting a frustoconical portion of the frustoconical member to a tapered surface of an article;

applying pressure to the frustoconical member; urging the frustoconical member in a direction relative to the article to expand a radial dimension of the article; and contacting the frustoconical member with a fluid to disintegrate the frustoconical member.

EFFECT: technical result consists in improved efficiency of tools containing element in the shape of a conical prism.

30 cl, 25 dwg



ФИГ.1

[1] Данная заявка испрашивает приоритет по заявке U.S. Application No. 13/466329, выложена 8 мая 2012 г., полностью включена в данном документе в виде ссылки.

## ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[2] В подземных сооружениях, включающих в себя нефтяные и газовые скважины, скважины удаления  $\text{CO}_2$  и т.д. часто применяют внутрискважинные компоненты или инструменты, для которых функционально требуется только ограниченный срок службы, значительно меньше срока службы скважины. После выполнения компонентом или инструментом своей функции, он должен убираться или удаляться для восстановления начальных размеров пути текучей среды для эксплуатации, в том числе, добычи углеводородов, локализации или удаления  $\text{CO}_2$  и т.д. Удаление компонентов или инструментов можно выполнять фрезерованием или разбуриванием компонента или инструмента в стволе скважины, что обычно является долгой и дорогостоящей операцией. Отрасли постоянно требуются новые системы, материалы и способы удаления компонентов или инструментов из ствола скважины, исключая такие операции фрезерования и разбуривания.

## СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[3] В данном документе раскрыт элемент в форме конической призмы содержащий: металлический композит, включающий в себя: сотовую наноматрицу, содержащую материал наноматрицы с металлическими свойствами; металлическую матрицу, размещенную в сотовой наноматрице; и первый участок в форме конической призмы.

[4] Также раскрыт способ изготовления элемента в форме конической призмы, содержащий: соединение порошка металлической матрицы, разрушающей добавки и металлического материала наноматрицы для образования композиции; прессование композиции для образования прессованной композиции; спекание прессованной композиции; и прессование спеченной композиции для образования элемента в форме конической призмы, имеющего сужающийся участок на наружной поверхности элемента в форме конической призмы.

[5] Дополнительно раскрыт способ применения элемента в форме конической призмы, содержащий: ввод в контакт участка в форме конической призмы элемента в форме конической призмы с сужающейся поверхностью изделия; приложение давления к элементу в форме конической призмы; вдавливание элемента в форме конической призмы в направлении относительно изделия, обеспечивающего расширение радиального размера изделия; и вход в контакт элемента в форме конической призмы с текучей средой для разрушения элемента в форме конической призмы.

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[6] Следующие описания не следует считать ограничивающими. На прилагаемых чертежах одинаковые элементы обозначены одинаковыми позициями.

[7] На Фиг. 1 показано сечение разрушающейся трубной заанкеривающей системы.

[8] На Фиг. 2 показано сечение разрушающегося металлического композита.

[9] На Фиг. 3 показан микрофотоснимок являющегося примером варианта осуществления разрушающегося металлического композита, раскрытого в данном документе.

[10] На Фиг. 4 показано сечение композиции, используемой для изготовления разрушающегося металлического композита Фиг. 2.

[11] На Фиг. 5А показан микрофотоснимок технически чистого металла без сотовой наноматрицы.

[12] На Фиг. 5В показан микрофотоснимок разрушающегося металлического композита с металлической матрицей и сотовой наноматрицей.

[13] На Фиг. 6 показан график зависимости убывания массы от времени для различных разрушающихся металлических композитов, которые включают в себя сотовую наноматрицу, указывающий селективно задаваемые скорости разрушения.

[14] На Фиг. 7А показан микрофотоснимок с электронного микроскопа поверхности излома прессовки, выполненной из порошка технически чистого Mg.

[15] На Фиг. 7В показан микрофотоснимок с электронного микроскопа поверхности излома, являющегося примером варианта осуществления разрушающегося металлического композита с сотовой наноматрицей, описанного в данном документе.

[16] На Фиг. 8 показан график зависимости прочности на сжатие металлического композита с сотовой наноматрицей от весового процента компонента ( $Al_2O_3$ ) сотовой наноматрицы.

[17] На Фиг. 9А показано сечение варианта осуществления разрушающейся трубной заанкеривающей системы в стволе скважины.

[18] На Фиг. 9В показано сечение системы Фиг. 9А, установленной в рабочее положение.

[19] На Фиг. 10 показано сечение разрушающегося элемента в форме конической призмы.

[20] На Фиг. 11 показано сечение разрушающегося нижнего переводника.

[21] На Фиг. 12А, 12В и 12С соответственно показаны вид в изометрии, сечение и вид сверху разрушающейся втулки.

[22] На Фиг. 13А и 13В соответственно показаны вид в изометрии и сечение разрушающегося уплотнения.

[23] На Фиг. 14 показано сечение другого варианта осуществления разрушающейся трубной заанкеривающей системы.

[24] На Фиг. 15 показано сечение разрушающейся трубной заанкеривающей системы Фиг. 14, установленной в рабочее положение.

[25] На Фиг. 16 показано сечение другого варианта осуществления разрушающейся трубной заанкеривающей системы.

[26] На Фиг. 17 показано сечение другого варианта осуществления разрушающегося уплотнения с эластомерным опорным кольцом в разрушающейся трубной заанкеривающей системе.

[27] На Фиг. 18А и 18В соответственно показаны сечение и вид в изометрии другого варианта осуществления разрушающегося уплотнения.

## ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[28] Подробное описание вариантов осуществления устройства и способа представлены в данном документе в виде примера и без ограничений описанием и прилагаемыми фигурами.

[29] Изобретатели обнаружили, что высокопрочную, высокодуктильную и при этом полностью разрушающуюся трубную заанкеривающую систему можно выполнить из материалов, которые селективно и управляемо разрушаются, в ответ на контакт с некоторыми скважинными текучими средами или в ответ на измененные условия. Такая разрушающаяся система включает в себя компоненты, селективно корродирующие, с селективно заданной скоростью разрушения и селективно заданными свойствами материала. В дополнение, разрушающаяся система имеет компоненты с отличающейся прочностью на сжатие и растяжение, в том числе уплотнение (для образования, например, приспособляющегося уплотнения металла к металлу), конус, деформирующуюся втулку (или трубные клинья) и нижний переводник. При использовании в данном документе "разрушающийся" относится к материалу или

компоненту, который является расходуемым, корродирующим, разрушающимся, растворяющимся, теряющим прочность или иначе удаляемым. Следует понимать, что использование в данном документе термина "разрушать" в любой из его форм (например, "разрушение"), включает в себя указанное значение.

5 [30] Вариант осуществления разрушающейся трубной заанкеривающей системы показан на Фиг. 1. Разрушающаяся трубная заанкеривающая система 110 включает в себя уплотнение 112, элемент 114 в форме конической призмы, втулку 116 (показана в данном документе, как держатель клиньев) и нижний переводник 118. Система 110 выполнена так, что продольное перемещение элемента 114 в форме конической призмы  
10 относительно втулки 116 и относительно уплотнения 112 обуславливает радиальные изменения втулки 116 и уплотнения 112 соответственно. Хотя в данном варианте осуществления радиальные изменения направлены радиально наружу, в альтернативных вариантах осуществления радиальные изменения могут иметь другие направления, например, радиально внутрь. В дополнение, продольный размер D1 и толщину T1 участка стенки уплотнения 112 можно менять приложением к нему сжимающей силы. Уплотнение 112, элемент 114 в форме конической призмы, втулка 116 и нижний переводник 118 (т.е. компоненты системы 110) являются разрушающимися и содержат металлический композит. Металлический композит включает в себя металлическую матрицу, размещенную в сотовой наноматрице, и разрушающую добавку.

20 [31] В варианте осуществления разрушающаяся добавка размещается в металлической матрице. В другом варианте осуществления разрушающаяся добавка размещается снаружи металлической матрицы. В еще одном варианте осуществления разрушающаяся добавка размещается в металлической матрице, а также снаружи металлической матрицы. Металлический композит также включает в себя сотовую наноматрицу, которая  
25 содержит материал наноматрицы с металлическими свойствами. Разрушающаяся добавка может размещаться в сотовой наноматрице среди материала наноматрицы с металлическими свойствами. Являющийся примером металлический композит и способ, используемый для изготовления металлического композита, раскрыты в заявках U.S. Patent Application Serial Numbers 12/633682, 12/633688, 13/220832, 13/220822 и 13/358307,  
30 описание каждой из патентных заявок полностью включено в данном документе в виде ссылки.

[32] Металлический композит является, например, порошковой прессовкой, показанной на Фиг. 2. Металлический композит 200 включает в себя сотовую наноматрицу 216, содержащую материал 220 наноматрицы, и металлическую матрицу  
35 214 (например, множество диспергированных частиц), содержащую материал 218 сердечника частицы, диспергированный в сотовой наноматрице 216. Материал 218 сердечника частицы содержит наноструктурированный материал. Такой металлический композит, имеющий сотовую наноматрицу с металлической матрицей, размещенной в ней, называется электролитным материалом с заданными свойствами.

40 [33] Как показано на Фиг. 2 и 4, металлическая матрица 214 может включать в себя любой подходящий материал 218 сердечника частицы с металлическими свойствами, который включает в себя наноструктуру, как описано в данном документе. В являющемся примером варианте осуществления металлическая матрица 214 образована из сердечников 14 частиц (Фиг. 4) и может включать в себя такие элементы, как  
45 алюминий, железо, магний, марганец, цинк или их комбинацию, как наноструктурированный материал 218 сердечника частицы. Конкретнее, в являющемся примером варианте осуществления металлическая матрица 214 и материал 218 сердечника частицы могут включать в себя различные сплавы Al или Mg, в качестве

наноструктурированного материала 218 сердечника частицы, включающие в себя различные дисперсионно твердеющие сплавы Al или Mg. В некоторых вариантах осуществления материал 218 сердечника частицы включает в себя магний и алюминий, где алюминий присутствует в количестве от около 1 весового процента (вес.%) до около 15 вес.%, в частности от 1 вес.% до около 10 вес.% и конкретнее от около 1 вес.% до около 5 вес.% от веса металлической матрицы, остальную часть веса составляет магний.

[34] В дополнительном варианте осуществления дисперсионно твердеющие сплавы Al или Mg являются особенно полезными, поскольку могут усиливать металлическую матрицу 214 как с помощью наноструктурирования, так и дисперсионного твердения, благодаря введению в состав переосажденных частиц, как описано в данном документе. Металлическая матрица 214 и материал 218 сердечника частицы также могут включать в себя редкоземельный элемент или комбинацию редкоземельных элементов. Примеры редкоземельных элементов включают в себя Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd или Er. Можно использовать комбинацию, содержащую по меньшей мере один из вышеупомянутых редкоземельных элементов. Редкоземельный элемент, если имеется, может присутствовать в количестве 5 вес.% или меньше и, конкретно, около 2 вес.% или меньше от веса металлического композита.

[35] Металлическая матрица 214 и материал 218 сердечника частицы также может включать в себя наноструктурированный материал 215. В являющемся примером варианте осуществления наноструктурированный материал 215 является материалом с размером зерна (например, размер блока зерна или кристаллического блока) меньше около 200 нанометров (нм), в частности от около 10 нм до около 200 нм и конкретнее со средним размером зерна меньше около 100 нм. Наноструктура металлической матрицы 214 может включать в себя большеугловые границы 227, которые обычно используют для определения размера зерна или малоугловые границы 229, которые могут возникать, как субструктура в конкретном зерне, и которые в некоторых случаях используют для определения размера кристаллического блока или их комбинации. Понятно, что сотовая наноматрица 216 и зернистая структура (наноструктурированный материал 215, включающий в себя границы 227 и 229 блоков) металлической матрицы 214 являются отличительными признаками металлического композита 200. В частности, сотовая наноматрица 216 не является частью кристаллического или аморфного участка металлической матрицы 214.

[36] Разрушающая добавка включается в состав металлического композита 200 для управления скоростью разрушения металлического композита 200. Разрушающую добавку можно размещать в металлической матрице 214, сотовой наноматрице 216 или их комбинации. Согласно варианту осуществления разрушающая добавка включает в себя металл, жирную кислоту, керамические частицы или комбинацию, содержащую по меньшей мере одно из вышеупомянутого, причем разрушающая добавка размещается в электролитном материале с заданными свойствами для изменения скорости разрушения электролитного материала с заданными свойствами. В одном варианте осуществления разрушающая добавка размещается в сотовой наноматрице снаружи металлической матрицы. В не ограничивающем варианте осуществления разрушающая добавка увеличивает скорость разрушения металлического композита 200. В другом варианте осуществления разрушающая добавка уменьшает скорость разрушения металлического композита 200. Разрушающая добавка может являться металлом, в том числе кобальтом, медью, железом, никелем, вольфрамом, цинком или комбинацией, содержащей по меньшей мере одно из вышеупомянутого. В дополнительном варианте осуществления разрушающая добавка является жирной кислотой, например, жирной кислотой с 6-40

атомами углерода в молекуле. Примеры жирных кислот включают в себя: олеиновую кислоту, стеариновую кислоту, лауриновую кислоту, гидроксистеариновую кислоту, бегеновую кислоту, арахионовую кислоту, линолевую кислоту, линоленовую кислоту, свободную кислоту природной смолы, пальмитиновую кислоту, монтановую кислоту или комбинацию, содержащую по меньшей мере одно из вышеупомянутого. В еще одном варианте осуществления разрушающая добавка является керамическими частицами, например, нитрида бора, карбида вольфрама, карбида тантала, карбида титана, карбида ниобия, карбида циркония, карбида бора, карбида гафния, карбида кремния, карбида ниобия бора, нитрида алюминия, нитрида титана, нитрида циркония, нитрида тантала или комбинации, содержащей по меньшей мере одно из вышеупомянутого. В дополнение, керамическая частица может являться частицей керамических материалов, рассмотренных ниже для упрочняющего средства. Такие керамические частицы имеют размер 5 мкм или меньше, в частности 2 мкм или меньше и конкретнее 1 мкм или меньше. Разрушающая добавка может присутствовать в количестве, эффективно действующем для разрушения металлического композита 200 с требуемой скоростью разрушения, конкретно от около 0,25 вес.% до около 15 вес.%, конкретнее от около 0,25 вес.% до около 10 вес.%, еще конкретнее от около 0,25 вес.% до около 1 вес.% от веса металлического композита.

[37] В являющемся примером варианте осуществления сотовая наноматрица 216 включает в себя алюминий, кобальт, медь, железо, магний, никель, кремний, вольфрам, цинк, их оксид, их нитрид, их карбид, их интерметаллическое соединение, их металлокерамику или комбинацию, содержащую по меньшей мере одно из вышеупомянутого. Металлическая матрица может присутствовать в количестве от около 50 вес.% до около 95 вес.%, конкретно от около 60 вес.% до около 95 вес.% и конкретнее от около 70 вес.% до около 95 вес.% от веса уплотнения. Дополнительно, материал наноматрицы с металлическими свойствами составляет от около 10 вес.% до около 50 вес.%, конкретно от около 20 вес.% до около 50 вес.% и конкретнее от около 30 вес.% до около 50 вес.% от веса уплотнения.

[38] В другом варианте осуществления металлический композит включает в себя вторую частицу. Как показано в общем на Фиг. 2 и 4, металлический композит 200 можно формовать с использованием порошка 10 из металлических частиц с покрытием и дополнительного или второго порошка 30, т.е. оба порошка, 10 и 30, могут иметь по существу одинаковую структуру из частиц, не имея идентичных химических соединений. Использование дополнительного порошка 30 дает металлический композит 200, который также включает в себя множество диспергированных вторых частиц 234, описанных в данном документе, которые диспергированы в сотовой наноматрице 216 и также диспергированы относительно металлической матрицы 214. Таким образом, диспергированные вторые частицы 234 получают из частиц 32 второго порошка, размещенных в порошке 10, 30. В являющемся примером варианте осуществления диспергированные вторые частицы 234 включают в себя Ni, Fe, Cu, Co, W, Al, Zn, Mn, Si, их оксид, их нитрид, их карбид, их интерметаллическое соединение, их металлокерамику или комбинацию, содержащую по меньшей мере одно из вышеупомянутого.

[39] Как также показано на Фиг. 2, металлическая матрица 214 и материал 218 сердечника частицы также могут включать в себя частицу 222 добавки. Частица 222 добавки создает механизм дисперсного упрочнения металлической матрицы 214 и создает препятствие или служит для ограничения перемещения дислокаций в индивидуальных частицах металлической матрицы 214. В дополнение, частица 222



добавки может размещаться в сотовой наноматрице 216 для усиления металлического композита 200. Частица 222 добавки может иметь любой подходящий размер и в являющемся примером варианте осуществления может иметь средний размер частицы от около 10 нм до около 1 микрон и конкретно от около 50 нм до около 200 нм. Здесь, размер относится к самому большому линейному размеру частицы добавки. Частица 222 добавки может являться частицей любой подходящей формы, в том числе инородной частицей 224, частицей 226 упрочняющей фазы или частицей 228 дисперсной фазы. Инородная частица 224 может являться любой подходящей инородной частицей, включающей в себя различные твердые частицы. Инородная частица может включать в себя различные частицы из металла, углерода, оксида металла, нитрида металла, карбида металла интерметаллического соединения, металлокерамики или их комбинаций. В являющемся примером варианте осуществления твердые частицы могут включать в себя Ni, Fe, Cu, Co, W, Al, Zn, Mn, Si, их оксид, их нитрид, их карбид, их интерметаллическое соединение их металлокерамику или комбинацию, содержащую по меньшей мере одно из вышеупомянутого. Частицы добавки могут присутствовать в количестве от около 0,5 вес.% до около 25 вес.%, конкретно от около 0,5 вес.% до около 20 вес.% и конкретнее от около 0,5 вес.% до около 10 вес.% от веса металлического композита.

