



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006141844/03, 28.04.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.04.2005

(30) Конвенционный приоритет:
18.05.2004 US 10/848,437

(43) Дата публикации заявки: 20.06.2008

(45) Опубликовано: 20.12.2009 Бюл. № 35

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 6089123 A, 18.07.2000. RU 2167262 C2,
20.05.2001. EP 1244531 A1, 10.02.2002. WO
03049889 A2, 19.06.2003. SU 975369 A1,
23.11.1982. SU 990423 A1, 23.01.1983. SU
967786 A1, 23.10.1982. US 6287360 B1,
11.09.2001. US 6209420 B1, 03.04.2001.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную
фазу: 28.11.2006

(86) Заявка РСТ:
US 2005/014742 (28.04.2005)

(87) Публикация РСТ:
WO 2005/106183 (10.11.2005)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. С.А.Дорофееву,
рег.№ 146

(72) Автор(ы):

МИРЧАНДАНИ Пракаш К. (US),
ИСОН Джимми В. (US),
ОУКС Джеймс Дж. (US),
ВЕСТХОФФ Джеймс К. (US),
КОЛЛИНЗ Гэбриел Б. (US),
КОЛДВЕЛЛ Стивен Г. (US),
СТИВЕНС Джон Х. (US),
МОСКО Альфред Дж. (US)

(73) Патентообладатель(и):

ТИ ДИ УАЙ ИНДАСТРИЗ, ИНК. (US),
БЭЙКЕР ХЬЮЗ ИНКОРПОРЕЙТЕД (US)

(54) БУРОВОЕ ДОЛОТО И СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Предложенная группа изобретений
относится к породоразрушающему
инструменту, в частности к способу
изготовления буровых долот с неподвижными
режущими элементами. Техническим
результатом является увеличение срока службы
инструмента за счет повышения
износостойкости, прочности и ударной
вязкости корпуса долота. Корпус бурового

долота с неподвижными режущими элементами
выполнен из спеченного материала
металлургического порошка. При этом
металлургический порошок включает твердые
частицы, содержащие, по меньшей мере, один
из следующих материалов: карбид, нитрид,
борид, силицид, оксид и их твердые растворы,
и связку, составляющую до 35% от веса
металлургического порошка и содержащую, по
меньшей мере, один металл, выбранный из

следующих материалов: кобальт, никель, железо и их сплавов. Способ изготовления корпуса долота с неподвижными режущими элементами включает следующие стадии: уплотнение металлургического порошка для формирования сырой, неспеченной заготовки

или уплотненного порошка и формирование корпуса долота с неподвижными режущими элементами, по существу, состоящего из композиционного материала неспеченной заготовки. 3 н. и 47 з.п. ф-лы, 18 ил., 2 табл.

RU 2 3 7 6 4 4 2 C 2

RU 2 3 7 6 4 4 2 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

E21B 10/46 (2006.01)**B22F 7/00** (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2006141844/03, 28.04.2005**(24) Effective date for property rights:
28.04.2005(30) Priority:
18.05.2004 US 10/848,437(43) Application published: **20.06.2008**(45) Date of publication: **20.12.2009 Bull. 35**(85) Commencement of national phase: **28.11.2006**(86) PCT application:
US 2005/014742 (28.04.2005)(87) PCT publication:
WO 2005/106183 (10.11.2005)

Mail address:
**129090, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. S.A.Dorofeevu, reg.№ 146**

(72) Inventor(s):

**MIRChANDANI Prakash K. (US),
ISON Dzhimmi V. (US),
OUKS Dzhejms Dzh. (US),
VESTKhOFF Dzhejms K. (US),
KOLLINZ Gehbriel B. (US),
KOLDVELL Stiven G. (US),
STIVENS Dzhon Kh. (US),
MOSKO Al'fred Dzh. (US)**

(73) Proprietor(s):

**TI DI UAJ INDASTRIZ, INK. (US),
BEhJKER Kh'JuZ INKORPOREJTED (US)**

(54) BORING BIT AND METHOD OF ITS MANUFACTURE

(57) Abstract:

FIELD: oil-and-gas production.

SUBSTANCE: group of inventions related to rock cutting tools, particularly to boring bit with static cutting tools manufacturing methods. Case of boring bit with static cutting tools made of sintered material of metallurgical dust. The metallurgical dust includes hard particles, containing at least one of the following materials: carbide, nitride, boride, silicide, oxide, and their solid solutions and bundle consisting up to 35% of metallurgic dust weight and including at least on of the following

metals: cobalt, nickel, iron and their alloys. Method of bit with static cutting tools case manufacturing, includes the following stages: packing of metallurgical dust, for forming raw not sintered blank of packed dust and forming bit case with static cutting tools, actually consisting of composition material of the sintered blank.

EFFECT: equipment production life time increase, because of increase in endurance, strength and bit case viscosity.

50 cl, 18 dwg

Настоящее изобретение относится к усовершенствованию бурового долота и способов их изготовления, в частности, оно относится к корпусу долота, коническим шарошкам, вставным коническим шарошкам, шарошкам и долоту для бурения и способам их изготовления.

Предшествующий уровень техники

Буровое долото может иметь неподвижные или вращающиеся режущие элементы. Долото с неподвижными режущими элементами обычно включает корпус долота, изготовленный из стали путем механической обработки или полученный путем пропитки слоя твердых частиц, например, литого карбида ($WC+W_2C$), карбида вольфрама (WC) и/или спеченного цементированного карбида связкой, такой как, например, сплав на основе меди. Несколько режущих вставок крепятся к корпусу долота в заранее определенных положениях, чтобы оптимизировать резание. Корпус долота может быть закреплен на стальном хвостовике, который обычно включает соединение на основе резьбового ниппеля, при помощи которого долото крепится к приводному валу забойного двигателя или к бурильной трубе с дальнего конца бурильной колонны.