[40] В металлическом композите 200 металлическая матрица 214, диспергированная во всей сотовой наноматрице 216, может иметь равноосную структуру в по существу непрерывной сотовой наноматрице 216 или может по существу продолжаться вдоль оси так, что индивидуальные частицы металлической матрицы 214, например, сжаты у полюсов или вытянуты. В варианте, где металлическая матрица 214 имеет по существу удлиненные частицы, металлическая матрица 214 и сотовая наноматрица 216 могут являться непрерывными или прерывающимися. Размер частиц, которые составляют металлическую матрицу 214, может составлять от около 50 нм до около 800 мкм, конкретно от около 500 нм до около 600 мкм и конкретнее от около 1 мкм до около 500 мкм. Размер частиц может являться монодисперсным или полидисперсным, и распределение частиц по крупности может являться унимодальным или бимодальным. За размер здесь принимается самый большой линейный размер частицы.

[41] На Фиг. 3 показан микрофотоснимок являющегося примером варианта осуществления металлического композита. Металлический композит 300 имеет металлическую матрицу 214, которая включает в себя частицы, имеющие материал 218 сердечника частицы. В дополнение, каждая частица металлической матрицы 214 размещается в сотовой наноматрице 216. Здесь, сотовая наноматрица 216 показана, как белая сеть, которая по существу окружает частицы, образующие металлическую матрицу 214.

[42] Согласно варианту осуществления металлический композит формируется из комбинации, например, порошковых компонентов. Как показано на Фиг. 4, порошок 10 включает в себя частицы 12 порошка, которые имеют сердечник 14 частицы с материалом 18 сердечника и слой 16 покрытия с металлическими свойствами с материалом 20 покрытия. Данные компоненты порошка могут выбираться и выполняться для прессования и спекания с возможностью создания металлического композита 200, который является легким (т.е. имеющим относительно низкую плотность), высокопрочным и селективно и управляемо удаляемым, например, с помощью разрушения из ствола скважины в ответ на изменение свойства в стволе скважины, являющимся селективно и управляемо разрушающимся (например, имеющим селективно подбираемую кривую скорости разрушения) в надлежащей скважинной

текучей среде, в том числе в различных скважинных текучих средах, раскрытых в данном документе.

[43] Наноструктуру можно образовать в сердечнике 14 частицы, используемом для образования металлической матрицы 214, любым подходящим способом, в том числе, создавая наведенную деформацией наноструктуру, при размоле на шаровой мельнице порошка для создания сердечников 14 частицы и в частности при размоле в замороженном состоянии (например, размол на шаровой мельнице при криогенной температуре или в криогенной текучей среде, такой как жидкий азот) порошка для создания сердечников 14 частиц, используемых для образования металлической матрицы 214. Сердечники 14 частицы могут образовываться в виде наноструктурированного материала 215 любым подходящим способом, например, обычным размолем или размолем в замороженном состоянии частиц порошка сплава материалов, описанных в данном документе. Сердечники 14 частицы могут также образовываться сплавлением при механическом воздействии порошков технически чистого металла различных компонентов сплава в требуемых количествах. Сплавление при механическом воздействии включает в себя размол на шаровой мельнице, в том числе, размол в замороженном состоянии, данных компонентов порошка для механического создания покрытия и перемешивания компонентов и образования сердечников 14 частиц. В дополнение к созданию наноструктуры, как описано выше, размол на шаровой мельнице, в том числе размол в замороженном состоянии, может способствовать упрочнению твердого раствора сердечника 14 частицы и материала 18 сердечника, что в свою очередь может способствовать упрочнению твердого раствора металлической матрицы 214 и материала 218 сердечника частицы. Упрочнение твердого раствора может являться результатом обеспечения механического перемешивания более высокой концентрации внедренных или замещающих растворенных атомов в твердом растворе, что является возможным согласно фазовому равновесию компонентов конкретного сплава, при котором создается препятствие или которое служит ограничением перемещения дислокаций в частице, которое в свою очередь создает механизм упрочнения в сердечнике 14 частицы и металлической матрице 214. Сердечник 14 частицы может также образовываться с наноструктурой (границы блоков 227, 229) способами, включающими в себя конденсацию паров в инертном газе, химическую конденсацию из паровой фазы, импульсное электронное осаждение, плазменный синтез, кристаллизацию аморфных твердых веществ, электроосаждение и интенсивную пластическую деформацию, например. Наноструктура также может включать в себя высокую плотность дислокаций, например, плотность дислокаций между около  $10^{17} \text{ м}^{-2}$  и около  $10^{18} \text{ м}^{-2}$ , которая может иметь величину больше на два-три порядка, чем у аналогичных сплавов, деформированных традиционными способами, например, холодной прокаткой.

[44] По существу непрерывная сотовая наноматрица 216 (см. Фиг. 3) и материал 220 наноматрицы образуются из слоев 16 покрытий из материала с металлическими свойствами прессованием и спеканием множества слоев 16 покрытий из материала с металлическими свойствами с множеством частиц 12 порошка, например, холодным изостатическим прессованием (CIP), горячим изостатическим прессованием (HIP) или динамической ковкой. Химический состав материала 220 наноматрицы может отличаться от состава материала 20 покрытия вследствие действия диффузии, связанной со спеканием. Металлический композит 200 также включает в себя множество частиц, которые составляют металлическую матрицу 214, которая содержит материал 218 сердечника частиц. Металлическая матрица 214 и материал 218 сердечника частиц соответствуют и образованы из множества сердечников 14 частиц и материала 18

сердечника из множества частиц 12 порошка, поскольку слои 16 покрытий из материала с металлическими свойствами спекаются вместе для образования сотовой наноматрицы 216. Химический состав материала 218 сердечника частиц может также отличаться от состава материала 18 сердечника вследствие действия диффузии, связанной со спеканием.

[45] При использовании в данном документе термин сотовая наноматрица 216 не имеет дополнительного значения основного компонента порошковой прессовки, но вместо этого относится к компоненту или компонентам, которые меньше либо по весу или по объему. Здесь имеется отличие от большинства матричных композитных материалов, где матрица содержит главный компонент по весу или объему.

Использование термина «по существу непрерывная сотовая наноматрица» в общем описывает экстенсивный, регулярный, непрерывный и взаимосвязанный характер распределения материала 220 наноматрицы в металлическом композите 200. При использовании в данном документе термин "по существу непрерывный" описывает протяженность материала 220 наноматрицы по всему металлическому композиту 200, проходящего между и окружающего по существу всю металлическую матрицу 214.

Термин «по существу непрерывный» используется для указания, что полная непрерывность и регулярный порядок сотовой наноматрицы 220 вокруг индивидуальных частиц металлической матрицы 214 не требуются. Например, дефекты в слое 16 покрытия сердечника 14 частицы на некоторых частицах 12 порошка могут обуславливать

образование мостов сердечников 14 частиц во время спекания металлического композита 200, вызывающих локализованные неоднородности в сотовой наноматрице 216, хотя на других участках порошковой прессовки сотовая наноматрица 216 является по существу непрерывной и демонстрирует структуру, описанную в данном документе. В отличие от этого, в случае по существу удлиненных частиц металлической матрицы

214 (т.е., не равноосных форм), например, образованных экструзией, используется термин "по существу прерывающаяся", указывающий, что неполная непрерывность и разрыв (например, ломка или разделение) наноматрицы вокруг каждой частицы металлической матрицы 214, может возникать в заданном направлении экструзии. При использовании в данном документе "сотовый" используется для указания, что

наноматрица образует сеть в общем повторяющихся, взаимосвязанных ячеек или сот материала 220 наноматрицы, которые заключают в себе, а также соединяют металлическую матрицу 214. При использовании в данном документе термин "наноматрица" используется для описания размера или масштаба матрицы, в частности толщины матрицы между смежными частицами металлической матрицы 214. Слои

покрытия из материала с металлическими свойствами, которые спекаются вместе для образования наноматрицы, сами являются слоями покрытия наномерной толщины.

Поскольку сотовая наноматрица 216 в большинстве точек иных чем пересечение более чем двух частиц металлической матрицы 214 в общем содержит встречную диффузию и связывание двух слоев покрытия 16 из смежных частиц 12 порошка, имеющих

наномерную толщину, образованная сотовая наноматрица 216 также имеет наномерную толщину (например, приблизительно двойную толщину слоя покрытия, как описано в данном документе) и, следовательно, описывается, как наноматрица. Кроме того, термин металлическая матрица 214 не имеет дополнительного значения неосновного компонента металлического композита 200, но вместо этого относится к основному компоненту или компонентам, либо по весу или по объему. Использование термина «металлическая матрица» в общем указывает на прерывающееся и дискретное распределение материала 218 сердечника частицы в металлическом композите 200.

[46] Инородная частица 224 может встраиваться любым подходящим способом, в

том числе, например, размолот на шаровой мельнице или размолот в замороженном состоянии твердых частиц вместе с материалом 18 сердечника частиц. Частица 226 упрочняющей фазы может включать в себя любую частицу, которая может переосаждаться в металлической матрице, 214, в том числе частицы 226 упрочняющей фазы в соответствии с фазовыми равновесиями компонентов материалов, в частности металлических сплавов, представляющих интерес и их относительными количествами (например, дисперсионно твердеющий сплав) и в том числе таких, которые могут переосаждаться вследствие неравновесных условий, которые могут возникать, когда компонент сплава, внедренный в твердый раствор сплава в количестве, превышающем его предел фазового равновесия, которое, как известно может возникать во время сплавления при механическом воздействии, нагревается достаточно для активирования механизмов диффузии, обеспечивающих переосаждение. Частицы 228 дисперсной фазы могут включать в себя наномерные частицы или кластеры элементов, получающиеся в результате изготовления сердечников 14 частиц, связанного с размолот на шаровой мельнице, в том числе компоненты средства размолот (например, шаров) или текучей среды размолот (например, жидкого азота) или поверхностей сердечников 14 самих частиц (например, металлических оксидов или нитридов). Частицы 228 дисперсной фазы могут включать в себя такие элементы, как Fe, Ni, Cr, Mn, N, O, C, H и т.п. Частицы 222 добавки могут располагаться в любом месте в соединении с сердечниками 14 частиц и металлической матрицей 214. В являющемся примером варианте осуществления частицы 222 добавки могут располагаться в металлической матрице 214 или на ее поверхности, как показано на Фиг. 2. В другом являющемся примером варианте осуществления множество частиц 222 добавки располагаются на поверхности металлической матрицы 214 и также могут располагаться в сотовой наноматрице 216, как показано на Фиг. 2.

[47] Аналогично, диспергированные вторые частицы 234 могут образовываться из имеющих покрытие или не имеющих покрытия частиц 32 второго порошка, например, диспергированием частиц 32 второго порошка с частицами 12 порошка. В являющемся примером варианте осуществления имеющие покрытие частицы 32 второго порошка могут иметь покрытие со слоем 36 покрытия, одинаковым со слоем 16 покрытия частиц 12 порошка, так что слои 36 покрытия также способствуют созданию наноматрицы 216. В другом являющемся примером варианте осуществления частицы второго порошка 232 могут не иметь покрытия, так что диспергированные вторые 234 частицы внедряются в наноматрицу 216. Порошок 10 и дополнительный порошок 30 могут смешиваться для образования гомогенной дисперсии диспергированных частиц 214 и диспергированных вторых частиц 234 или для образования негомогенной дисперсии данных частиц. Диспергированные вторые 234 частицы могут образовываться из любого подходящего дополнительного порошка 30, отличающегося от порошка 10, по составу сердечника 34 частицы и/или слоя 36 покрытия, и могут включать в себя любые материалы, раскрытые в данном документе, для использования в качестве второго порошка 30, отличающегося от порошка 10, выбранного для образования порошковой прессовки 200.

[48] В варианте осуществления металлический композит может включать в себя упрочняющее средство. Упрочняющее средство увеличивает прочность материала металлического композита. Являющиеся примером упрочняющие средства включают в себя керамику, полимеры, металлы, наночастицы, металлокерамику и т.п. В частности, упрочняющее средство может являться кремнеземом, стекловолокном, углеродным волокном, углеродной сажой, углеродными нанотрубками, оксидами, карбидами, нитридами, силицидами, боридами, фосфидами, сульфидами, кобальтом, никелем,

железом, вольфрамом, молибденом, танталом, титаном, хромом, ниобием, бором, цирконием, ванадием, кремнием, палладием, гафнием, алюминием, медью или комбинацией, содержащей по меньшей мере одно из вышеупомянутого. Согласно варианту осуществления керамику и металл объединяют для образования

5 металлокерамики, например, карбида вольфрама, нитрида кобальта и т.п. Являющиеся примером упрочняющие средства в частности включают в себя оксид магния, муллит, оксид тория, оксид бериллия, окись урана, шпинели, оксид циркония, оксид висмута, оксид алюминия, оксид магния, кремнезем, титанат бария, кордиерит, нитрид бора, карбид вольфрама, карбид тантала, карбид титана, карбид ниобия, карбид циркония,  
10 карбид бора, карбид гафния, карбид кремния, карбид ниобия бора, нитрид алюминия, нитрид титана, нитрид циркония, нитрид тантала, нитрид гафния, нитрид ниобия, нитрид бора, нитрид кремния, борид титана, борид хрома, борид циркония, борид тантала, борид молибдена, борид вольфрама, сульфид церия, сульфид титана, сульфид магния, сульфид циркония или комбинацию, содержащую по меньшей мере одно из  
15 вышеупомянутого.

[49] В одном варианте осуществления упрочняющее средство является частицей с размером около 100 микрон или меньше, конкретно от около 10 микрон или меньше и конкретнее 500 нм или меньше. В другом варианте осуществления волоконное упрочняющее средство может комбинироваться с упрочняющим средством в виде  
20 частиц. Считается, что включение в состав упрочняющего средства может увеличить прочность и трещиностойкость металлического композита. Не вдаваясь в теорию, частицы уменьшенной крупности (т.е. более мелкие) могут создавать более прочный металлический композит в сравнении с частицами увеличенной крупности. Кроме того, форма упрочняющего средства может варьироваться и включает в себя форму волокна, сферы, стержня, трубки и т.п. Упрочняющее средство может присутствовать в количестве  
25 от 0,01 весового процента (вес.%) до 20 вес.%, в частности от 0,01 вес.% до 10 вес.% и конкретнее от 0,01 вес.% до 5 вес.%.

[50] Способ приготовления компонента разрушающейся заанкеривающей системы (например, уплотнения, элемента в форме конической призмы, втулки, нижнего  
30 переводника и т.п.), содержащего металлический композит, включает в себя соединение порошка металлической матрицы, разрушающей добавки, металлического материала наноматрицы и, если необходимо, упрочняющего средства для образования композиции; прессование композиции для образования спрессованной композиции; спекание спрессованной композиции; и прессование спеченной композиции для образования  
35 компонента разрушающейся системы. Элементы композиции можно перемешивать, перемалывать, смешивать и т.п. для образования порошка 10, показанного на Фиг. 4, например. Понятно, что материал наноматрицы с металлическими свойствами является материалом покрытия, расположенным на порошке металлической матрицы, который в результате прессования и спекания, образует сотовую наноматрицу. Прессовку можно  
40 создавать прессованием (т.е. уплотнением) композиции под давлением для образования неспеченной прессовки. Неспеченную прессовку можно последовательно подвергать прессованию под давлением от около 15000 фунт/дюйм<sup>2</sup> (103 МПа) до около 100000 фунт/дюйм<sup>2</sup> (690 МПа), конкретно от около 20000 фунт/дюйм<sup>2</sup> (138 МПа) до около  
45 80000 фунт/дюйм<sup>2</sup> (552 МПа) и конкретнее от около 30000 фунт/дюйм<sup>2</sup> (207 МПа) до около 70000 фунт/дюйм<sup>2</sup> (483 МПа), при температуре от около 250°C до около 600°C и конкретно от около 300°C до около 450°C для образования порошковой прессовки. Прессование для образования порошковой прессовки может включать в себя сжатие

в форме. Порошковая прессовка может дополнительно проходить станочную обработку для придания формы готового изделия порошковой прессовке. Альтернативно, порошковая прессовка может приводиться прессованием к форме готового изделия. Станочная обработка может включать в себя резку, распиливание, абляцию, фрезерование, торцевание, токарную обработку, сверление и т.п. с использованием, например, фрезерного станка, отрезного станка, токарного станка, вертикального фрезерного станка, электроэрозионного станка и т.п.

[51] Металлическая матрица 200 может иметь любую требуемую форму или размер, в том числе, цилиндрической заготовки, прутка, листа, тороида или другую форму, которая может проходить станочную обработку, формоваться или иначе использоваться для выполнения готовых изделий, в том числе различных скважинных инструментов и компонентов. Прессование используется для образования компонента разрушающейся заанкеривающей системы (например, уплотнения, элемента в форме конической призмы, втулки, нижнего переводника и т.п.) способами прессования и спекания, применяемыми для образования металлического композита 200 с помощью деформирования частиц 12 порошка, включающих в себя сердечники 14 частиц и слои 16 покрытия, создающие полную плотность и требуемые макроскопическую форму и размер металлического композита 200, а также его микроструктуру. Морфология (например, равноосная или по существу удлиненная форма) индивидуальных частиц металлической матрицы 214 и сотовой наноматрицы 216 слоев частиц получается в результате спекания и деформации частиц 12 порошка при их уплотнении и встречной диффузии, а также деформации для заполнения пространства между частицами металлической матрицы 214 (Фиг. 2). Можно выбирать температуры спекания и давления для обеспечения металлическим композитом 200 по существу полной теоретической плотности.

[52] Металлический композит имеет предпочтительные свойства для применения, например, во внутрискважинной окружающей среде. В варианте осуществления компонент разрушающейся заанкеривающей системы, выполненный из металлического композита имеет начальную форму, обеспечивающую спуск в скважину, и в варианте уплотнения и втулки может впоследствии деформироваться под давлением.

Металлический композит является прочным и дуктильным с относительным удлинением от около 0,1% до около 75%, конкретно от около 0,1% до около 50% и более конкретно от около 0,1% до около 25% от начального размера компонента разрушающейся заанкеривающей системы. Металлический композит имеет предел текучести от около 15 тысяч фунтов на квадратный дюйм (тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup>) (103 МПа) до около 50 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (345 МПа) и конкретно от около 15 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (103 МПа) до около 45 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (310 МПа). Прочность на сжатие металлического композита составляет от около 30 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (207 МПа) до около 100 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (690 МПа) и конкретно от около 40 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (276 МПа) до около 80 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (552 МПа). Компоненты разрушающейся заанкеривающей системы могут иметь одинаковые или отличающиеся свойства материала, такие как относительное удлинение, прочность на сжатие, прочность на растяжение и т.п.

[53] В отличие от эластомерных материалов, компоненты разрушающейся заанкеривающей системы данного документа, которые включают в себя металлический композит, имеют температурный номинал до около 1200°F (649°C), конкретно до около 1000°F (538°C) и более конкретно около 800°F (427°C). Разрушающаяся трубная заанкеривающая система является временной, поскольку система селективно и с заданными свойствами разрушается в ответ на контакт со скважинной текучей средой

или изменение условий (например, pH, температуры, давления, времени и т.п.). Кроме того, компоненты разрушающейся заанкеривающей системы могут иметь одинаковые или отличающиеся скорости разрушения, а также способность вступать в реакцию со скважинной текучей средой. Примеры скважинных текучих сред включают в себя  
 5 рассол, неорганическую кислоту, органическую кислоту или комбинацию, содержащую по меньшей мере одно из вышеупомянутого. Рассол может, например, являться морской водой, подтоварной водой, рассолом заканчивания или их комбинацией. Свойства рассола могут зависеть от назначения и компонентов рассола. Морская вода, например,  
 10 содержит несколько компонентов, таких как сульфат, бром и следы металлов, кроме обычных содержащих галогениды солей. С другой стороны, подтоварная вода может являться водой, извлеченной из эксплуатационного коллектора (например, углеводородного коллектора), полученной из подземного пласта. Подтоварная вода также называется рассолом из коллектора и часто содержит много компонентов, таких как барий, стронций и тяжелые металлы. В дополнение к природным рассолам (морской  
 15 воде и подтоварной воде) можно синтезировать рассол заканчивания из пресной воды с добавлением различных солей, таких как KCl, NaCl, ZnCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub> или CaCl<sub>2</sub> для увеличения плотности рассола, например, рассола CaCl<sub>2</sub> с плотностью 10,6 фунтов/галлон (1060 кг/м<sup>3</sup>). Рассолы заканчивания обычно создают гидростатическое давление, оптимизированное для противодействия пластовому давлению коллектора в скважине.  
 20 Вышеупомянутые рассолы можно модифицировать, включая дополнительную соль. В варианте осуществления дополнительная соль, включаемая в состав рассола представляет собой NaCl, KCl, NaBr, MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>, CaBr<sub>2</sub>, ZnBr<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>Cl, формиат натрия, формиат цезия и т.п. Соль может присутствовать в рассоле в количестве от около 0,5  
 25 вес.% до около 50 вес.%, конкретно от около 1 вес.% до около 40 вес.% и более конкретно от около 1 вес.% до около 25 вес.% от веса композиции.

[54] В другом варианте осуществления скважинная текучая среда является неорганической кислотой, которая может включать хлористоводородную кислоту, азотную кислоту, фосфорную кислоту, серную кислоту, ортоборную кислоту,  
 30 фтористоводородную кислоту, бромистоводородную кислоту, перхлорную кислоту или комбинацию, содержащую по меньшей мере одно из вышеупомянутого. В еще одном варианте осуществления скважинная текучая среда является органической кислотой, которая может включать карбоновую кислоту, сульфоновую кислоту или комбинацию, содержащую по меньшей мере одно из вышеупомянутого. Являющиеся  
 35 примером карбоновые кислоты включают муравьиную кислоту, уксусную кислоту, монохлоруксусную кислоту, дихлоруксусную кислоту, тримонохлоруксусную кислоту, трифторуксусную кислоту, пропионовую кислоту, масляную кислоту, щавелевую кислоту, бензойную кислоту, терефталевую кислоту (в том числе орто-, мета- и пара-изомеры) и т.п. Являющиеся примером сульфоновые кислоты включают  
 40 алкилсульфоновую кислоту или арилсульфоновую кислоту. Алкилсульфоновые кислоты включают, например, метансульфоновую кислоту. Арилсульфоновые кислоты включают, например, бензолсульфоновую кислоту или толуолсульфоновую кислоту. В одном варианте осуществления алкильная группа может быть разветвленной или неразветвленной и может содержать от одного до около 20 атомов углерода и может  
 45 являться замещенной или незамещенной. Арильная группа может являться алкилзамещенной, т.е., может являться алкиларильной группой или может прикрепляться к функциональной группе сульфоновой кислоты через алкиленовую группу (т.е. арилалкильную группу). В варианте осуществления арильная группа может замещаться

гетероатомом. Арильная группа может иметь от около 3 углеродных атомов до около 20 углеродных атомов и включать полициклическую структуру.

[55] Скорость разрушения (также называется скоростью растворения) металлического композита составляет от около 1 миллиграмма на квадратный сантиметр в час (мг/см<sup>2</sup>/ч) до около 10000 мг/см<sup>2</sup>/ч, конкретно от около 25 мг/см<sup>2</sup>/ч до около 1000 мг/см<sup>2</sup>/ч и более конкретно от около 50 мг/см<sup>2</sup>/ч до около 500 мг/см<sup>2</sup>/ч. Скорость разрушения меняется в зависимости от композиции и технологии, применяемой для образования металлического композита данного документа.

[56] Не вдаваясь в теорию, неожиданно высокая скорость разрушения металлического композита данного документа получается вследствие микроструктуры, создаваемой металлической матрицей и сотовой наноматрицей. Как рассмотрено выше, такая микроструктура создается с использованием технологии порошковой металлургии (например, прессования и спекания) из имеющих покрытие порошков, при этом покрытие создает сотовую наноматрицу, и частицы порошка создают материал сердечника частицы металлической матрицы. Считается, что близость сотовой наноматрицы к материалу сердечника частицы металлической матрицы в металлическом композите создает гальванические площадки для быстрого и с заданными свойствами разрушения металлической матрицы. Такие электролитические площадки отсутствуют в монометаллах и сплавах без сотовой наноматрицы. Для иллюстрации, на Фиг. 5А показана прессовка 50, выполненная из магниевого порошка. Хотя прессовка 50 демонстрирует частицы 52, окруженные линиями 54 раздела частиц, линии раздела частиц составляют физические линии раздела между по существу идентичным материалом (частицы 52). Вместе с тем, на Фиг. 5В показан являющийся примером вариант осуществления композитного металла 56 (порошковая прессовка), который включает в себя металлическую матрицу 58, имеющую материал 60 сердечника частицы, размещенный в сотовой наноматрице 62. Композитный металл 56 образован из покрытых оксидом алюминия магниевых частиц, где при обработке по технологии порошковой металлургии покрытие из оксида алюминия образует сотовую наноматрицу 62, и магний образует металлическую матрицу 58 из материала 60 сердечника частицы (магний). Сотовая наноматрица 62 является не просто физической линией раздела, как линия 54 раздела частиц на Фиг. 5А, но является также химической линией раздела, установленной между соседними материалами 60 сердечника частиц металлической матрицы 58. При том, что частицы 52 и линия 54 раздела частиц в прессовке 50 (Фиг. 5А) не имеют гальванических площадок, металлическая матрица 58 с материалом 60 сердечника частицы устанавливает множество гальванических площадок в соединении с сотовой наноматрицей 62. Реакционная способность гальванических площадок зависит от соединений, использованных в металлической матрице 58 и сотовой наноматрице 62, которые получены в результате обработки в условиях, примененных для металлической матрицы и сотовой наноматрицы микроструктуры металлического композита.

[57] Кроме того, микроструктура металлических композитов данного документа регулируется с помощью выбора условий обработки по технологии порошковой металлургии и химических материалов, применяемых в порошках и покрытиях. При этом скорость разрушения селективно задается, как показано для металлических композитов различных составов на Фиг. 6 на графике зависимости убывания массы от времени для различных металлических композитов, включающих в себя сотовую наноматрицу. В частности, на Фиг. 6 показаны кривые скорости разрушения для четырех разных металлических композитов (металлического композита А 80, металлического



композита В 82 металлического композита С 84 и металлического композита D 86). Крутизна каждого сегмента каждой кривой (разделены черными точками на Фиг. 6) дает скорость разрушения для конкретных сегментов кривой. Металлический композит А 80 имеет две неодинаковые скорости (802, 806) разрушения. Металлический композит В 82 имеет три неодинаковые скорости (808, 812, 816) разрушения. Металлический композит С 84 имеет две неодинаковые скорости (818, 822) разрушения и металлический композит D 86 имеет четыре неодинаковые скорости (824, 828, 832 и 836) разрушения. В моменты времени, представленные точками 804, 810, 814, 820, 826, 830 и 834, скорость разрушения металлического композита (80, 82, 84, 86) меняется вследствие изменения условия (например, pH, температуры, времени, давления, как рассмотрено выше). Скорость может увеличиваться (например, от скорости 818 к скорости 822) или уменьшаться (например, от скорости 802 к 806) по одной кривой разрушения. Кроме того, кривая скорости разрушения может иметь больше двух скоростей, больше трех скоростей, больше четырех скоростей и т.д., что зависит от микроструктуры и компонентов металлического композита. В данном способе кривая скорости разрушения является селективно задаваемой и отличается от кривой для металлических сплавов и технически чистых металлов, не имеющих микроструктуры (т.е., металлической матрицы и сотовой наноматрицы) металлических композитов, описанных в данном документе.

[58] Микроструктура металлического композита не только управляет изменением скорости разрушения металлического композита, но также влияет на прочность металлического композита. Как следствие, металлические композиты данного документа также имеют селективно задаваемый предел текучести материала (и другие свойства материала), где предел текучести материала меняется вследствие условий обработки и материалов, используемых для получения металлического композита. В качестве иллюстрации, на Фиг. 7А показан микрофотоснимок с электронного микроскопа поверхности излома прессовки, сформованной из технически чистого порошка Mg, и на Фиг. 7В показан микрофотоснимок с электронного микроскопа поверхности излома, являющегося примером варианта осуществления металлического композита с сотовой наноматрицей, описанной в данном документе. Микроструктурная морфология по существу непрерывной сотовой наноматрицы, которую можно выбирать для создания материала упрочняющей фазы с металлической матрицей (с материалом сердечника частицы), создает металлические композиты данного документа с улучшенными механическими свойствами, включающими в себя прочность на сжатие и прочность на срез, поскольку получающейся в результате морфологией сотовой наноматрицы/металлической матрицы можно манипулировать для создания упрочнения способами, которые являются родственными традиционным механизмам упрочнения, таким как уменьшение размера зерна, закалка на твердый раствор с применением инородных атомов, переосаждение или упрочнение при старении и механическое упрочнение. Структура сотовой наноматрицы/металлической матрицы в общем ограничивает перемещение дислокаций благодаря многочисленным контактными поверхностями наноматрицы частиц, а также контактными поверхностями между дискретными слоями в материале сотовой наноматрицы, как описано в данном документе. Указанное продемонстрировано на примере работы при разрушении данных материалов, как показано на Фиг. 7А и 7В. На Фиг. 7А, прессовка выполнена с использованием не имеющего покрытия технически чистого порошка Mg и подвергается срезающему напряжению, достаточному для разрушения, показанного трещиной между зернами. В отличие от этого, на Фиг. 7В, металлический композит, выполненный с

использованием частиц порошка с сердечниками из технически чистого Mg для образования металлической матрицы и слоев покрытий из материала с металлическими свойствами, который включает в себя Al для образования сотовой наноматрицы и подвергается срезающему напряжению, достаточному для разрушения, показанного  
 5 внутризерненным изломом и по существу с более высоким разрушающим напряжением, как описано в данном документе. Поскольку данные материалы имеют высокие прочностные характеристики, применяемый материал сердечника и материал покрытия может являться материалом низкой плотности, таким как легкие металлы, керамика, стекло или углерод, которые в ином случае не обеспечивают нужных прочностных  
 10 характеристик для требуемых вариантов применения, в том числе скважинных инструментов и компонентов.

[59] Для дополнительной иллюстрации селективно задаваемых свойств материала металлических композитов, имеющих сотовую наноматрицу, на Фиг. 8 показан график зависимости прочности на сжатие металлического композита с сотовой наноматрицей  
 15 от весового процента компонента ( $Al_2O_3$ ) сотовой наноматрицы. На Фиг. 8 ясно показано действие изменения весового процента (вес.%), т.е., толщины алюминиевого покрытия на прочность на сжатие при комнатной температуре металлического композита с сотовой наноматрицей, образованной из имеющих покрытие частиц порошка, которые включают в себя многослойное ( $Al/Al_2O_3/Al$ ) покрытие с  
 20 металлическими свойствами на сердечниках частиц из технически чистого Mg. В данном примере оптимальная прочность достигается при 4 вес.% оксида алюминия, что представляет увеличение в 21% в сравнении с 0 вес.% оксида алюминия.

[60] Таким образом, металлические композиты данного документа можно выполнять с возможностью обеспечения в широком диапазоне действия селективной и регулируемой  
 25 коррозии или разрушения от весьма низких скоростей коррозии до чрезвычайно высоких скоростей коррозии, в частности коррозии со скоростью, как более низкой, так и более высокой, чем у порошковых прессовок, не имеющих в составе сотовой наноматрицы, например, выполненных из технически чистого порошка Mg теми же способами  
 30 прессования и спекания, в сравнении с которыми выигрывает прессовка, включающая в себя диспергированные частицы технически чистого Mg в различных сотовых наноматрицах, описанных в данном документе. Данные металлические композиты 200 могут также выполняться с возможностью получения существенно улучшенных свойств в сравнении с прессовками, образованными из частиц технически чистого металла (например, технически чистого Mg), которые не включают в себя наномерные покрытия,  
 35 описанные в данном документе. Кроме того, металлические сплавы (формуемые, например, в виде отливки или способом обработки по технологии порошковой металлургии) без сотовой наноматрицы также не имеют материала с селективно задаваемыми свойствами и химических свойств металлических композитов данного документа.

[61] Как упомянуто выше, металлический композит применяется для производства изделий, которые можно использовать, как инструменты или оснастку, например, во  
 40 внутрискважинной окружающей среде. В конкретном варианте осуществления изделие является уплотнением, элементом в форме конической призмы, втулкой или нижним переводником. В другом варианте осуществления комбинации изделий применяются вместе, как разрушающаяся трубная заанкеривающая система.

[62] На Фиг. 9А и 9В показан позицией 510 вариант осуществления разрушающейся трубной заанкеривающей системы, раскрытой в данном документе. Уплотнительная система 510 включает в себя элемент в 514 в форме конической призмы (также

называется конусом и индивидуально показан на Фиг. 10), имеющий первую часть 516 в форме конической призмы и вторую часть 520 в форме конической призмы, которые сужаются в противоположных продольных направлениях друг от друга. Нижний переводник 570 (отдельно показан на Фиг. 11) размещается на конце разрушающейся системы 510. Втулка 524 (отдельно показана на Фиг. 12) является радиально расширяющейся в ответ на перемещение продольно враспор на первую часть 516 в форме конической призмы. Аналогично, уплотнение 528 (индивидуально показано на Фиг. 13А и 13В) является радиально расширяющимся в ответ на перемещение продольно враспор на вторую часть 520 в форме конической призмы. Одним способом перемещения втулки 524 и уплотнения 528 относительно частей 516, 520 в форме конических призм является продольное сжатие всей компоновки установочным инструментом 558. Уплотнение 528 включает в себя гнездо 532 с поверхностью 536, которая сужается в данном варианте осуществления и выполнена с возможностью приема пробки 578 которая может взаимодействовать с поверхностью 536 уплотнения 528 и уплотняться на ней.

[63] Гнездо 532 уплотнения 528 также включает в себя муфту 544, которая устанавливается между уплотнением 528 и второй частью 520 в форме конической призмы. Муфта 544 имеет стенку 548, толщина которой меняется вследствие обращенной радиально внутрь поверхности 552 с конфигурацией усеченного конуса на ней.

Переменная толщина стенки 548 обеспечивает на более тонких участках более интенсивную деформацию, чем на более толстых участках. Указанное может являться предпочтительным по меньшей мере по двум причинам. Первое, участок 549 более тонкой стенки может деформироваться, когда муфта 544 перемещается относительно второй части 520 в форме конической призмы для радиального расширения уплотнения 528 для взаимодействия с конструкцией 540 с уплотнением в ней. Второе, участок 550 более толстой стенки должен сопротивляться деформации от перепада давления на нем, который создается при росте давления на пробку (например, пробку 578), установленную в гнездо 532, например, во время операций обработки. Угол сужения поверхности 552 с конфигурацией усеченного конуса может выбираться совпадающим с углом сужения второй части 520 в форме конической призмы, при этом обеспечивается создание второй частью 520 в форме конической призмы радиальной поддержки муфты 544 по меньшей мере в зонах, где они находятся в контакте друг с другом.