Долото со стальным корпусом обычно изготавливают при механической обработке круглой заготовки до требуемой формы с получением необходимых наружной поверхности и внутренних элементов. Для нанесения износостойких материалов на переднюю поверхность корпуса долота и другие важные зоны внешней поверхности могут быть использованы технологии наплавки.

При обычном способе изготовления корпуса долота из твердых частиц и связки форму фрезеруют или механически обрабатывают, чтобы задать элементы внешней поверхности корпуса долота. Для создания или улучшения наружной поверхности корпуса может также потребоваться дополнительно ручное фрезерование или работа с глиной.

После получения формы в ее полость может устанавливаться предварительно отформованная заготовка из стали, которая предназначена для внутреннего усиления корпуса долота и используется как матрица при создании соединения с помощью ниппеля после изготовления. Кроме того, в полость формы могут устанавливаться и другие вставки из песка, графита, переходного или огнеупорного металла, которые образуют внутренние каналы для текучей среды, гнезда для режущих элементов, выступы, площадки, сужающие насадки, канавки для отходов, либо другие внутренние или топографические элементы корпуса долота. Любые используемые вставки должны иметь точное расположение для обеспечения должного позиционирования режущих элементов, насадок, канавок для отходов и т.д. в готовом долоте.

Затем в форму могут засыпаться требуемые твердые частицы, которые уплотняются до необходимой плотности. После чего твердые частицы пропитываются расплавленной связкой, которая затвердевает с получением твердого корпуса долота, содержащего дисперсную фазу из твердых частиц в сплошной фазе связки.

После этого может быть осуществлена сборка корпуса и других компонентов бурового долота. Например, к корпусу может быть приварен или иным образом прикреплен резьбовой хвостовик, а в гнездах для режущих вставок, например, при помощи пайки, склеивания или механического соединения могут быть закреплены режущие элементы или вставки (в типичном случае из цементированного карбида вольфрама либо алмаза или поликристаллического синтетического алмаза). В качестве альтернативы режущие вставки могут быть закреплены на передней

поверхности корпуса долота во время нагрева в печи или пропитки, если используются термически стабильные сорта поликристаллического синтетического алмаза.

Вращающиеся буровые долота, используемые для разведки нефти и газа, обычно содержат режущие вставки из цементированного карбида, прикрепленные к шарошкам, которые являются частью собираемого долота с конической шарошкой или содержат фрезерованные зубья, выполненные в режущем элементе при помощи механической обработки. В типичном случае фрезерованные зубья подвергают наплавке из карбида вольфрама в матрице из легированной стали. Корпус долота с конической шарошкой обычно изготовлен из легированной стали.

Буровые долота обычно прикрепляют к концу буровой колонны, которая приводится во вращение с поверхности или при помощи гидравлических забойных двигателей, расположенных непосредственно над долотом на буровой колонне. Буровой раствор нагнетается вниз через полую буровую колонну и выходит через насадки, выполненные в корпусе долота. Буровой раствор охлаждает и смазывает долото по мере его вращения, а также выносит материал, срезаемый этим долотом, на поверхность.

Корпус и другие элементы бурового долота подвержены многим типам износа, так как они работают в агрессивной скважинной среде. Одним из наиболее частых типов износа является абразивный износ, обусловленный контактом с абразивными породами. В дополнение к этому буровой раствор, содержащий кусочки породы, вызывает эрозионное изнашивание долота.

Срок службы бурового долота является функцией не только износостойкости вставок из поликристаллического синтетического алмаза или цементированного карбида, но и износостойкости корпуса долота (в случае долота с неподвижными режущими элементами) или шарошек (в случае долота с конической шарошкой). Одним из способов увеличения срока службы бурового долота является использование корпусов или шарошек, изготовленных из материалов с улучшенными комбинациями прочности, ударной вязкости и стойкости к абразивному истиранию/эрозионному изнашиванию.

Таким образом, целью настоящего изобретения является создание усовершенствованного корпуса бурового долота, имеющего повышенную износостойкость, прочность и ударную вязкость.

Сущность изобретения

Согласно изобретению создано буровое долото с неподвижными режущими элементами, содержащий спеченный материал из металлургического порошка, включающего твердые частицы, содержащие, по меньшей мере, один из следующих материалов: карбид, нитрид, борид, силицид, оксид и их твердые растворы, и связку, составляющую до 35% от веса металлургического порошка и содержащую, по меньшей мере, один металл, выбранный из кобальта, никеля, железа и их сплавов.

Связка может иметь температуру плавления в интервале от 1050°C до 1350°C.

Связка может дополнительно содержать, по меньшей мере, один компонент, понижающий температуру плавления, выбранный из, по меньшей мере, одного из следующих материалов: карбид переходного металла, борид или силицид с содержанием до 60 весовых процентов, переходный металл с содержанием до 50 весовых процентов, бор с содержанием до 10 весовых процентов, кремний с содержанием до 20 весовых процентов, хром с содержанием до 20 весовых процентов и марганец с содержанием до 25 весовых процентов от общего веса связки.

Компонент, понижающий температуру плавления, может представлять собой, по меньшей мере, один из следующих материалов: карбид вольфрама, борид и силицид с содержанием в диапазоне от 30 до 60 весовых процентов от общего веса связки.