[64] Разрушающаяся трубная заанкеривающая система 510 выполнена с возможностью установки в рабочее положение (т.е., заанкеривания) и уплотнения в конструкции 540, такой как хвостовик, обсадная колонна или обсаженный или необсаженный ствол скважины в подземном пласте, например, которые применяются в добыче углеводородного сырья и удалении двуокиси углерода. Уплотнение и заанкеривание в конструкции 540 обеспечивает увеличение давления на пробке 578, установленной для обработки подземного пласта, например, гидроразрыва и кислотной обработки. В дополнение, гнездо 532 устанавливается в уплотнении 528 так, что давление, приложенное на пробку, установленную в гнездо 532, продавлиывает уплотнение 528 к втулке 524 для увеличения при этом, уплотняющего взаимодействия уплотнения 528 с конструкцией 540 и элементом в 514 в форме конической призмы, а также увеличения заанкеривающего взаимодействия втулки 524 с конструкцией 540.

[65] Уплотнительная система 510 может выполняться так, что втулка 524 заанкеривается (фиксируется на месте установки) в конструкции 540 перед уплотняющим взаимодействием уплотнения 528 с конструкцией 540 или так, что уплотнение 528 взаимодействует с конструкцией 540, уплотняясь в ней до заанкеривания втулки 524 в

конструкции 540. Решение по взаимодействию первым уплотнения 528 или втулки 524 с конструкцией 540 можно принять на основе сравнения свойств материала (например, относительной прочности на сжатие) или размеров компонентов, участвующих в установке уплотнения 528 с компонентами, участвующими в установке в рабочее положение втулки 524. Вне зависимости от того, что вначале, втулка 524 или уплотнение 528 взаимодействует с конструкцией 540, установку в рабочее положение можно проводить в ответ на управляющее воздействие частей установочного инструмента, который устанавливает разрушающуюся трубную заанкеривающую систему 510. Повреждение уплотнения 528 можно минимизировать, уменьшая или исключая относительное перемещение между уплотнением 528 и конструкцией 540 после входа уплотнения 528 во взаимодействие с конструкцией 540. В данном варианте осуществления вход уплотнения 528 во взаимодействие с конструкцией 540 до входа втулки 524 во взаимодействие с конструкцией 540 может достигать данной цели.

[66] Поверхность 536 гнезда 532 устанавливается продольно выше по потоку (определяется потоком текучей среды, который вдавливают пробку в гнездо 532) от втулки 524. В дополнение, гнездо 536 уплотнения может устанавливаться продольно выше по потоку от муфты 544 уплотнения 528. Данная расстановка обеспечивает дополнительное продавливание уплотнения 528 во взаимодействие с конструкцией 540 и уплотнение в ней, благодаря силе давления на пробку, установленную на посадочное место 536.

[67] Участок муфты 544, который деформируется, приспособляется ко второй части 520 в форме конической призмы в достаточной мере для радиальной поддержки ее, вне зависимости от совпадения или не совпадения углов сужения. Вторая часть 520 в форме конической призмы может иметь углы сужения от около  $1^\circ$  до около  $30^\circ$ , конкретно от около  $2^\circ$  до около  $20^\circ$  для обеспечения радиального расширения муфты 544 и обеспечения поддержания силами трения между муфтой 544 и второй частью 520 в форме конической призмы их взаимного расположения после снятия продольных сил, обеспечивавших их относительное перемещение. Первая часть 516 в форме конической призмы может также иметь угол сужения от около  $10^\circ$  до около  $30^\circ$ , конкретно от около  $14^\circ$  до около  $20^\circ$  по причинам, одинаковым со второй частью 520 в форме конической призмы. Любая или обе, поверхность 552 с конфигурацией усеченного конуса и вторая часть 520 в форме конической призмы, могут включать в себя несколько углов сужения, как показано в данном документе на второй части 520 в форме конической призмы где нос 556 имеет угол сужения больше, чем поверхность 520, проходящая дальше от носа 556. Наличие нескольких углов сужения может обеспечивать операторам улучшенное регулирование величины радиального расширения муфты 544 (и, следовательно, уплотнения 528) на единицу продольного перемещения муфты 544 относительно элемента 514 в форме конической призмы. Углы сужения в дополнение к другим переменным обеспечивают дополнительный контроль продольных сил, требуемых для перемещения муфты 544 относительно элемента 514 в форме конической призмы. Такой контроль может обеспечивать разрушающейся трубной заанкеривающей системе 510 расширение муфты 544 уплотнения 528 для установки уплотнения 528 до расширения и установки втулки 224.

[68] В варианте осуществления установочный инструмент 558 расположен вдоль отрезка длины системы 510 от нижнего переводника 570 до уплотнения 528. Установочный инструмент 558 может создавать нагрузки, требуемые для обеспечения перемещения элемента 514 в форме конической призмы относительно втулки 524. Установочный инструмент 558 может иметь шпиндель 560 со стопором 562,

прикрепленным на одном конце 564 разрушающимся при заданном усилии элементом 566, например, множеством срезных винтов. Стопор 562 размещается в контакте с нижним переводником 570. Плита 568, расположенная с возможностью контакта с уплотнением 528, управляемо перемещающаяся вдоль шпинделя 560 (средством, не показанным в данном документе) в направлении к стопору 562 на нижнем переводнике 570, может продольно продавливать элемент 514 в форме конической призмы в направлении к втулке 524. Нагрузки, разрушающие элемент 566, можно устанавливать возникающими только после радиального изменения втулки 524 на заданную величину элементом 514 в форме конической призмы. После разрушения при заданном усилии элемента 566 стопор 562 может отделяться от шпинделя 560, при этом обеспечивая извлечение на поверхность шпинделя 560 и плиты 568, например.

[69] Согласно варианту осуществления поверхность 572 втулки 524 включает в себя выступы 574, которые могут называться зубьями, выполненные с возможностью при взаимодействии со стенкой 576 конструкции 540, в которой разрушающаяся система 510 применяется, врезаться в нее, когда поверхность 572 получает радиально измененную (т.е., расширенную) конфигурацию. Данное взаимодействие с врезанием служит для заанкеривания разрушающейся системы 510 в конструкции 540 для предотвращения относительного перемещения между ними. Хотя конструкция 540, раскрытая в данном варианте осуществления, является трубным изделием, таким как хвостовик или обсадная колонна в стволе скважины, она может представлять собой необсаженный участок ствола скважины в подземном пласте, например.

[70] На Фиг. 9В показана разрушающаяся система 510 после удаления установочного инструмента 558 из конструкции 540 после установки в рабочее положение разрушающейся системы 510. Здесь, выступы 574 втулки 524 взаимодействуют со стенкой 576 конструкции 540, врезавшись в нее для заанкеривания разрушающейся системы 510 в конструкции. В дополнение, уплотнение 528 радиально расширено для контакта со стенкой 576 конструкции 540 на наружной поверхности уплотнения 528 вследствие сжатия установочным инструментом 558. Уплотнение 528 деформируется так, что длина уплотнения 528 увеличивается с уменьшением толщины 548 во время сжатия уплотнения 528 между элементом 514 в форме конической призмы и стенкой 576 конструкции 540. Таким способом уплотнение 528 образует уплотнение металл к металлу на элементе 514 в форме конической призмы и уплотнение металл к металлу на стенке 576. Альтернативно, уплотнение 528 может деформироваться для соответствия неровностям стенки 576, таким как пустоты, выемки, выступы и т.п. Аналогично, дуктильность и прочность на растяжение уплотнения 528 обеспечивает деформацию уплотнения 528 для соответствия неровностям элемента 514 в форме конической призмы.

[71] После установки в рабочее положение разрушающейся системы 510 с помощью выступов 574 втулки 514 можно устанавливать пробку 578 на поверхности 536 гнезда 532. Когда пробка 578 взаимодействует с гнездом 536, уплотняясь в нем, давление выше по потоку от нее может увеличиваться для выполнения работы, такой как гидроразрыв пласта или приведение в действие скважинного инструмента, например, применяемого в добыче углеводородного сырья.

[72] В варианте осуществления показанном на Фиг. 9В, пробка 578, например, шар, взаимодействует с гнездом 532 уплотнения 528. Прикладывается давление, например, гидравлическое к пробке 578 для деформации муфты 544 уплотнения 528. Деформация муфты 544 обеспечивает удлинение материала 548 стенки и взаимодействие с конструкцией 540 (например, обсадной колонной ствола скважины) с уплотнением в ней для образования уплотнения металла к металлу с первой частью 516 в форме

конической призмы элемента 514 в форме конической призмы и образования уплотнения металла к металлу с конструкцией 576. Здесь дуктильность металлического композита обеспечивает заполнение уплотнением 528 пространства между конструкцией 540 и элементом в 514 в форме конической призмы. В это время можно проводить

5 внутрискважинную операцию и удалять пробку 578 после операции. Удаление пробки 578 из гнезда 532 может проводиться созданием перепада давления на пробке 578, при котором пробка 578 выходит из гнезда 532 и уходит от уплотнения 528 и элемента 514 в форме конической призмы. После этого, любое из следующего: уплотнение 528, элемент 514 в форме конической призмы, втулка 524 или нижний переводник 570 может

10 разрушаться при контакте со скважинной текучей средой. Альтернативно, перед удалением пробки 578 из гнезда 532, скважинная текучая среда может входить в контакт и разрушать уплотнение 528, и пробку 578 затем можно удалить из любого из оставшихся компонентов разрушающейся системы 510. Разрушение уплотнения 528, элемента 514 в форме конической призмы, втулки 524 или нижнего переводника 570 является

15 предпочтительным по меньшей мере частично, поскольку путь потока ствола скважины восстанавливается без механического удаления компонентов разрушающейся системы 510 (например, разбуриванием или фрезерованием) или промывки с удалением отходов из ствола скважины. Понятно, что скорости разрушения компонентов разрушающейся системы 510 являются независимо селективно заданными, как рассмотрено выше, и

20 что уплотнение 528, элемент 514 в форме конической призмы, втулка 524 или нижний переводник 570 имеют независимо селективно заданные свойства материала, такие как предел текучести и прочность на сжатие.

[73] Согласно другому варианту осуществления разрушающаяся трубная заанкеривающая система 510 выполнена с возможностью сохранения сквозного канала

25 580 с внутренним радиальным размером 582 и наружным радиальным размером 584, определяемым самым большим радиальным размером разрушающейся системы 510 при установке в рабочее положение в конструкции 540. В варианте осуществления внутренний радиальный размер 582 может быть достаточно большим для прохода шпинделя 560 установочного инструмента 558 без зазора через систему 510. Стопор

30 562 установочного инструмента 558 может оставаться в конструкции 540 после установки разрушающейся системы 510 и удаления шпинделя 560. Стопор 562 можно поднимать ловильным инструментом из конструкции 540 после разрушения системы 510 по меньшей мере до состояния, когда стопор 562 может пройти через внутренний радиальный размер 582. При этом компонент разрушающейся системы 510 может являться по

35 существу твердым. При включении сквозного канала 580 в состав разрушающейся системы 510 можно осуществлять циркуляцию текучей среды через разрушающуюся систему 510 в направлении от точки ниже или выше по потоку в конструкции 540 для обеспечения разрушения компонента (например, втулки).

[74] В другом варианте осуществления разрушающаяся трубная заанкеривающая

40 система 510 выполнена с внутренним радиальным размером 582, значительным по отношению к наружному радиальному размеру 584. Согласно одному варианту осуществления внутренний радиальный размер 582 составляет больше 50% наружного радиального размера 584, конкретно больше 60% и конкретнее больше 70%.

[75] Уплотнение, элемент в форме конической призмы, втулка и нижний переводник

45 могут иметь предпочтительные свойства для применения, например, во внутрискважинной окружающей среде, либо совместного или раздельного. Данные компоненты являются разрушающимися и могут являться частью полностью разрушающейся заанкеривающей системы данного документа. Дополнительно,

компоненты имеют механические и химические свойства металлического композита, описанного в данном документе. Компоненты, таким образом предпочтительно являются селективно и задано разрушающимися в ответ на контакт с текучей средой или изменение условия (например, pH, температуры, давления, времени и т.п.).

5 Являющиеся примером текучие среды включают в себя рассол, неорганическую кислоту, органическую кислоту или комбинацию, содержащую по меньшей мере одно из вышеупомянутого.

[76] Сечение варианта осуществления элемента в форме конической призмы показано на Фиг. 10. Как описано выше, элемент 514 в форме конической призмы имеет первую  
10 часть 516 в форме конической призмы, вторую часть 520 в форме конической призмы и нос 556. Угол сужения элемента 514 в форме конической призмы может меняться вдоль наружной поверхности 584, так что элемент 514 в форме конической призмы имеет различные формы сечения, в том числе показанную форму из двух конических призм. Толщина 586 стенки при этом может меняться вдоль отрезка длины элемента  
15 514 в форме конической призмы, и внутренний диаметр элемента 514 в форме конической призмы можно выбирать с учетом конкретного варианта применения. Элемент 514 в форме конической призмы можно использовать в различных вариантах применения, например, в разрушающейся трубной заанкеривающей системе данного документа, а также в любой ситуации, в которой нужна прочная или разрушающаяся деталь в форме  
20 конической призмы. Являющиеся примером варианты применения включают в себя подшипник, конусный штуцер, шпindel задвижки, кольцевое уплотнение и т.п.

[77] Сечение нижнего переводника показано на Фиг. 11. Нижний переводник 700 имеет первый конец 702, второй конец 704, возможную резьбу 706, возможные сквозные отверстия 708, внутренний диаметр 710 и наружный диаметр 712. В варианте  
25 осуществления нижний переводник 700 является концевой частью инструмента (например, разрушающейся системы 510). В другом варианте осуществления нижний переводник 700 размещается на конце колонны. В одном варианте осуществления нижний переводник 700 применяется для прикрепления инструментов к колонне. Альтернативно, нижний переводник 700 можно использовать между инструментами  
30 или колоннами и как часть звена или соединительной муфты. Нижний переводник 700 можно использовать с колонной и изделием, например, мостовой пробкой, пробкой гидроразрыва, гидравлическим забойным двигателем, пакером, скважинным отклонителем и т.п. В одном не ограничивающем варианте осуществления первый конец 702 имеет стыковочное устройство, например, с элементом 514 в форме конической  
35 призмы и втулкой 524. Вторым концом 704 взаимодействует со стопором 562 установочного инструмента 558. Резьба 706, когда присутствует, может применяться для скрепления нижнего переводника 700 с изделием. В варианте осуществления элемент 514 в форме конической призмы имеет участок резьбы, которая свинчивается с резьбой 706. В некоторых вариантах осуществления резьба 706 отсутствует, и отверстие  
40 внутреннего диаметра 710 может являться прямым каналом или может иметь участки, которые сужаются. Сквозные отверстия 708 могут передавать текучую среду, например, рассол, для разрушения нижнего переводника 700 или других компонентов разрушающейся системы 510. Сквозные отверстия также могут служить точками  
45 соединения с установочным инструментом 558, или аналогичного устройства.

Предполагается, что нижний переводник 700 может иметь другую форму сечения, отличающуюся от показанной на Фиг. 11. Являющиеся примером формы включают в себя конус, эллипсоид, тороид, сферу, цилиндр их усеченные формы, асимметричные

формы, включающие в себя комбинацию из вышеупомянутого и т.п. Дополнительно, нижний переводник 700 может являться сплошной деталью или может иметь внутренний диаметр, составляющий по меньшей мере 10% наружного диаметра, конкретно по меньшей мере 50% и конкретнее по меньшей мере 70%.

5 [78] Втулка показана в изометрии, сечении и на виде сверху, соответственно на Фиг. 12А, 12В и 12С. Втулка 524 включает в себя наружную поверхность 572, выступы 574, расположенные на наружной поверхности 572, и внутреннюю поверхность 571. Втулка 524 действует, как держатель клиньев с выступами 574, аналогичными трубным клиньям, которые взаимодействуют, врезаясь в нее, с поверхностью, такой как поверхность  
10 стенки обсадной колонны или необсаженного ствола, когда втулка 524 радиально расширяется в ответ на взаимодействие первого участка 573 внутренней поверхности 571 со стыкуемой поверхностью (например, первой частью 516 в форме конической призмы Фиг. 10). Выступы 574 могут окружать по периметру всю втулку 524. Альтернативно, выступы 574 могут разноситься друг от друга либо симметрично или  
15 асимметрично, как показано на виде сверху на Фиг. 12С. Форма втулки 524 не ограничивается показанной на Фиг. 12. Втулку в дополнение к применению в качестве держателя клиньев в разрушающейся трубной заанкеривающей системе, показанной на Фиг. 9, можно использовать для установки многочисленных инструментов, в том числе пакера, мостовой пробки или пробки гидроразрыва или можно размещать в  
20 любом оборудовании, где требуется противодействие проскальзыванию изделия выступами втулки, врезающимися в стыкуемую поверхность.

[79] На Фиг. 13А и 13В показано уплотнение 400, включающее в себя внутреннюю уплотнительную поверхность 402, наружную уплотнительную поверхность 404, гнездо 406 и поверхность 408 гнезда 406. Поверхность 408 выполнена (например, приданием  
25 формы) с возможностью приема элемента (например, пробки) для приложения силы на уплотнение 400 для деформации уплотнения так, что внутренняя уплотнительная поверхность 402 и наружная уплотнительная поверхность 404, соответственно, образуют уплотнения металла к металлу со стыкуемыми поверхностями (не показано на Фиг. 13А и 13В). Альтернативно, сжимающая сила прикладывается к уплотнению 400  
30 элементом в форме конической призмы и установочным инструментом, установленными на противоположных концах уплотнения 400 как на Фиг. 9А. В варианте осуществления уплотнение 400 выполняется применимым для работы во внутрискважинной окружающей среде, приспособляющимся, деформирующимся, высокодуктильным и разрушающимся. В варианте осуществления уплотнение 400 является мостовой  
35 пробкой, прокладкой, заслонкой и т.п.