5 Твердые частицы могут представлять собой, по меньшей мере, одно из следующего: отдельные одиночные кристаллы, поликристаллические частицы, твердые растворы, поликристаллические частицы, содержащие, по меньшей мере, две фазы, спеченные гранулы, содержащие связку, и спеченные гранулы без связки.

10 Твердые частицы могут содержать, по меньшей мере, один карбид переходного металла, выбранный из карбида титана, карбида хрома, карбида ванадия, карбида циркония, карбида гафния, карбида тантала, карбида молибдена, карбида ниобия и карбида вольфрама.

15 Карбид может представлять собой, по меньшей мере, один карбид переходного металла, выбранный из карбида титана, карбида хрома, карбида ванадия, карбида циркония, карбида гафния, карбида тантала, карбида молибдена, карбида ниобия и карбида вольфрама.

Карбид переходного металла, содержащийся в твердых частицах, может представлять собой карбид вольфрама.

20 Связка может дополнительно содержать, по меньшей мере, один карбид переходного металла, выбранный из карбида титана, карбида тантала, карбида ниобия, карбида хрома, карбида молибдена, карбида бора, карбида углерода, карбида кремния и карбида рутения.

25 Концентрация карбида переходного металла в металлургическом порошке может находиться в диапазоне от 30 до 99 объемных процентов.

Корпус может дополнительно содержать, по меньшей мере, одну вставку из цементированного карбида, прикрепленную к спеченному материалу, которая может включать, по меньшей мере, одно гнездо для режущего элемента.

30 Связка может составлять более 20 объемных процентов металлургического порошка, от 20 до 60 объемных процентов металлургического порошка, от 20 до 50 объемных процентов металлургического порошка или от 25 до 40 объемных процентов металлургического порошка.

35 Твердые частицы могут содержать кристаллы, содержащие карбиды вольфрама, а связка содержит кобальт.

Корпус может дополнительно содержать хвостовик из легированной стали, прикрепленный к спеченному материалу.

40 Спеченный материал может иметь сопротивление поперечному разрыву, превышающее 300 фунт/кв.дюйм, или сопротивление поперечному разрыву, превышающее 280 фунт/кв.дюйм, и модуль Юнга, превышающий 55000000 фунт/кв.дюйм

Согласно изобретению создан способ изготовления корпуса долота с неподвижными режущими элементами, включающий следующие стадии:

45 уплотнение металлургического порошка для формирования сырой, неспеченной заготовки, причем металлургический порошок содержит множество твердых частиц, выбранных из группы, состоящей из карбидов, нитридов, боридов, силицидов, оксидов и их твердых растворов, и связующий материал, составляющий до 35% от веса металлургического порошка и содержащий металл, выбранный из группы, состоящей
50 из кобальта, никеля, железа и их сплавов;

формирование корпуса долота с неподвижными режущими элементами, по существу, состоящего из композиционного материала неспеченной заготовки.

Способ может дополнительно включать размещение режущего элемента в гнезде, образованном в сформированном корпусе долота.

Формирование корпуса долота может дополнительно включать в себя предварительное спекание неспеченной заготовки для формирования предварительно спеченной заготовки и спекание предварительно спеченной заготовки.

Способ может дополнительно включать в себя механическую обработку предварительно спеченной заготовки перед спеканием предварительно спеченной заготовки, механическую обработку неспеченной заготовки перед предварительным спеканием неспеченной заготовки, механическую обработку, по меньшей мере, одного гнезда для режущего элемента в неспеченной заготовке.

Уплотнение металлургического порошка может включать в себя прессование металлургического порошка.

Прессование металлургического порошка может включать в себя изостатическое прессование металлургического порошка.

Множество твердых частиц могут содержать карбид переходного металла, выбранный из группы, состоящей из карбида титана, карбида хрома, карбида ванадия, карбида циркония, карбида гафния, карбида тантала, карбида молибдена, карбида ниобия и карбида вольфрама.

Спекание предварительно спеченной заготовки можно осуществлять под давлением 300-2000 фунт/кв.дюйм и при температуре 1350-1500°C.

Металлургический порошок может содержать первую область, имеющую первый состав, и вторую область, имеющую второй состав.

Способ может дополнительно включать в себя выполняемые до уплотнения металлургического порошка размещение первого состава металлургического порошка в первой области полости формы для неспеченной заготовки и размещение второго состава металлургического порошка во второй области полости.

Способ может дополнительно включать в себя прикрепления хвостовика к корпусу долота.

Механическая обработка может включать в себя механическую обработку, по меньшей мере, одного гнезда для режущего элемента в предварительно спеченной заготовке.

Сформированный корпус долота имеет сопротивление поперечному разрыву, превышающее 300 фунт/кв.дюйм, и модуль Юнга, превышающий 55000000 фунт/кв.дюйм.

Согласно другому варианту выполнения способ изготовления корпуса бурового долота с неподвижными режущими элементами включает следующие стадии:

уплотнение металлургического порошка для формирования уплотненного порошка, причем металлургический порошок содержит множество твердых частиц, выбранных из группы, состоящей из карбидов, нитридов, боридов, силицидов, оксидов и их твердых растворов, и связующий материал, составляющий до 35% от веса металлургического порошка и содержащий металл, выбранный из группы, состоящей из кобальта, никеля, железа и их сплавов;

формирование корпуса долота с неподвижными режущими элементами, по существу состоящего из уплотненного порошка, включающее в себя, по меньшей мере, одну стадию спекания уплотненного порошка.

Способ может дополнительно включать в себя размещение режущего элемента в гнезде, образованном в сформированном корпусе долота.

Формирование корпуса долота может включать в себя предварительное спекание

уплотненного порошка для формирования предварительно спеченной заготовки и спекание предварительно спеченной заготовки.

Способ может дополнительно включать в себя механическую обработку предварительно спеченной заготовки перед спеканием предварительно спеченной заготовки.

Уплотнение металлургического порошка может включать в себя прессование металлургического порошка.

Прессование металлургического порошка может включать в себя изостатическое прессование металлургического порошка.

Множество твердых частиц могут содержать карбид переходного металла, выбранный из группы, состоящей из карбида титана, карбида хрома, карбида ванадия, карбида циркония, карбида гафния, карбида тантала, карбида молибдена, карбида ниобия и карбида вольфрама.

Спекание предварительно спеченной заготовки можно осуществлять под давлением 300-2000 фунт/кв.дюйм и при температуре 1350-1500°C.

Металлургический порошок может содержать первую область, имеющую первый состав, и вторую область, имеющую второй состав.

Способ может дополнительно включать в себя выполняемые до уплотнения металлургического порошка размещение первого состава металлургического порошка в первой области полости формы и размещение второго состава металлургического порошка во второй области полости.

Способ может дополнительно включать в себя прикрепления хвостовика к корпусу долота.

Механическая обработка может включать в себя механическую обработку, по меньшей мере, одного гнезда для режущего элемента в предварительно спеченной заготовке.

Сформированный корпус долота может иметь сопротивление поперечному разрыву, превышающее 300 фунт/кв.дюйм, и модуль Юнга, превышающий 55000000 фунт/кв.дюйм.

Если не указано иное, все числа, выражающие количества ингредиентов, время, температуры и т.д., используемые в настоящем описании и пунктах приложенной формулы изобретения, должны восприниматься как изменяемые во всех случаях с применением термина "приблизительно". Соответственно, если не указано обратное, числовые параметры, указанные в приведенном ниже описании и пунктах приложенной формулы изобретения, являются приблизительными величинами, которые могут меняться в зависимости от требуемых свойств, которые необходимо получить при использовании настоящего изобретения. По крайней мере, и не в качестве попытки ограничить применение принципа эквивалентов к объему, определенному пунктами приложенной формулы изобретения, каждый числовой параметр должен восприниматься, по меньшей мере, с точки зрения числа указанных значащих цифр и с применением обычных способов округления.

Несмотря на то что числовые диапазоны и параметры, задающие объем изобретения, являются приблизительными величинами, числовые значения, указанные в конкретных примерах, приведены как можно более точно. Однако любое числовое значение может содержать определенные ошибки, неизбежно возникающие из стандартных отклонений, имеющих при измерениях в ходе проведения соответствующих испытаний.

Специалисту станут очевидными приведенные ниже детали и преимущества

настоящего изобретения при рассмотрении последующего подробного описания вариантов его реализации.

Специалист может также оценить такие дополнительные детали и преимущества настоящего изобретения при реализации на практике и/или использовании его вариантов.

Краткое описание чертежей

Отличительные особенности и преимущества настоящего изобретения могут быть лучше поняты при обращении к сопровождающим чертежам, на которых изображено следующее:

Фиг.1 изображает схематичное поперечное сечение одного из вариантов корпуса бурового долота;

Фиг.2 - график результатов дифференциального термического анализа (ДТА) с двумя циклами при нагреве от 900 до 1400°C со скоростью увеличения температуры 10°C/мин в атмосфере аргона для образца, содержащего приблизительно 45% карбида вольфрама и приблизительно 55% кобальта;

Фиг.3 - график результатов ДТА с двумя циклами при нагреве от 900 до 1300°C со скоростью увеличения температуры 10°C/мин в атмосфере аргона для образца, содержащего приблизительно 45% карбида вольфрама, приблизительно 53% кобальта и приблизительно 2% бора;

Фиг.4 - график результатов ДТА с двумя циклами при нагреве от 900 до 1400°C со скоростью увеличения температуры 10°C/мин в атмосфере аргона для образца, содержащего приблизительно 45% карбида вольфрама, приблизительно 53% никеля и приблизительно 2% бора;

Фиг.5 - график результатов ДТА с двумя циклами при нагреве от 900 до 1200°C со скоростью увеличения температуры 10°C/мин в атмосфере аргона для образца, содержащего приблизительно 96,3% никеля и приблизительно 3,7% бора;

Фиг.6 - график результатов ДТА с двумя циклами при нагреве от 900 до 1300°C со скоростью увеличения температуры 10°C/мин в атмосфере аргона для образца, содержащего приблизительно 88,4% никеля и приблизительно 11,6% кремния;

Фиг.7 - график результатов ДТА с двумя циклами при нагреве от 900 до 1200°C со скоростью увеличения температуры 10°C/мин в атмосфере аргона для образца, содержащего приблизительно 96% кобальта и приблизительно 4% бора;

Фиг.8 - график результатов ДТА с двумя циклами при нагреве от 900 до 1300°C со скоростью увеличения температуры 10°C/мин в атмосфере аргона для образца, содержащего приблизительно 87,5% кобальта и приблизительно 12,5% кремния;

Фиг.9 - микрофотоснимок материала, полученного путем пропитки массы твердых частиц связкой, состоящей фактически из кобальта и бора;

Фиг.10 - микрофотоснимок материала, полученного путем пропитки массы твердых частиц связкой, состоящей фактически из кобальта и бора;