[80] В дополнение к исполнению селективно корродирующим, уплотнение данного документа деформируется на месте работы, приспособляясь к форме пространства, в котором размещается, в ответ на приложенное установочное давление, которое является давлением, достаточно большим для радиального расширения уплотнения  
40 или уменьшения толщины стенки уплотнения при увеличении длины уплотнения. В отличие от многих уплотнений, например, эластомерных уплотнений, уплотнение данного документа изготавливается в форме, которая соответствует стыкуемой поверхности, подлежащей уплотнению, например, обсадной колонне или форме конической призмы скважинного инструмента. В варианте осуществления уплотнение является временным уплотнением и имеет начальную форму, обеспечивающую спуск в скважину и последующую деформацию под давлением для образования уплотнения  
45 металла к металлу, которое деформируется на контактных поверхностях уплотнения и заполняет пространства (например, пустоты) в стыкуемой поверхности. Для



достижения уплотняющих свойств уплотнение имеет относительное удлинение от около 10% до около 75%, конкретно от около 15% до около 50% и более конкретно от около 15% до около 25% от начального размера уплотнения. Уплотнение имеет предел  
 5 текучести от около 15 тысяч фунтов на квадратный дюйм (тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (103 МПа) до около 50 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (345 МПа) и конкретно от около 15 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (103 МПа) до около 45 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (310 МПа). Прочность на сжатие уплотнения составляет от около 30 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (207 МПа) до около 100 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (690  
 10 МПа) и конкретно от около 40 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (276 МПа) до около 80 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (552 МПа). Для деформации уплотнения давление до около 10000 фунт/дюйм<sup>2</sup> (69 МПа) и конкретно около 9000 фунт/дюйм<sup>2</sup> (62 МПа) можно прикладывать к уплотнению.

[81] В отличие от эластомерных уплотнений уплотнение данного документа, которое включает в себя металлический композит, имеет температурный номинал до около  
 15 1200°F (649°C), в частности до около 1000°F (538°C) и конкретно до около 800°F (427°C). Уплотнение является временным, поскольку уплотнение является селективным и задано разрушающимся в ответ на контакт со скважинной текучей средой или изменение условий (например, pH, температуры, давления, времени и т.п.). Являющиеся примером  
 20 скважинные текучие среды включают в себя рассол, неорганическую кислоту, органическую кислоту или комбинацию, содержащую по меньшей мере одно из вышеупомянутого.

[82] Поскольку уплотнение работает совместно с другими компонентами, например, элементом в форме конической призмы, втулкой или нижним переводником в, например,  
 25 разрушающейся трубной заанкеривающей системе данного документа, свойства каждого компонента выбираются для соответствующего ему материала с селективно заданными механическими и химическими свойствами. Данные свойства являются характеристикой металлического композита и условий обработки для выполнения металлического композита, которые применяются для производства таких изделий, т.е., компонентов. Поэтому в варианте осуществления металлический композит компонента должен  
 30 отличаться от композита другого компонента разрушающейся системы. При этом, компоненты имеют независимые селективно задаваемые механические и химические свойства.

[83] Согласно варианту осуществления втулка и уплотнение деформируются под действием силы, приложенной элементом в форме конической призмы и нижним  
 35 переводником. Для достижения данного результата втулка и уплотнение имеют прочность на сжатие меньше, чем у нижнего переводника или элемента в форме конической призмы. В другом варианте осуществления втулка деформируется до, после или одновременно с деформацией уплотнения. Предполагается, что нижний переводник или элемент в форме конической призмы деформируется в некоторых вариантах  
 40 осуществления. В варианте осуществления компоненты имеют отличающиеся количества упрочняющего средства, например, где более прочный компонент имеет больше упрочняющего средства, чем компонент, прочность которого меньше. В конкретном варианте осуществления элемент в форме конической призмы имеет больше упрочняющего средства, чем уплотнение. В другом варианте осуществления элемент  
 45 в форме конической призмы имеет больше упрочняющего средства, чем втулка. Аналогично, нижний переводник может иметь больше упрочняющего средства, либо чем уплотнение или чем втулка. В конкретном варианте осуществления элемент в форме конической призмы имеет прочность на сжатие больше либо чем уплотнение или чем

штука. В дополнительном варианте осуществления элемент в форме конической призмы имеет прочность на сжатие больше либо чем уплотнение или чем штука. В одном варианте осуществления элемент в форме конической призмы имеет прочность на сжатие от 40 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (276 МПа) до 100 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (690 МПа), в частности от 50 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (345 МПа) до 100 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (690 МПа). В другом варианте осуществления нижний переводник имеет прочность на сжатие от около 40 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (276 МПа) до 100 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (690 МПа), в частности от около 50 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (345 МПа) до 100 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (690 МПа). В еще одном варианте осуществления уплотнение имеет прочность на сжатие от около 30 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (207 МПа) до 70 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (517 МПа), в частности от 30 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (207 МПа) до 60 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (414 МПа). В еще одном варианте осуществления штука имеет прочность на сжатие от 30 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (207 МПа) до 80 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (552 МПа), в частности от 30 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (207 МПа) до 70 тыс.фунт/дюйм<sup>2</sup> (517 МПа). Таким образом, под действием сжимающей силы либо уплотнение или штука должна деформироваться до начала деформации, либо нижнего переводника или элемента в форме конической призмы.

[84] Другие факторы, которые могут влиять на относительную прочность компонентов, включают в себя тип и размер упрочняющего средства в каждом компоненте. В варианте осуществления элемент в форме конической призмы включает в себя упрочняющее средство с размером меньше, чем у упрочняющего средства либо в уплотнении или во штуке. В еще одном варианте осуществления нижний переводник включает в себя упрочняющее средство с размером меньше, чем у упрочняющего средства либо в уплотнении или во штуке. В одном варианте осуществления элемент в форме конической призмы включает в себя упрочняющее средство, такое как керамика, металл, металлокерамика или их комбинацию, при этом размер упрочняющего средства составляет от 10 нм до 200 мкм, в частности 100 нм - 100 мкм.

[85] Еще одним фактором, который воздействует на селективно задаваемые механические и химические свойства материала компонентов, являются компоненты металлического композита, т.е., наноматрица с металлическими свойствами сотовой наноматрицы, металлическая матрица, размещенная в сотовой наноматрице или разрушающая добавка. Прочность на сжатие и на растяжение и скорость разрушения определяются химической идентификацией и относительным количеством данных компонентов. Таким образом, данные свойства можно регулировать с помощью компонентов металлического композита. Согласно варианту осуществления компонент (например, уплотнение, элемент в форме конической призмы, штука или нижний переводник) имеет металлическую матрицу металлического композита, которая включает в себя технически чистый металл, и другой компонент имеет металлическую матрицу, которая включает в себя сплав. В другом варианте осуществления уплотнение имеет металлическую матрицу, которая включает в себя технически чистый металл, и элемент в форме конической призмы имеет металлическую матрицу, которая включает в себя сплав. В дополнительном варианте осуществления штука имеет металлическую матрицу, которая является технически чистым металлом. Предполагается, что компонент можно выполнять из функционально градиентного материала, поскольку металлическая матрица металлического композита может содержать как технически чистый металл, так и сплав, имеющие градиент относительного количества либо технически чистого

металла или сплава в металлической матрице, размещенного в компоненте. Поэтому, значение селективно задаваемых свойств меняется в связи с положением по компоненту.

[86] В конкретном варианте осуществления скорость разрушения компонента (например, уплотнения, элемента в форме конической призмы, втулки или нижнего переводника) имеет величину больше, чем у другого компонента. Альтернативно, каждый компонент может иметь по существу одинаковую скорость разрушения. В дополнительном варианте осуществления втулка имеет скорость разрушения больше, чем у другого компонента, например, элемента в форме конической призмы. В другом варианте осуществления количество разрушающей добавки компонента (например, уплотнения, элемента в форме конической призмы, втулки или нижнего переводника) присутствует в количестве больше, чем у другого компонента. В другом варианте осуществления количество разрушающей добавки, присутствующей во втулке, больше, чем у другого компонента. В одном варианте осуществления количество разрушающей добавки в уплотнении больше, чем у другого компонента.

[87] На Фиг. 14 и 15, альтернативный вариант осуществления разрушающейся трубной заанкеривающей системы показан позицией 1110. Разрушающаяся система 1110 включает в себя элемент 1114 в форме конической призмы, втулку 1118 имеющую поверхность 1122, уплотнение 1126, имеющее поверхность 1130 и гнездо 1134, при этом каждый компонент выполнен из металлического композита и имеет селективно задаваемые механические и химические свойства данного документа. Основная разница между системой 510 (Фиг. 9) и системой 1110 заключается в начальном относительном положении уплотнения и элемента в форме конической призмы.

[88] Величина радиального изменения, претерпеваемого поверхностью 1122 втулки 1118, регулируется расстоянием, на которое элемент 1114 в форме конической призмы продавливается во втулку 1118. Поверхность 1144 конической призмы на элементе 1114 в форме конической призмы может взаимодействовать, как клин с поверхностью конической призмы 1148 на втулке 1118. При этом, чем дальше элемент 1114 в форме конической призмы перемещается относительно втулки 1118, тем больше радиальное изменение втулки 1118. Аналогично, уплотнение 1126 устанавливается радиально относительно поверхности 1144 конической призмы и продольно фиксируется относительно втулки 1118, так что чем дальше элемент 1114 в форме конической призмы перемещается относительно втулки 1118 и уплотнения 1126, тем больше радиальное изменение уплотнения 1126 и поверхности 1130. Вышеупомянутая конструкция обеспечивает определение оператором величины радиального изменения поверхностей 1122, 1130 после установки системы 1110 в конструкции 1150.

[89] Если необходимо, система 1110 может включать в себя муфту 1154, установленную радиально между уплотнением 1126 и элементом 1114 в форме конической призмы так, что радиальный размер муфты 1154 также меняется элементом 1114 в форме конической призмы в ответ на перемещение относительно нее. Муфта 1154 может иметь поверхность 1158 конической призмы, комплементарную поверхности 1144 конической призмы, так что по существу полная продольная протяженность муфты 1154 одновременно радиально изменяется при перемещении элемента 1114 в форме конической призмы. Муфта 1154 может выполняться из металлического композита, отличающегося от композита уплотнения 1126 или элемента 1114 в форме конической призмы. Таким образом, муфта 1154 может поддерживать уплотнение 1126 при измененном радиальном размере, даже если поверхности 1144 конической призмы позже перемещаются, выходя из взаимодействия с поверхностью 1158 конической призмы, при этом поддерживая уплотнение 1126 взаимодействующим с созданием

уплотнения со стенкой 1162 конструкции 1150. Указанного можно достигать, выбирая металлический композит муфты 1154 с более высокой прочностью на сжатие, чем у уплотнения 1126.

5 [90] Разрушающаяся система 1110 дополнительно включает в себя контактную площадку 1136 элемента 1114 в форме конической призмы, взаимодействующую с созданием уплотнения с пробкой 1138. Также в состав разрушающейся системы включены выемка 1166 (в стенке 1058) втулки 1118, которая может принимать уступы 1170 на пальцах 1174, данные детали могут взаимодействовать, когда установочный инструмент 558 сжимает разрушающуюся систему 1110 способом аналогичным способу 10 установки разрушающейся системы 510 установочным инструментом 558, как показано на Фиг. 9.

[91] На Фиг. 16 другой альтернативный вариант осуществления разрушающейся трубной заанкеривающей системы показан позицией 1310. Разрушающаяся система 1310 включает в себя первый элемент 1314 в форме конической призмы, втулку 1318, 15 установленную и выполненную с возможностью радиального расширения для взаимодействия с заанкериванием в конструкции 1322, показанной в данном документе, как ствол скважины в пласте 1326 горной породы, в ответ на давление на поверхность 1330 конической призмы первым элементом 1314 в форме конической призмы. Муфта 1334 является радиально расширяющейся во взаимодействии с уплотнением в 20 конструкции 1322 в ответ на продольное продавливание относительно второго элемента 1338 в форме конической призмы и имеет гнездо 1342 с поверхностью 1346 для приема с уплотнением пробки 1350 (показана пунктирной линией), спускаемой на нее враспор. Гнездо 1342 смещается в направлении вниз по потоку (вправо на Фиг. 16) от муфты 1334, что определяется текучей средой, которая вдавливая пробку 1350 враспор в 25 гнездо 1342. Данная конфигурация и положение поверхности 1346 относительно муфты 1334 содействует поддержанию муфты 1334 в радиально расширенной конфигурации (после расширения), минимизируя радиальные силы на муфте 1334 вследствие перепада давления на гнезде 1342, закупоренном пробкой 1350.

[92] Для разъяснения, если поверхность 1346 устанавливается в направлении выше 30 по потоку даже части продольной протяженности муфты 1334 (что не происходит) тогда давление, нарастающее на пробке 1350, установленной враспор на поверхности 1346 должно создавать перепад давления радиально на участке муфты 1334, установленной в направлении вниз по потоку от поверхности 1346. Данный перепад давления должен создаваться давлением радиально снаружи муфты 1334, которое 35 больше давления радиально внутри муфты 1334, при этом создаются радиально направленные внутрь силы на муфте 1334. Данные радиально направленные внутрь силы, если они достаточно велики, могут вызывать деформацию муфты 1334 радиально внутрь, что может нарушить герметичность уплотнения между муфтой 1334 и конструкцией 1322 по ходу процесса. Данное условие, в частности, исключается 40 установкой поверхности 1346 относительно муфты 1334 в нужное положение.

[93] Если необходимо, разрушающаяся трубная заанкеривающая система 1310 включает в себя уплотнение 1354, установленное радиально от муфты 1334 выполненной с возможностью обеспечения уплотнения в конструкции 1322 радиальным сжатием между ними, когда муфта 1334 радиально расширяется. Уплотнение 1354 изготовлено 45 из металлического композита, который имеет прочность на сжатие ниже, чем у первого элемента 1314 в форме конической призмы, для улучшения герметичности уплотнения 1354 как к муфте 1334, так и к конструкции 1322. В варианте осуществления уплотнение 1354 имеет прочность на сжатие меньше, чем у муфты 1334.

[94] Таким образом, в данном варианте осуществления разрушающаяся система 1310 может включать в себя первый элемент 1314 в форме конической призмы, втулку 1318 и возможное уплотнение 1354. В случае, когда уплотнение 1354 отсутствует, муфта 1334 первого элемента 1314 в форме конической призмы может образовывать

5 уплотнение металла к металлу с обсадной колонной или хвостовиком или приспособляться к поверхности необсаженного ствола скважины. В некоторых вариантах осуществления первый элемент 1314 в форме конической призмы содержит функционально классифицированный металлический композит, при этом муфта 1334 имеет значение прочности на сжатие ниже, чем у других частей первого элемента 1314

10 в форме конической призмы. В другом варианте осуществления муфта 1334 имеет прочность на сжатие ниже, чем у второго элемента 1338 в форме конической призмы. В еще одном варианте осуществления второй элемент 1338 в форме конической призмы имеет прочность на сжатие больше, чем у уплотнения 1354.

[95] Компоненты данного документа можно дополнять различными материалами.

15 В одном варианте осуществления, например, уплотнение 528, может включать в себя резервное уплотнение, например, эластомерный материал 602, показанный на Фиг. 17. Эластомерным может, например, являться кольцевая прокладка круглого сечения, размещенная в сальнике 604 на поверхности уплотнения 528. Эластомерный материал включает в себя без ограничения этим, например, бутадиеновый каучук (BR),

20 бутилкаучук (IIR), сульфохлорированный полиэтилен (CSM), эпихлоргидриновый каучук (ECH, ECO), этилен-пропилен монодиен (EPDM), этиленпропилен каучук (EPR), фторэластомер (FKM), бутадиен-акрилонитрильный каучук (NBR, HNBR, HSN), перфторэластомер (FFKM), полиакрилатный каучук (ACM), полихлоропрен (неопрен) (CR), полиизопрен (IR), полисульфидный каучук (PSR), вулканизируемый фторэластомер,

25 силиконовый каучук (SiR), бутадиен-стирольный каучук (SBR) или комбинацию, содержащую по меньшей мере одно из вышеупомянутого.

[96] Как описано в данном документе, компоненты, например, уплотнение, можно использовать во внутрискважинной окружающей среде, например, для создания уплотнения металл к металлу. В варианте осуществления способ временного уплотнения

30 скважинного элемента включает в себя расположение компонента в стволе скважины и приложение давления для деформации компонента. Компонент может включать в себя уплотнение, элемент в форме конической призмы, втулку, нижнюю часть или комбинацию, содержащую по меньшей мере одно из вышеупомянутого. Способ также включает в себя приспособливание уплотнения к пространству для образования

35 временного уплотнения, сжатие втулки для взаимодействия с поверхностью и после этого вход компонента в контакт со скважинной текучей среды для разрушения компонента. Компонент включает в себя металлический композит, в данном документе имеющий металлическую матрицу, разрушающую добавку, сотовую наноматрицу и, если необходимо, упрочняющее средство. Металлический композит уплотнения образует

40 внутреннюю уплотнительную поверхность и наружную уплотнительную поверхность, расположенную радиально отнесенной от внутренней уплотнительной поверхности уплотнения.

[97] Согласно варианту осуществления способ изоляции конструкции включает в себя расположение разрушающейся трубной заанкеривающей системы данного

45 документа в конструкции (например, трубном изделии, трубе, трубной колонне, стволе скважины (обсаженном или необсаженном) и т.п.), радиальное изменение втулки для взаимодействия с поверхностью конструкции и радиальное изменение уплотнения для изоляции конструкции. Разрушающаяся трубная заанкеривающая система может входить

в контакт с текучей средой для разрушения, например, уплотнения, элемента в форме конической призмы, втулки, нижнего переводника или комбинации по меньшей мере одного из вышеупомянутого. Способ дополнительно может включать в себя установку разрушающейся заанкеривающей системы установочным инструментом. В дополнение, на уплотнение можно установить пробку. Изолирующая конструкция может полностью или по существу препятствовать прохождению текучей среды через конструкцию.