Фиг.11 - микрофотоснимок материала, полученного путем пропитки массы твердых частиц связкой, состоящей фактически из кобальта и бора;

Фиг.12 - микрофотоснимок материала, полученного путем пропитки массы твердых частиц связкой, состоящей фактически из кобальта и бора;

Фиг.13 - микрофотоснимок материала, полученного путем пропитки массы частиц литого карбида и вставки из цементированного карбида связкой, состоящей фактически из кобальта и бора;

Фиг.14 - внешний вид одного из вариантов корпуса долота, соответствующего настоящему изобретению;

Фиг.15А, 15В и 15С - графики данных для испытаний на усталость при изгибе с вращением для композиций, которые могут быть использованы в вариантах реализации настоящего изобретения, включая FL-25, содержащего приблизительно 25
 5 объемных процентов связки (фиг.15А), FL-30, содержащего приблизительно 30 объемных процентов связки (фиг.15В), и FL-35, содержащего приблизительно 35 объемных процентов связки (фиг.15С);

Фиг.16 - внешний вид одного из вариантов конической шарошки, соответствующей настоящему изобретению.

10 Описание изобретения

Варианты реализации настоящего изобретения относятся к композиции для изготовления корпусов буровых долот, конических шарошек, вставных конических шарошек, шарошек и зубьев буровых долот с конической шарошкой, а также к
 15 способам изготовления таких изделий. Кроме того, способ может использоваться для изготовления других изделий. Некоторые варианты корпуса долота, соответствующего настоящему изобретению, содержат, по меньшей мере, одну дисперсную твердую фазу и сплошную фазу связки, связывающую твердую фазу. Варианты композиций и способов, предлагаемых настоящим изобретением, обеспечивают увеличенный срок службы для полученных с их применением корпуса
 20 долота, конических шарошек, вставных конических шарошек, зубьев и шарошек и таким образом увеличивают срок службы бурового долота или другого инструмента. Материал корпуса долота, конической шарошки, вставной конической шарошки обеспечивает неизменность свойств в любой части изделия.

На фиг.1 показан типичный корпус 10 бурового долота с неподвижными режущими элементами. В общем случае корпус 10 содержит средство 11 крепления на хвостовике 12 и необработанную часть 12А, включенную в корпус 10. Хвостовик 12, необработанная часть 12А и ниппель могут быть независимо изготовлены из
 30 легированной стали либо, по меньшей мере, одной дисперсной твердой фазы и сплошной фазы связки, и средство 11 крепления, хвостовик 12 и необработанная часть 12А могут быть прикреплены к корпусу долота при помощи любого способа, например пайки, резьбовых соединений, штифтов, шпонок, горячей посадки, клеящих веществ, диффузионной сварки, посадки с натягом или любого другого механического
 35 или химического соединения. Однако в вариантах реализации настоящего изобретения хвостовик 12, включающий средство крепления, может быть изготовлен из легированной стали либо той же или отличающейся композиции твердых частиц в связке по сравнению с другими частями корпуса долота. По сути, корпус 10 долота может конструктивно иметь различные части, и каждая часть может
 40 характеризоваться отличающимися концентрацией, составом и размером кристаллов твердых частиц или связки. Это позволяет регулировать свойства конкретных частей изделия так, как это требуется в конкретном варианте применения. По сути, изделие может быть выполнено таким образом, что свойства или состав при переходе от части
 45 к части могут меняться резко или постепенно. Примерный корпус 10 долота, показанный на фиг.1, имеет три части. Например, верхняя часть 13 может содержать дисперсную твердую фазу из вольфрама и/или карбида вольфрама, средняя часть 14 может содержать дисперсную твердую фазу из крупнозернистых литого карбида вольфрама (W_2C , WC), карбида вольфрама и/или спеченных частиц цементированного
 50 карбида, а нижняя часть 15, если таковая имеется, может содержать дисперсную твердую фазу из мелкозернистых литого карбида, карбида вольфрама и/или спеченных частиц цементированного карбида. Корпус 10 также включает гнезда 16,

которые расположены внизу этого корпуса и в которых могут быть установлены режущие вставки. Эти гнезда могут быть выполнены в корпусе непосредственно при изготовлении формы, при механической обработке сырой или полуобработанной заготовки как вставки, например, установленные во время изготовления корпуса, либо как вставки, прикрепленные после создания корпуса при помощи пайки или другого способа крепления, как описано выше. Корпус 10 может также включать внутренние каналы для текучей среды, выступы, площадки, насадки, канавки для отходов и любые другие обычные поверхностные элементы корпуса. В качестве варианта эти элементы могут задаваться предварительно отформованными вставками, например вставками 17, которые расположены в подходящих местах формы для корпуса. Варианты реализации настоящего изобретения включают корпуса буровых долот, содержащие вставки из цементированного карбида. В обычном корпусе частицы твердой фазы закреплены в матрице из сплава на основе меди, такого как латунь или бронза. Варианты корпуса, соответствующего настоящему изобретению, могут содержать или быть изготовлены с использованием новых типов связки, чтобы придать этому корпусу повышенные износостойкость, прочность и ударную вязкость.

Процесс получения твердых частиц, заключенных в связке, в типичном случае включает уплотнение металлургического порошка (в типичном случае керамики в виде макрочастиц и металла-связки) с созданием сырой заготовки. Могут применяться процессы консолидации порошка, в которых используются обычные технологии, такие как механическое или гидравлическое прессование в жестких пресс-формах, а также изостатическое прессование увлажненной массы или полусухое изостатическое прессование. После чего сырая заготовка может подвергаться предварительному или полному спеканию для дальнейших консолидации и уплотнения порошка.

Предварительное спекание приводит только к частичным консолидации и уплотнению детали. Сырая заготовка может подвергаться предварительному спеканию при более низкой температуре по сравнению с температурой, достигаемой в ходе операции окончательного спекания, чтобы получить предварительно спеченную заготовку ("полуобработанную заготовку"). Полуобработанная заготовка имеет относительно низкие твердость и прочность по сравнению с готовым, полностью спеченным изделием, которые значительно выше по сравнению с сырой заготовкой. При изготовлении изделие может подвергаться механической обработке как сырая заготовка, полуобработанная заготовка или как полностью спеченное изделие. В типичном случае обрабатываемость сырой или полуобработанной заготовки существенно лучше обрабатываемости полностью спеченного изделия. Механическая обработка сырой или полуобработанной заготовки может оказаться выгодной, если полностью спеченную деталь трудно обрабатывать, или это потребует шлифования для соответствия требованиям окончательных допусков на размеры. Также могут использоваться и другие способы улучшения обрабатываемости детали, например добавление веществ, способствующих механической обработке, чтобы устранить пористость заготовки, типичным таким веществом является полимер. И, наконец, может выполняться спекание при температуре существования жидкой фазы в обычных вакуумных печах либо при высоких давлениях в печи SinterHip. Заготовка может спекаться при избыточном давлении, составляющем 300-2000 фунт/кв.дюйм, и температуре 1350-1500°C. Предварительное спекание и спекание заготовки приводит к удалению смазывающих веществ, восстановлению оксидов, уплотнению и улучшению микроструктуры. Как указано выше, после спекания корпус долота, коническая

шарошка, вставная коническая шарошка или шарошка могут быть дополнительно соответствующим образом механически обработаны или отшлифованы для получения окончательной конфигурации.

5 Настоящим изобретением также предлагается способ изготовления корпуса бурового долота, конической шарошки, вставной конической шарошки или шарошки с частями, состав которых имеет различные свойства. Один из вариантов способа включает размещение первого металлургического порошка в первой части полости формы и второго металлургического порошка во второй части полости формы. В 10 некоторых вариантах форма может быть разделена на две или более частей, например, путем установки физической перегородки, такой как бумага или полимерный материал, в полости формы для отделения упомянутых частей. Металлургические порошки могут выбираться таким образом, чтобы обеспечить после консолидации и спекания получение цементированных карбидов, имеющих 15 требуемые свойства, описанные выше. В другом варианте часть, по меньшей мере, первого металлургического порошка и второго металлургического порошка размещается внутри формы в контакте, без перегородок. Для создания отдельных частей без использования физических перегородок вместе с металлургическими 20 порошками может применяться воск или другая связка.

Изделие с постепенным изменением в свойствах или составе также может быть получено, например, путем размещения первого металлургического порошка в первой части формы. Вторая часть формы может затем быть заполнена 25 металлургическим порошком, содержащим смесь упомянутого первого металлургического порошка и второго металлургического порошка. Эта смесь приведет к получению изделия, по меньшей мере, одно из свойств которого является промежуточным между аналогичными свойствами в изделии, изготовленном при использовании первого и второго металлургических порошков независимо. Этот 30 процесс может быть повторен до получения в форме требуемого градиента состава или композиционной структуры и в типичном случае завершится заполнением части формы вторым металлургическим порошком. Варианты этого процесса могут также выполняться с использованием или без использования физических перегородок. Дополнительные части могут быть заполнены отличающимися материалами, 35 например третьим металлургическим порошком или даже изделием, которое ранее пропитано медным сплавом. Затем к форме может быть применено изостатическое сжатие для консолидации металлургических порошков с получением заготовки. Эту заготовку впоследствии спекают для дальнейшего ее уплотнения и создания 40 внутренних связей между упомянутыми частями.

Как описано ранее, может использоваться любая связка, такая как никель, кобальт, железо и сплавы никеля, кобальта и железа. В дополнение к этому, в определенных вариантах реализации настоящего изобретения связка, применяемая для получения корпуса долота, может иметь температуру плавления от 1050 до 1350°C. Здесь 45 подразумевается, что точка плавления или температура плавления представляет собой солидус конкретной композиции. В других вариантах реализации настоящего изобретения связка содержит сплав, по меньшей мере, одно из следующего: кобальта, железа и никеля, который имеет температуру плавления ниже 1350°C. В других 50 вариантах композиции, соответствующей настоящему изобретению, она содержит, по меньшей мере, одно из следующего: кобальт, никель и железо, а также компонент, понижающий температуру плавления. Чистые кобальт, никель и железо характеризуются высокими температурами плавления (приблизительно 1500°C), и,

следовательно, пропитку слоев твердых частиц чистым расплавленным кобальтом, железом или никелем трудно осуществить подходящим образом без получения избыточной пористости или нежелательных фаз. Однако сплав из, по меньшей мере, одного из следующего: кобальта, железа и никеля, может использоваться, если он

5 включает достаточное количество, по меньшей мере, один компонент, понижающий температуру плавления. Данный компонент может представлять собой, по меньшей мере, одно из следующего: карбид переходного металла, переходный элемент, вольфрам, углерод, бор, кремний, хром, марганец, серебро, алюминий, медь, олово и

10 цинк, а также другие элементы, которые отдельно или в комбинации могут быть добавлены в количествах, которые в достаточной степени понижают температуру плавления связки, в результате чего эта связка может использоваться эффективно для получения корпуса долота выбранным способом. Связка может эффективным образом использоваться для получения корпуса долота, если ее свойства, например,