[98] Кроме того, уплотнение может иметь различные формы и уплотнительные поверхности в дополнение к конкретному устройству, показанному на Фиг. 9 и 13-16. В другом варианте осуществления, показанном на Фиг. 18А и 18В, уплотнение, раскрытое в данном документе, показано позицией 100. Уплотнение 100 включает в себя металлический композит, первую уплотнительную поверхность 102 и вторую уплотнительную поверхность 104, расположенную противоположно первой уплотнительной поверхности 102. Металлический композит включает в себя металлическую матрицу, размещенную в сотовой наноматрице, разрушающую добавку и если необходимо упрочняющее средство. Уплотнение 100 может иметь любую форму и приспособляется на месте работы под давлением к поверхности для образования временного уплотнения, селективно разрушающегося в ответ на контакт с текучей средой. В данном варианте осуществления уплотнение 100 имеет кольцевую форму с наружным диаметром 106 и внутренним диаметром 108. В некоторых вариантах осуществления первая поверхность 102, вторая поверхность 104, наружный диаметр 106, внутренний диаметр 108 или комбинация, содержащая по меньшей мере одно из вышеупомянутого, может являться уплотнительной поверхностью.

[99] Хотя описаны различные варианты разрушающейся трубной заанкеривающей системы, которые включают в себя несколько компонентов, соединенных вместе, предполагается, что каждый компонент является отдельно и независимо применимым, как изделие. Дополнительно, любую комбинацию соединенных вместе компонентов можно использовать. Кроме того, компоненты можно использовать в окружающих средах на поверхности или в скважине.

[100] Хотя несколько вариантов осуществления показаны и описаны, модификации и замены можно выполнять в них без отхода от сущности и объема изобретения. Соответственно, следует понимать, что настоящее изобретение описано в виде иллюстраций и без ограничений. Варианты осуществления данного документа можно использовать независимо или комбинировать.

[101] Все диапазоны, раскрытые в данном документе, включают в себя концевые точки, и концевые точки можно независимо комбинировать друг с другом. Индекс множественного числа, использованный в данном документе, показывает применение термина как в единственном, так и в множественном числе, при этом включение в состав по меньшей мере одного термина (например, краситель (красители) включает в себя по меньшей мере один из красителей). "Возможный" или "возможно" означает, что далее описанное событие или обстоятельство могут возникать или не возникать, и что описание включает в себя случаи, где событие возникает и случаи, где не возникает. При использовании в данном документе "комбинация" включает в себя композиции, смеси, сплавы, продукты реакции и т.п. Все противопоставленные материалы включены в данный документ в виде ссылки.

[102] Использование неопределенных и определенных артиклей и подобных указателей в контексте описания изобретения (особенно в приведенной ниже формуле изобретения) следует считать относящимся как к единственным, так и к множественным формам, если иное специально не указано в данном документе или ясно не опровергается

контекстом. "Или" означает "и/или". Дополнительно следует отметить, что термины "первый", "второй" и т.п. в данном документе не указывают порядок, количество (например, несколько, два или больше элементов может присутствовать) или важность, но используются чтобы отличать один элемент от другого. Определение "около", применяемое в соединении с количественным параметром, включает указанную величину и имеет значение по контексту (например, включает в себя погрешность, связанную с измерением конкретного количества).

### Формула изобретения

1. Элемент в форме конической призмы, содержащий:  
металлический композит, который включает в себя:  
сотовую наноматрицу, содержащую материал наноматрицы с металлическими свойствами; и  
металлическую матрицу, размещенную в сотовой наноматрице,  
при этом элемент в форме конической призмы содержит первый участок в форме конической призмы; и  
при этом элемент в форме конической призмы имеет скорость разрушения от около 1 мг/см<sup>2</sup>/ч до около 10000 мг/см<sup>2</sup>/ч.
2. Элемент в форме конической призмы по п.1, дополнительно содержащий второй участок в форме конической призмы.
3. Элемент в форме конической призмы по п.2, в котором первый участок в форме конической призмы и второй участок в форме конической призмы выполнены сужающимися в противоположных направлениях друг от друга.
4. Элемент в форме конической призмы по п.1, дополнительно содержащий внутренний радиальный размер и наружный радиальный размер, при этом внутренний радиальный размер составляет больше 50% наружного радиального размера.
5. Элемент в форме конической призмы по п.1, дополнительно содержащий гнездо, расположенное на внутренней поверхности элемента в форме конической призмы.
6. Элемент в форме конической призмы по п.1, в котором металлическая матрица содержит алюминий, железо, магний, марганец, цинк или комбинацию, содержащую, по меньшей мере, одно из вышеупомянутого.
7. Элемент в форме конической призмы по п.1, в котором количество металлической матрицы составляет от около 50 вес. % до около 95 вес. % от веса металлического композита.
8. Элемент в форме конической призмы по п.1, в котором металлическая матрица является сплавом, технически чистым металлом или комбинацией, содержащей, по меньшей мере, одно из вышеупомянутого.
9. Элемент в форме конической призмы по п.8, выполненный из функционально градиентного материала, в котором металлическая матрица включает в себя сплав или технически чистый металл, при этом количество сплава или технически чистого металла варьируется вдоль габарита элемента в форме конической призмы.
10. Элемент в форме конической призмы по п.1, в котором материал наноматрицы с металлическими свойствами содержит алюминий, кобальт, медь, железо, магний, никель, кремний, вольфрам, цинк, их оксид, их нитрид, их карбид, их интерметаллическое соединение, их металлокерамику или комбинацию, содержащую, по меньшей мере, одно из вышеупомянутого.
11. Элемент в форме конической призмы по п.1, в котором количество металлического материала наноматрицы составляет от около 10 вес. % до около 50 вес. % от веса

металлического композита.

12. Элемент в форме конической призмы по п.1, в котором металлический композит дополнительно включает в себя упрочняющее средство.

13. Элемент в форме конической призмы по п.12, в котором упрочняющее средство  
5 содержит керамику, полимер, металл, наночастицы, металлокерамику или комбинацию, содержащую, по меньшей мере, одно из вышеупомянутого.

14. Элемент в форме конической призмы по п.12, выполненный из функционально  
градиентного материала так, что количество упрочняющего средства в первом участке  
10 в форме конической призмы больше количества упрочняющего средства в другом участке элемента в форме конической призмы.

15. Элемент в форме конической призмы по п.1, выполненный из функционально  
градиентного материала так, что первый участок в форме конической призмы имеет  
прочность на сжатие больше прочности на сжатие в другом участке элемента в форме  
конической призмы.

16. Элемент в форме конической призмы по п.1, разрушающийся в ответ на контакт  
с текучей средой.

17. Элемент в форме конической призмы по п.16, в котором текучая среда содержит  
рассол, неорганическую кислоту, органическую кислоту или комбинацию, содержащую,  
по меньшей мере, одно из вышеупомянутого.

18. Изделие, содержащее элемент в форме конической призмы по п.1, которое является  
20 пробкой гидроразрыва, мостовой пробкой, подшипником, конусным штуцером, штоком клапана или уплотнительным кольцом.

19. Элемент в форме конической призмы, содержащий:

металлический композит, который включает в себя:

25 сотовую наноматрицу, содержащую материал наноматрицы с металлическими свойствами; и

металлическую матрицу, размещенную в сотовой наноматрице,

при этом элемент в форме конической призмы содержит:

первый участок в форме конической призмы; и

30 гнездо, расположенное на внутренней поверхности элемента в форме конической призмы; и при этом

гнездо включает в себя контактную площадку, взаимодействующую с уплотнением  
со съемной пробкой, спускаемой на нее враспор, причем контактная площадка  
расположена продольно относительно первого участка в форме конической призмы  
35 в направлении вверх по потоку, определяемому направлением потока, вдавливающего в распор пробку.

20. Элемент в форме конической призмы по п.19, дополнительно содержащий муфту,  
установленную радиально от контактной площадки.

21. Элемент в форме конической призмы по п.20, в котором муфта имеет прочность  
40 на сжатие меньше прочности на сжатие первого участка в форме конической призмы.

22. Элемент в форме конической призмы, содержащий:

металлический композит, который включает в себя:

сотовую наноматрицу, содержащую материал наноматрицы с металлическими  
свойствами; и

45 металлическую матрицу, размещенную в сотовой наноматрице,

при этом элемент в форме конической призмы содержит:

первый участок в форме конической призмы; и при этом

металлический композит дополнительно содержит разрушающую добавку.



23. Элемент в форме конической призмы по п.22, в котором разрушающая добавка содержит кобальт, медь, железо, никель, вольфрам или комбинацию, содержащую, по меньшей мере, одно из вышеупомянутого.

24. Элемент в форме конической призмы по п.22, выполненный из функционально градиентного материала так, что количество разрушающей добавки в первом участке в форме конической призмы меньше количества разрушающей добавки в другом участке элемента в форме конической призмы.

25. Элемент в форме конической призмы, содержащий:

металлический композит, который включает в себя:

сотовую наноматрицу, содержащую материал наноматрицы с металлическими свойствами; и

металлическую матрицу, размещенную в сотовой наноматрице,

при этом элемент в форме конической призмы содержит:

первый участок в форме конической призмы; и при этом

элемент в форме конической призмы имеет прочность на сжатие от около 40 тыс. фунт/дюйм<sup>2</sup> (276 МПа) до около 100 тыс. фунт/дюйм<sup>2</sup> (690 МПа).

26. Способ изготовления элемента в форме конической призмы по п.1, в котором осуществляют:

соединение порошка металлической матрицы, разрушающей добавки, и

металлического материала наноматрицы для образования композиции;

прессование композиции для образования прессованной композиции;

спекание прессованной композиции; и

прессование спеченной композиции для образования элемента в форме конической призмы, имеющего сужающийся участок на наружной поверхности элемента в форме конической призмы.

27. Способ по п.26, в котором дополнительно осуществляют ввод упрочняющего средства в композицию перед прессованием композиции.

28. Способ применения элемента в форме конической призмы по п. 1, в котором осуществляют:

ввод в контакт участка в форме конической призмы элемента в форме конической призмы с сужающейся поверхностью изделия;

приложение давления к элементу в форме конической призмы;

вдавливание элемента в форме конической призмы в направлении относительно изделия, обеспечивающего расширение радиального размера изделия; и

ввод в контакт элемента в форме конической призмы с текучей средой для разрушения элемента в форме конической призмы.

29. Элемент в форме конической призмы, содержащий:

металлический композит, который включает в себя:

сотовую наноматрицу, содержащую материал наноматрицы с металлическими свойствами; и

металлическую матрицу, размещенную в сотовой наноматрице,

при этом элемент в форме конической призмы содержит:

первый участок в форме конической призмы, выполненный из функционально градиентного материала.

30. Элемент в форме конической призмы по п.29, в котором:

элемент в форме конической призмы выполнен из функционально градиентного материала, в котором металлическая матрица включает в себя сплав или технически чистый металл, при этом количество сплава или технического чистого металла варьируется

вдоль габарита элемента в форме конической призмы; или

элемент в форме конической призмы выполнен из функционально градиентного материала так, что количество разрушающей добавки в первом участке в форме конической призмы меньше количества разрушающей добавки в другом участке

5 элемент в форме конической призмы; или

элемент в форме конической призмы выполнен из функционально градиентного материала так, что количество упрочняющего средства в первом участке в форме конической призмы больше количества упрочняющего средства в другом участке элемента в форме конической призмы; или

10 элемент в форме конической призмы выполнен из функционально градиентного материала так, что первый участок в форме конической призмы имеет прочность на сжатие больше прочности на сжатие в другом участке элемента в форме конической призмы.