15 температура плавления, вязкость в расплавленном состоянии и интервал пропитки, таковы, что корпус долота может отливаться без получения избыточной пористости. В предпочтительном варианте компонент, понижающий температуру плавления, представляет собой, по меньшей мере, одно из следующего: карбид переходного

20 металла, переходный металл, вольфрам, углерод, бор, кремний, хром и марганец. Может оказаться предпочтительным комбинировать два или более из упомянутых выше компонентов, понижающих температуру плавления, для получения связки, способной эффективным образом пропитывать массу твердых частиц. Например, вольфрам и углерод могут добавляться вместе, чтобы получить более значительное

25 снижение температуры плавления по сравнению с получаемым при добавлении только вольфрама, и в этом случае вольфрам и углерод могут добавляться в виде карбида вольфрама. Аналогичным образом могут быть добавлены и другие компоненты, понижающие температуру плавления.

30 Один или несколько компонентов, понижающих температуру плавления, могут быть добавлены отдельно или в комбинации с другими составляющими связки в любом количестве, обеспечивающем состав связки, эффективный для изготовления корпуса долота. Кроме того, могут добавляться такие один или несколько

35 компонентов, понижающих температуру плавления так, что связка является эвтектическим или близким к эвтектическому составом. Обеспечение связки с эвтектической или близкой к эвтектической концентрацией ингредиентов гарантирует, что связка будет иметь более низкую температуру плавления, что может облегчить

40 литье и пропитку слоя твердых частиц. В определенных вариантах реализации настоящего изобретения предпочтительно, чтобы один или несколько компонентов, понижающих температуру плавления, присутствовали в связке в следующем процентном содержании от общего веса связки: вольфрам до 55%, углерод до 4%, бор до 10%, кремний до 20%, хром до 20% и марганец до 25%. В некоторых других

45 вариантах реализации настоящего изобретения может оказаться предпочтительным, чтобы один или несколько компонентов, понижающих температуру плавления, присутствовали в связке в следующем процентном содержании от общего веса связки: вольфрам от 30% до 55%, углерод от 1,5% до 4%, бор от 1% до 10%, кремний от 2% до 20%, хром от 2% до 20% и марганец от 10% до 25%. В некоторых других вариантах

50 композиции, соответствующей настоящему изобретению, компонентом, понижающим температуру плавления, может быть карбид вольфрама, присутствующий в количестве от 30 до 60 весовых процентов. При определенных условиях литья и концентрации связки весь или часть карбида вольфрама будет выделяться из связки

при затвердевании и образовывать твердую фазу. Эта выделившаяся твердая фаза может стать дополнением к любой твердой фазе, имеющейся в форме в виде твердых частиц. Однако если в форме или ее части не размещены твердые частицы, то все частицы твердой фазы в корпусе долота или ее секции могут быть получены как карбид вольфрама, выделившийся во время литья.

Варианты изделий, соответствующих настоящему изобретению, могут содержать 50 или более объемных процентов твердых частиц или твердой фазы, в некоторых вариантах может оказаться предпочтительным, чтобы твердые частицы или твердая фаза составляли от 50 до 80 объемных процентов изделия, и более предпочтительно для таких вариантов, чтобы твердая фаза составляла от 60 до 80 объемных процентов изделия. По сути, в некоторых вариантах фаза связки может составлять менее 50 объемных процентов изделия или предпочтительно от 20 до 50 объемных процентов изделия. В некоторых вариантах связка может составлять от 20 до 40 объемных процентов изделия.

Варианты реализации настоящего изобретения также включают корпуса буровых долот и другие изделия, содержащие карбиды переходного металла, в которых объемная доля карбида вольфрама превышает 75%. Теперь стало возможным изготовление корпусов долот с такой объемной долей, например, карбида вольфрама благодаря способу, предлагаемому настоящим изобретением, варианты которого описаны ниже. Один из вариантов способа содержит пропитку слоя твердых частиц карбида вольфрама связкой, которая является эвтектической или близкой к эвтектической композицией, по меньшей мере, одного из следующего: кобальта, железа и никеля с карбидом вольфрама. Предполагается, что корпуса долот с концентрацией карбида вольфрама в дисперсной фазе до 95 объемных процентов могут быть получены при помощи способов, предлагаемых настоящим изобретением, если слой вольфрама пропитывают расплавленной эвтектической или близкой к эвтектической композицией из карбида вольфрама и, по меньшей мере, одного из следующего: кобальта, железа и никеля. В противоположность этому обычные способы пропитки для изготовления корпусов долот могут использоваться только для изготовления корпусов, содержащих максимум приблизительно 72 объемных процента карбида вольфрама. Заявители обнаружили, что объемная концентрация карбида вольфрама в литом корпусе бурового долота и других изделиях может быть от 75% до 95%, если в качестве пропитки используется эвтектическая или близкая к эвтектической композиция из карбида вольфрама и, по меньшей мере, одного из следующего: кобальта, железа и никеля. В настоящее время существуют ограничения в объемном содержании твердой фазы, которая может быть образована в корпусе бурового долота из-за ограничений в плотности заполнения формы твердыми частицами и трудностей при пропитке плотно упакованной массы твердых частиц. Однако выделение карбида из пропитывающей связки, содержащей эвтектическую или близкую к эвтектической композицию, позволяет избежать этих затруднений. При затвердевании связки в форме для корпуса долота дополнительная твердая фаза образуется за счет выделения из расплавленного пропитывающего вещества во время охлаждения. Таким образом, в корпусе долота возникает более высокая концентрация твердой фазы, чем та, которая может быть достигнута при использовании расплавленной связки с недостатком растворенного карбида вольфрама. Использование композиций расплавленная связка/пропитывающее вещество с эвтектическим или близким к эвтектическому составом делает возможным более высокое объемное содержание твердой фазы в корпусах долот и других изделиях по

сравнению с тем, которое можно было получить ранее.