15

20

25

30

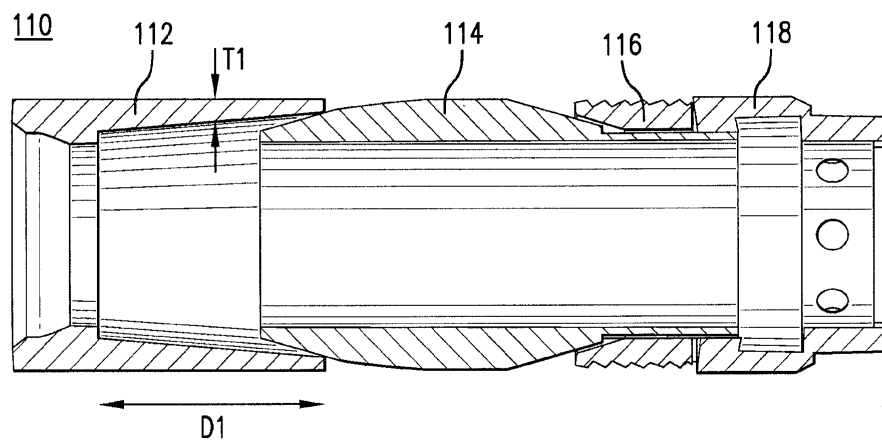
35

40

45

520131

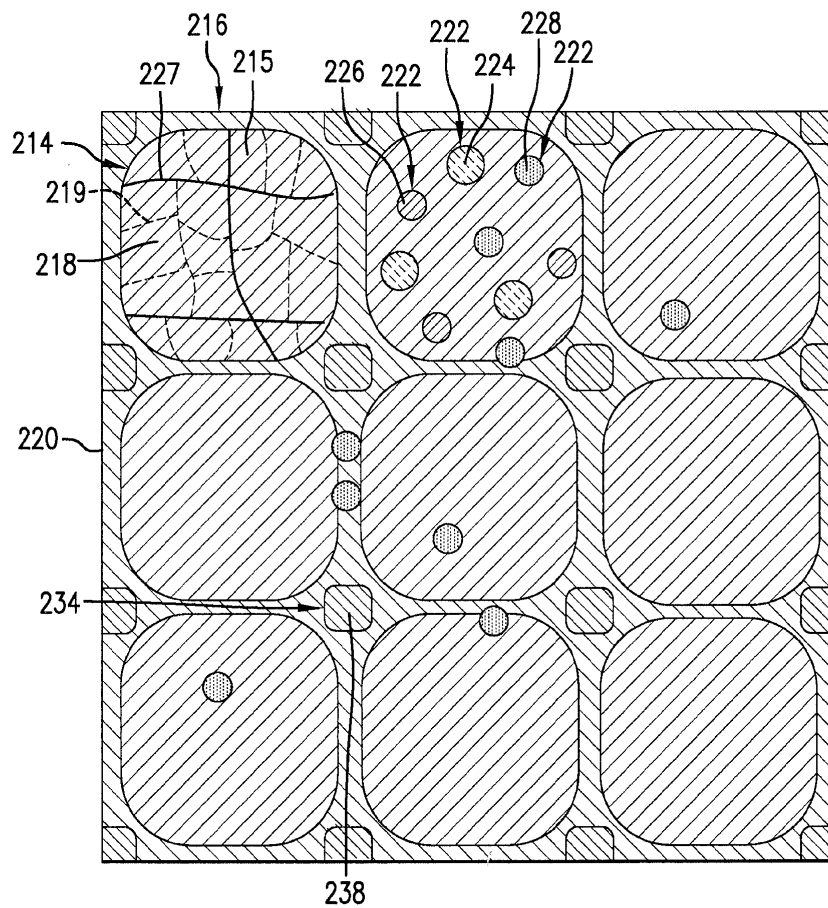
1/19



ФИГ.1

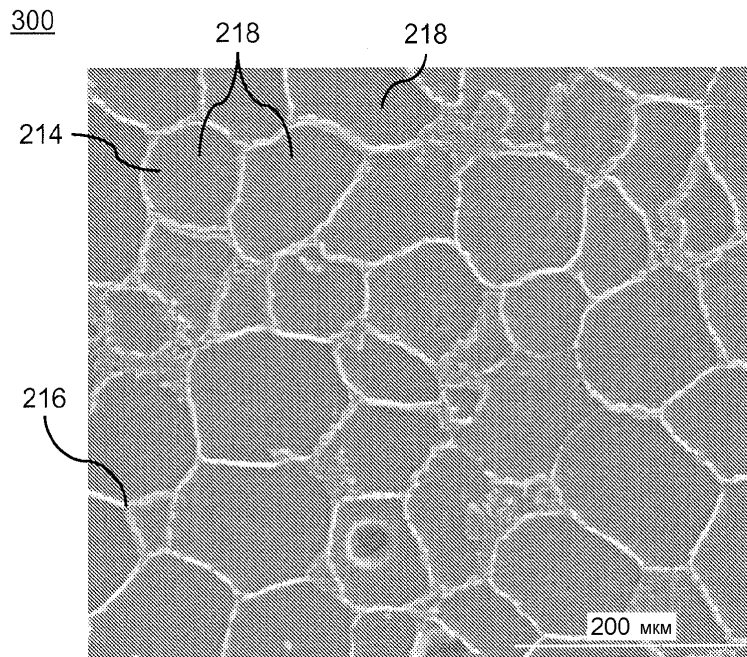
2/19

200



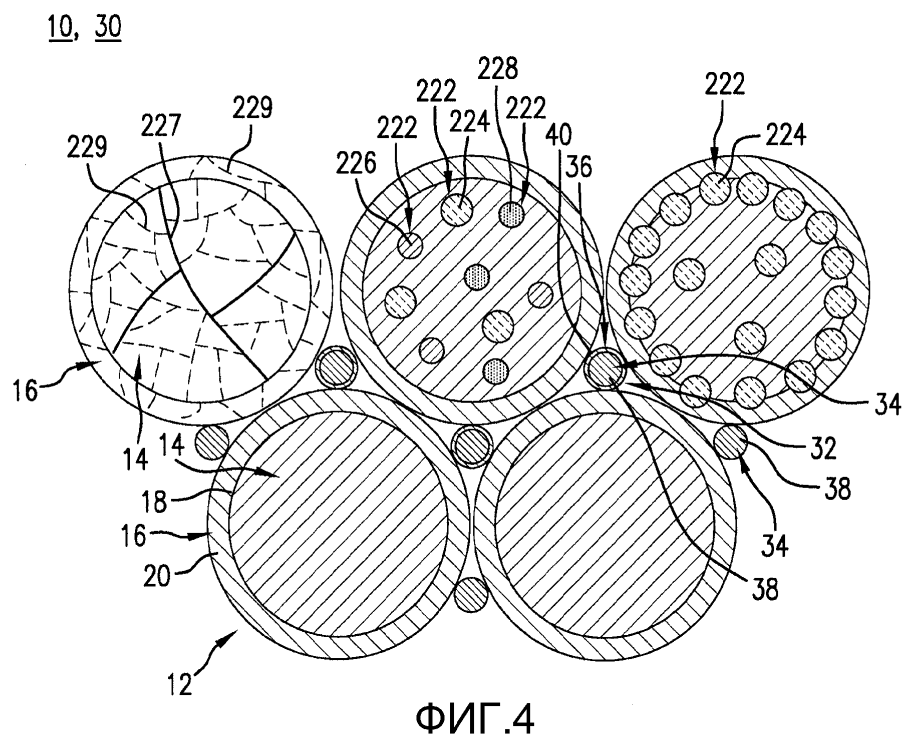
ФИГ.2

3/19

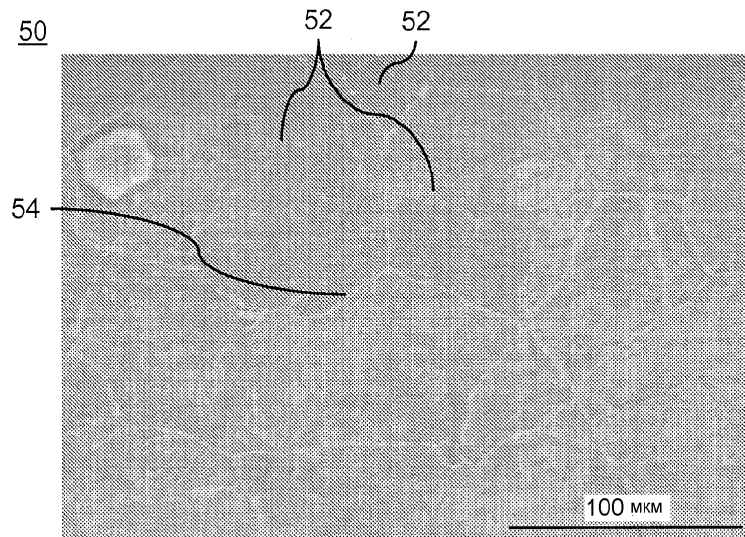


ФИГ.3

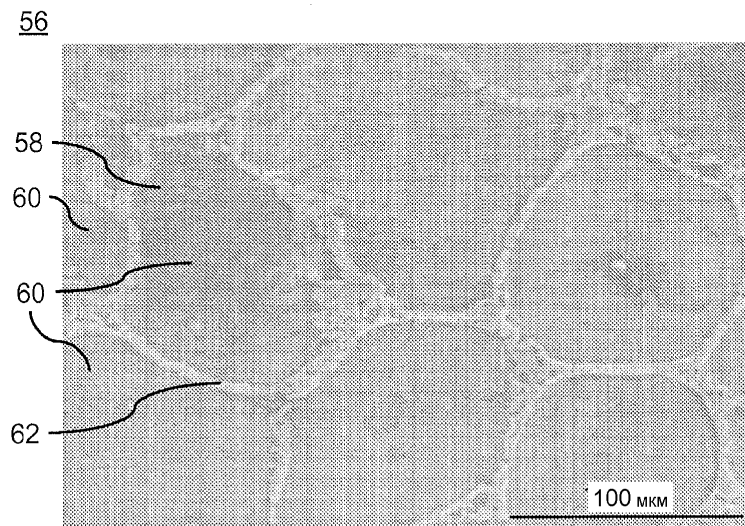
4/19



5/19

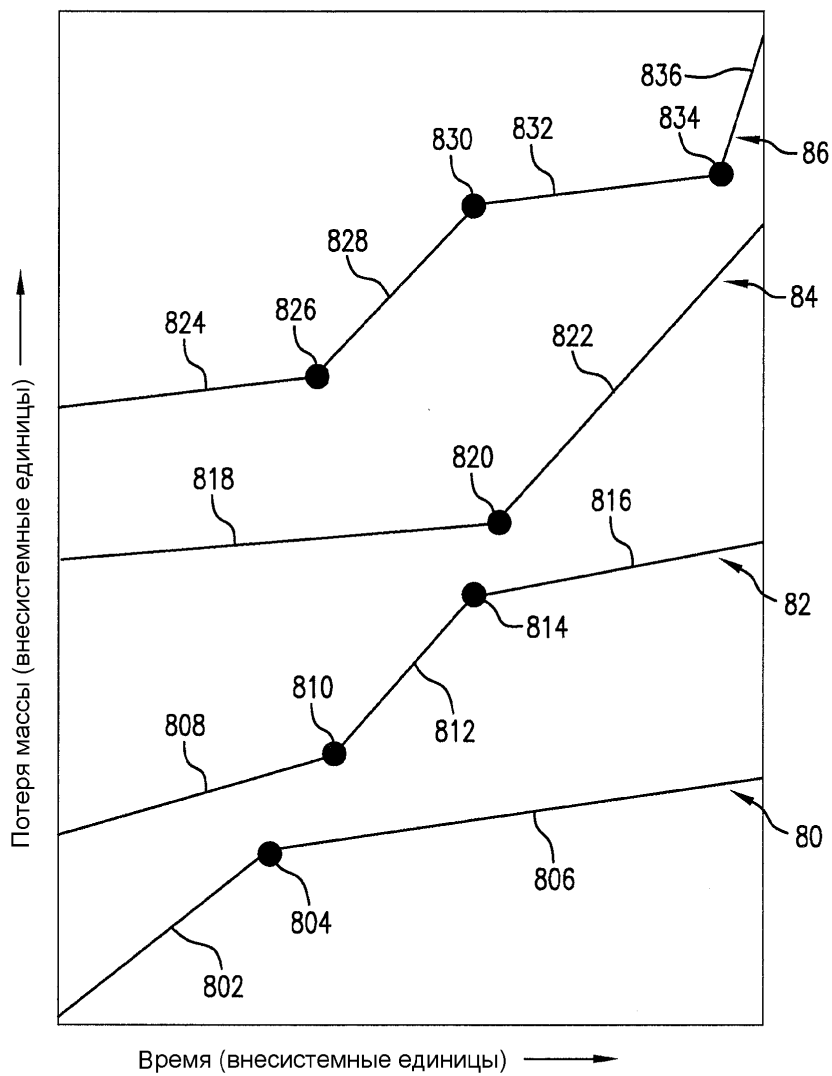


ФИГ.5А



ФИГ.5В

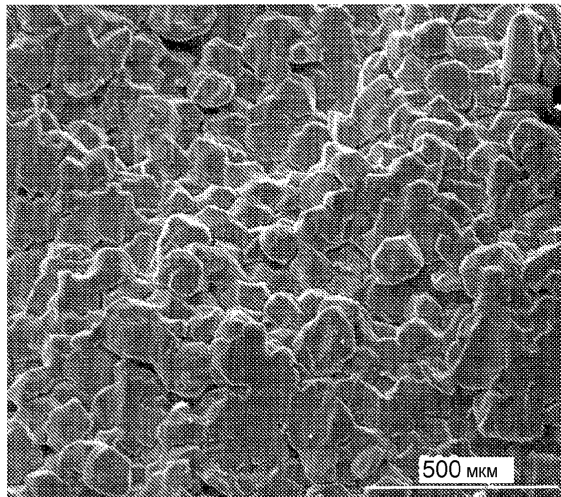
6/19



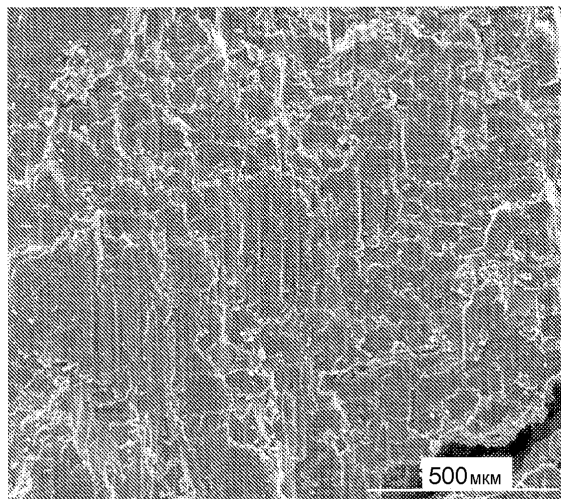
ФИГ.6



7/19

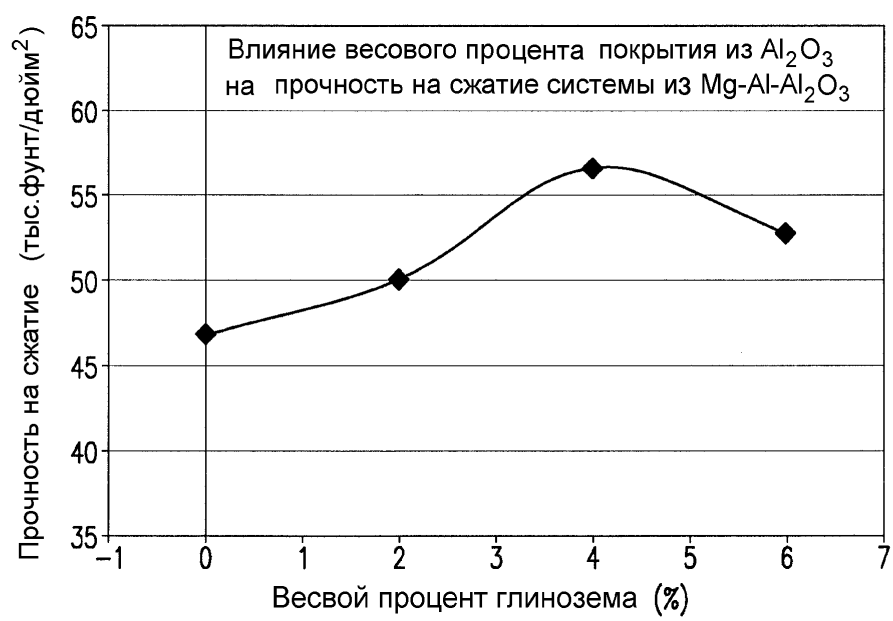


ФИГ.7А

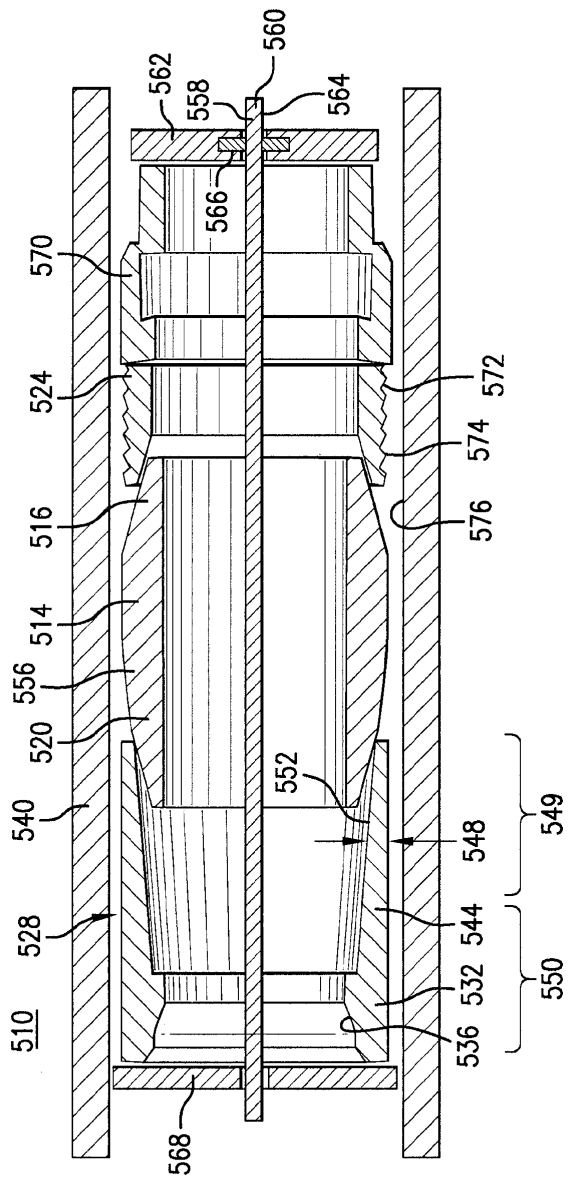


ФИГ.7В

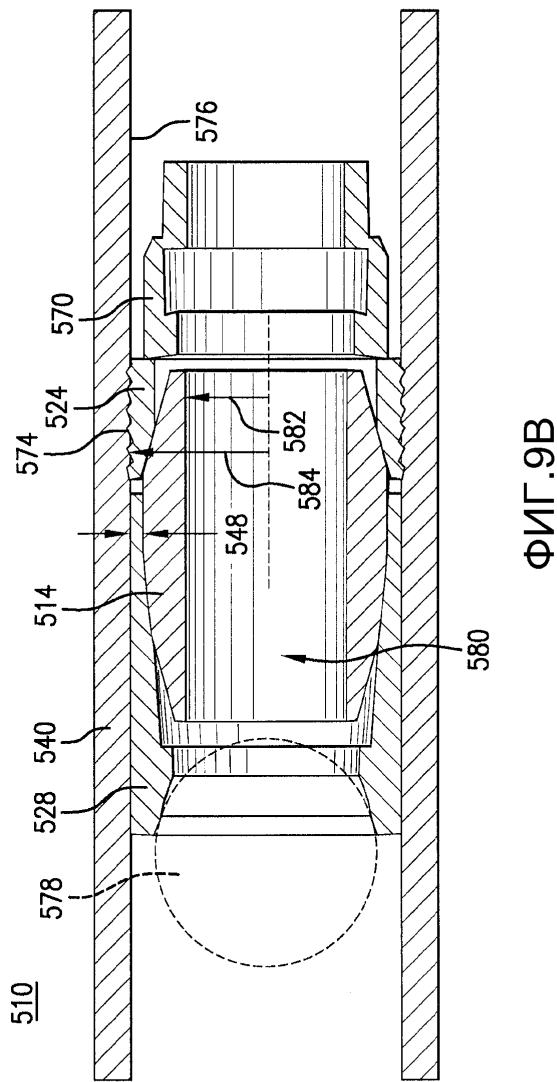
8/19



ФИГ.8

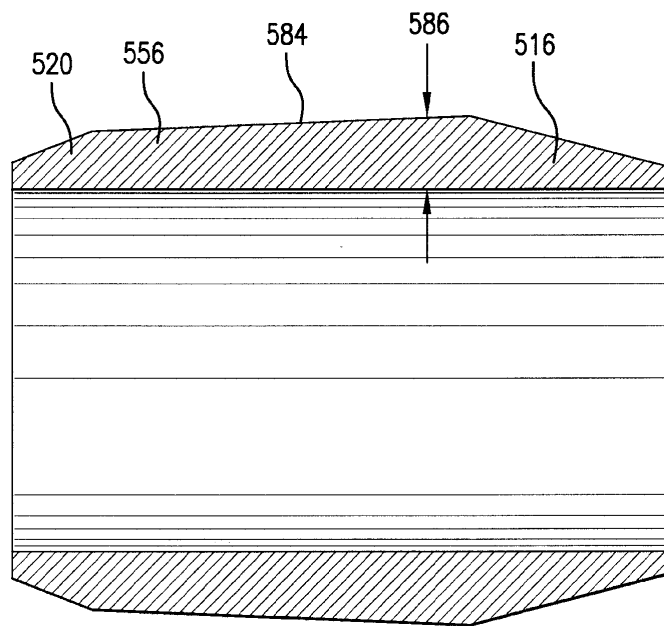


ФИГ. 9А



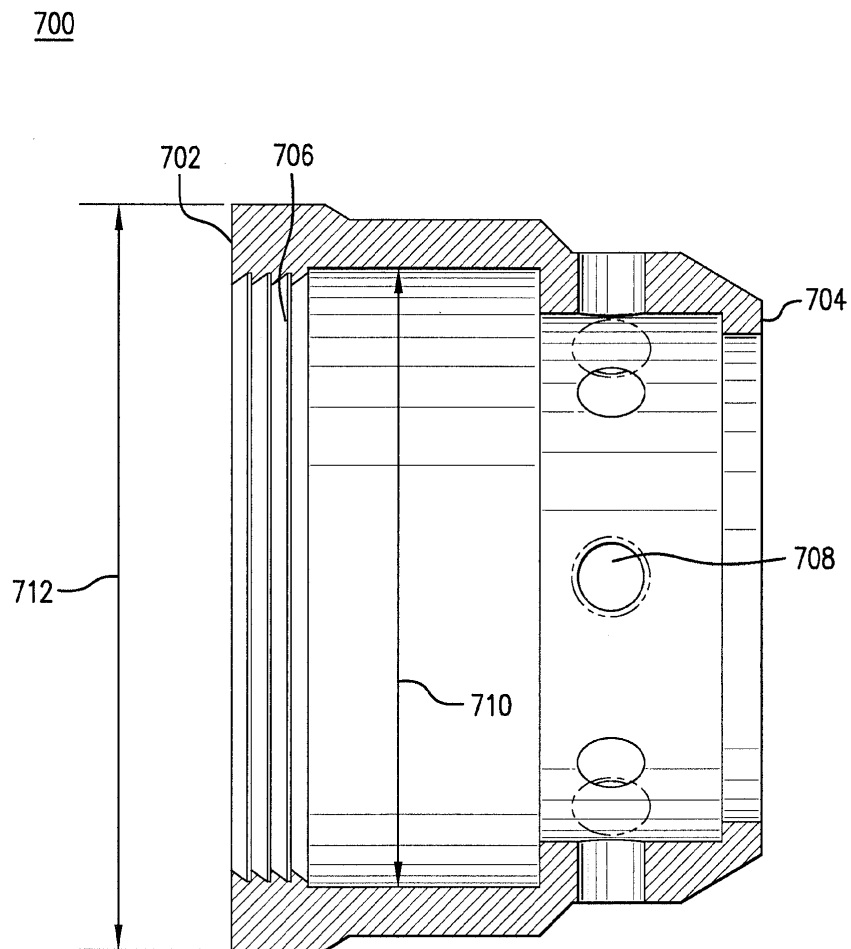
11/19

514



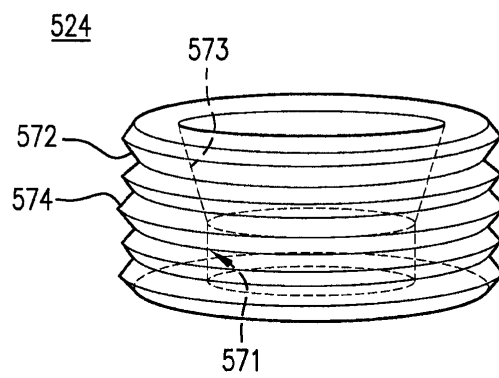
ФИГ.10

12/19

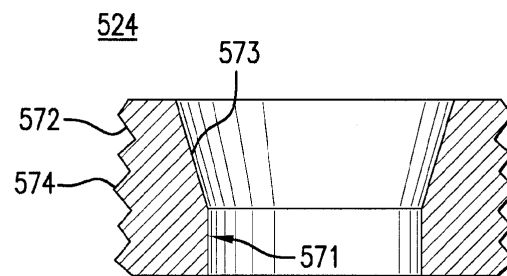


ФИГ.11

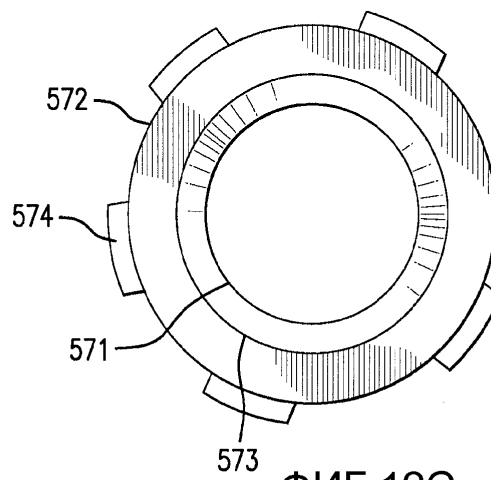
13/19



ФИГ.12А

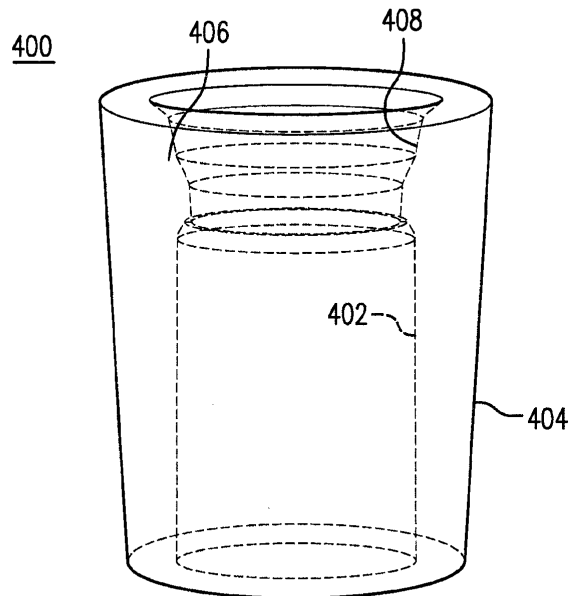


ФИГ.12В

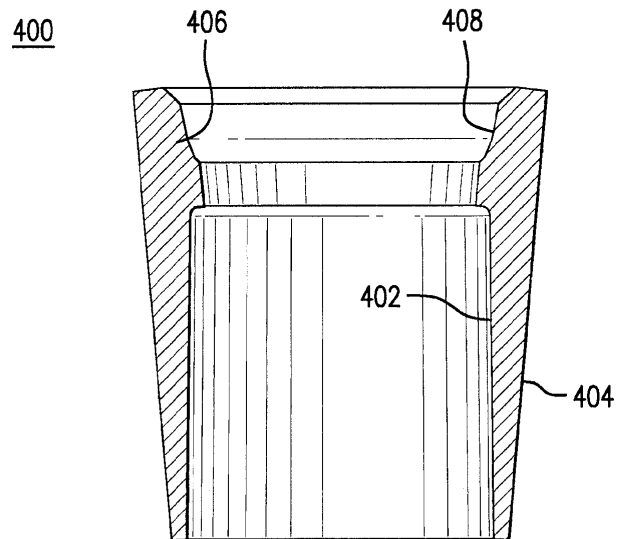


ФИГ.12С

14/19

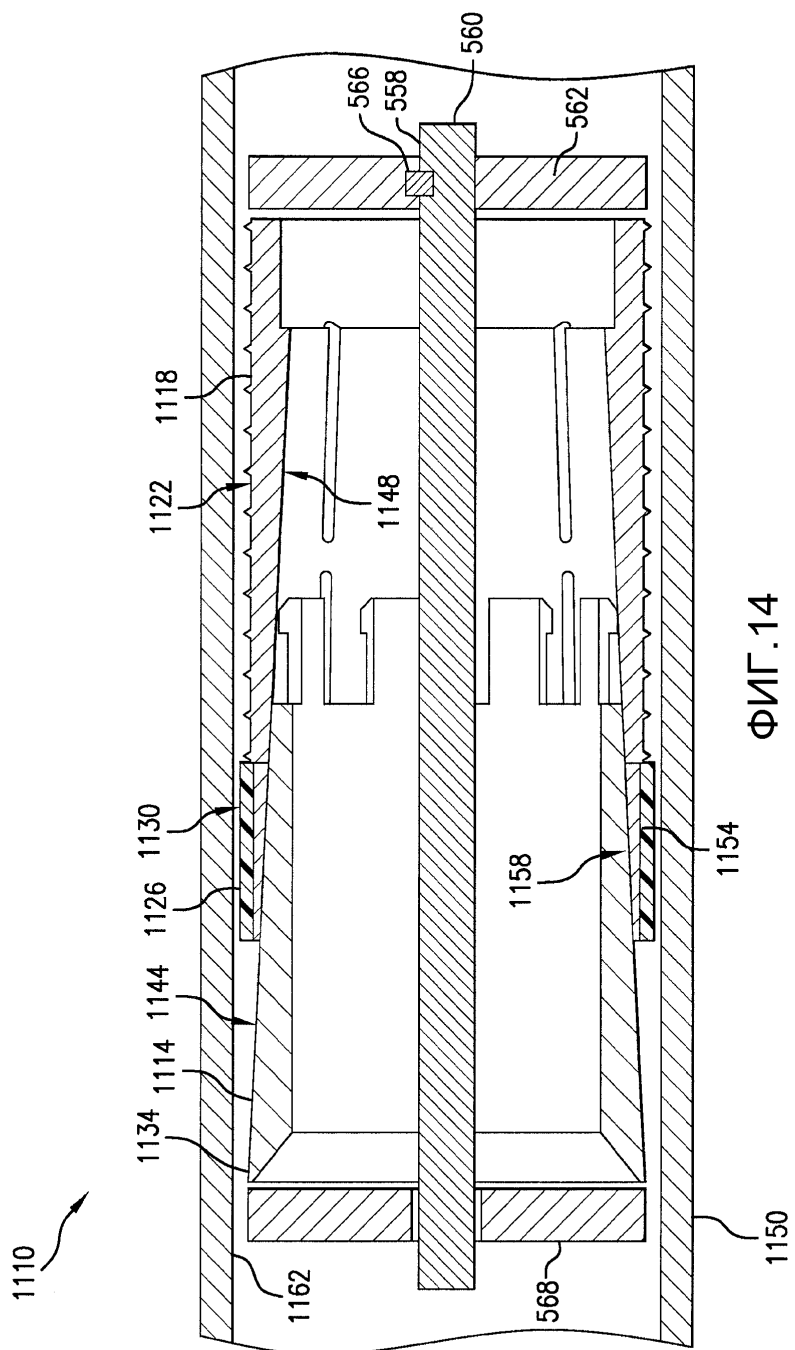


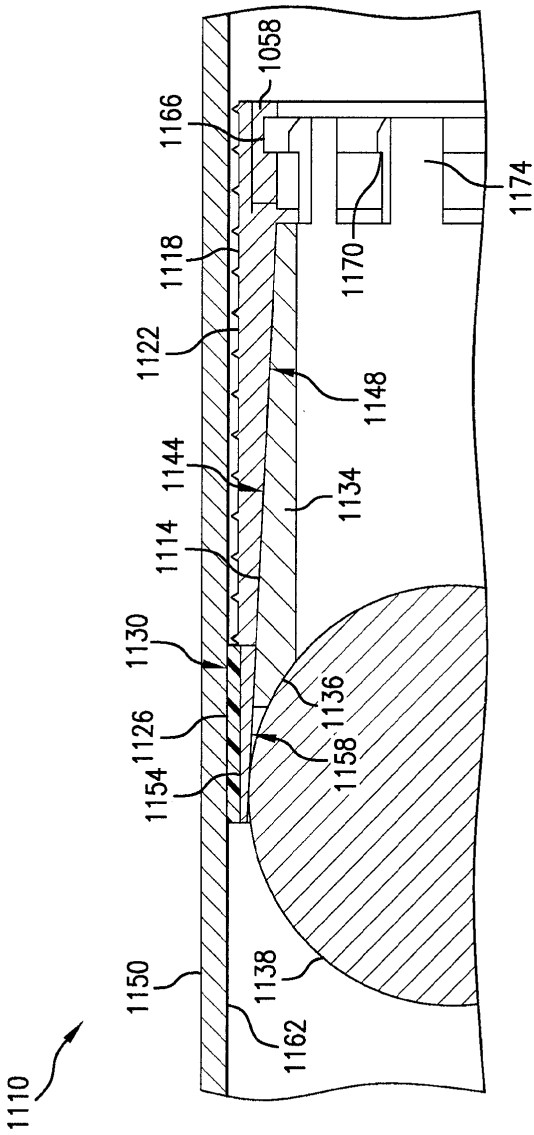
ФИГ.13А



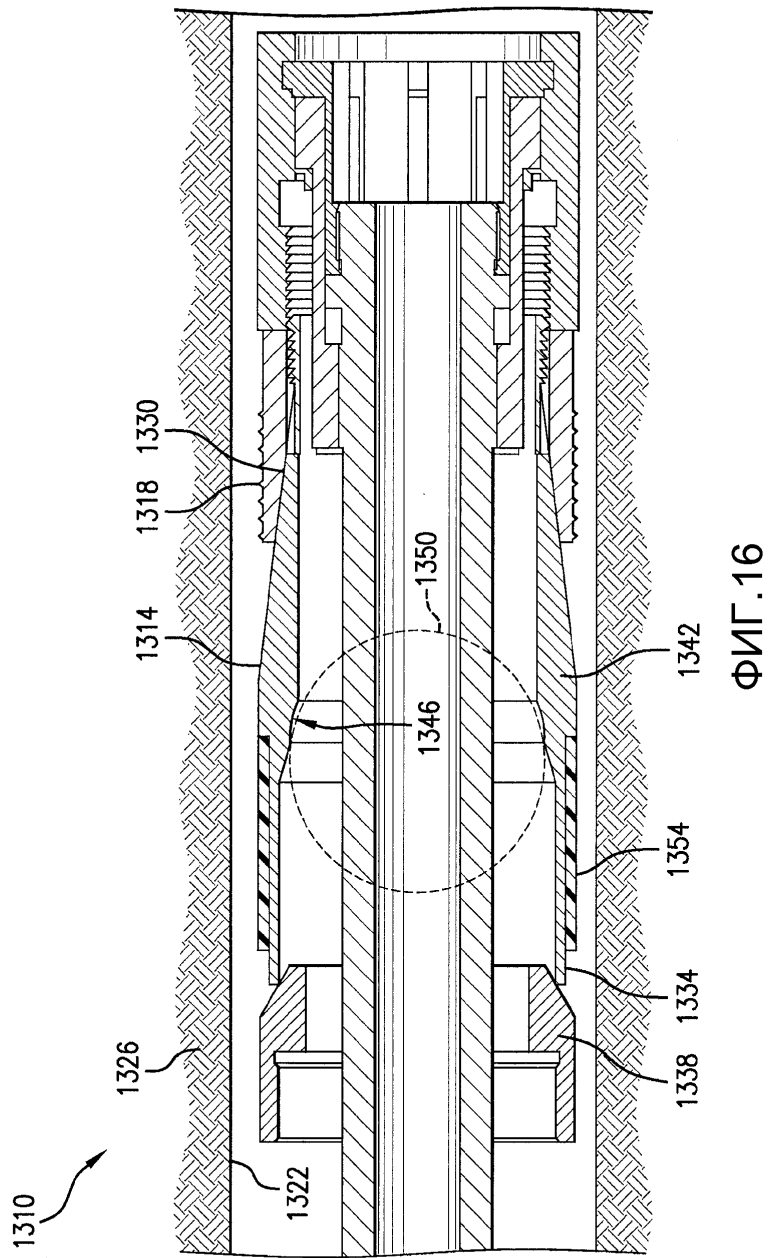
ФИГ.13В



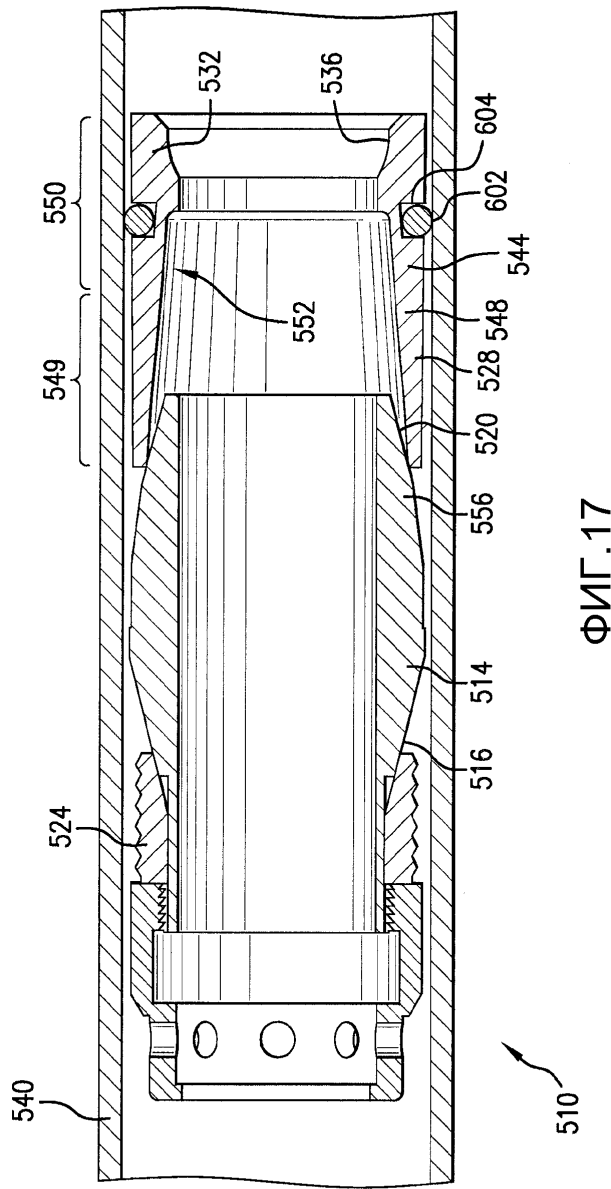




ФИГ.15

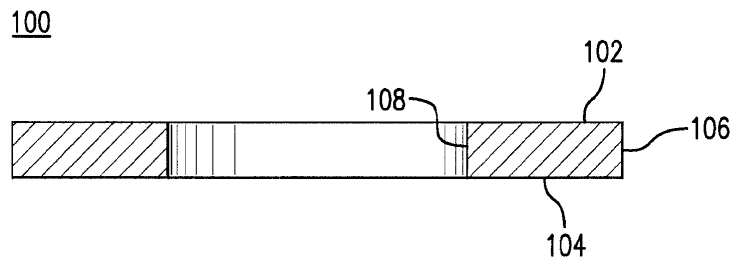


ФИГ.16

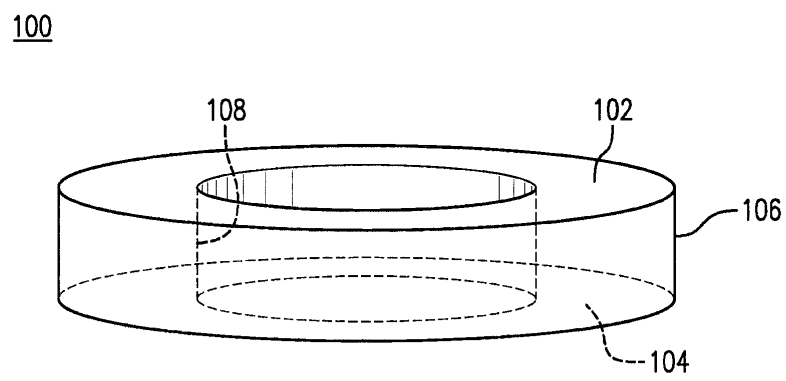


ФИГ.17

19/19



ФИГ.18А



ФИГ.18В