Объемное содержание карбида вольфрама в корпусе долота может быть дополнительно увеличено за счет включения в корпус вставок из цементированного карбида. Вставки из цементированного карбида могут использоваться для создания внутренних каналов для текучей среды, гнезд для режущих элементов, выступов, площадок, сужающих насадок, канавок для отходов или других топографических элементов корпуса долота либо просто для обеспечения конструктивной опоры, жесткости, ударной вязкости, прочности или износостойкости в выбранных местах корпуса или держателя. Обычные вставки из цементированного карбида могут содержать от 70 до 99 объемных процентов карбида вольфрама в случае изготовления с использованием обычных технологий получения цементированного карбида. Для вставок в корпус долота может использоваться любой известный цементированный карбид, например композиты из карбидов, по меньшей мере, одного из следующего: титана, циркония, гафния, ванадия, ниобия, тантала, хрома, молибдена и вольфрама в связке из, по меньшей мере, одного из следующего: кобальта, железа и никеля, но не ограничиваясь перечисленным. В цементированных карбидах могут присутствовать дополнительные легирующие элементы, которые известны в данной области техники.

Варианты композиций для изготовления корпуса долота также включают, по меньшей мере, один тип твердых частиц. Как указано выше, корпус долота может также включать части, содержащие разные типы и/или концентрации твердых частиц. Например, корпус 10 долота на фиг.1 может включать нижнюю часть 15 из более твердого износостойкого материала дисперсной твердой фазы с небольшим размером частиц и среднюю часть 14 из более вязкого материала дисперсной твердой фазы с относительно большим размером частиц. Твердая фаза или твердые частицы в любой части могут содержать, по меньшей мере, одно из следующего: карбид, нитрид, борид, оксид, литой карбид, цементированный карбид, их смеси, а также их твердые растворы. В некоторых вариантах реализации настоящего изобретения твердая фаза может содержать, по меньшей мере, один цементированный карбид, содержащий, по меньшей мере, одно из следующего: титан, цирконий, гафний, ванадий, ниобий, тантал, хром, молибден и вольфрам.

Цементированные карбиды могут иметь любой подходящий размер или форму частиц, например неправильную, сферическую, сплюсненную и вытянутую форму. Марки цементированного карбида с карбидом вольфрама в кобальтовой связке имеют коммерчески привлекательную комбинацию прочности, трещиностойкости и износостойкости. "Прочность" - это напряжение, при котором материал дает трещину или разрушается. "Ударная вязкость" - это способность материала поглощать энергию и пластически деформироваться перед разрушением. Ударная вязкость пропорциональна площади под кривой "напряжение-деформация" от начала координат до точки разрыва. См. McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms (5-th edition, 1994). "Износостойкость" - способность материала противостоять повреждению поверхности. Износ обычно включает постепенную потерю материала из-за относительного перемещения между материалом и контактирующей поверхностью или веществом. См. Metals Handbook Desk Edition (2-d edition, 1998). "Трещиностойкость" - это критическое напряжение в вершине трещины, необходимое для ее распространения, и обычно характеризуется "Критическим коэффициентом интенсивности напряжений" (K_{Ic}).

Прочность, ударная вязкость и износостойкость цементированного карбида связаны со средним размером зерна дисперсной твердой фазы и объемной (или

весовой) долей фазы связки, присутствующей в обычном цементированном карбиде. В общем случае увеличение среднего размера зерна карбида вольфрама и/или увеличение объемной доли кобальтовой связки будет приводить к увеличению трещиностойкости. Однако это увеличение вязкости в общем случае сопровождается снижением износостойкости. Таким образом, от специалиста в области металлургии цементированных карбидов требуется создавать карбиды как с высокой износостойкостью, так и с высокой ударной вязкостью при разработке марок для областей применения, предъявляющих повышенные требования.

Корпус 140 бурового долота, показанный на фиг.14, может включать секции, содержащие различные концентрации или композиции компонентов, для обеспечения различных свойств в определенных местах корпуса, например износостойкость, ударную вязкость или коррозионную стойкость. Например, области 141 гнезд для вставок в зоне вокруг режущих вставок 142 бурового долота, площадка 143 для измерительных приборов или область 144 выпускного отверстия насадки, область режущей кромки конической шарошки или внешняя поверхность копьевидной вершины 145 могут содержать более износостойкие материалы. В дополнение к этому варианты корпуса долота, соответствующего настоящему изобретению, могут иметь области с высокой ударной вязкостью, например внутренняя область режущей кромки 146, внутренняя область конической шарошки, по меньшей мере, внутренняя область хвостовика или шейки либо область поблизости от хвостовика. Свойства различных областей корпуса бурового долота, конической шарошки, вставной конической шарошки или шарошки также могут регулироваться для обеспечения их легкой обрабатываемости или коррозионной стойкости.

Варианты корпуса бурового долота, конической шарошки, вставной конической шарошки или шарошки могут иметь уникальные свойства, которые нельзя достичь в обычных корпусах буровых долот, конических шарошках, вставных конических шарошках. Для испытаний были изготовлены образцы, имеющие состав, подходящий для использования в настоящем изобретении. Номинальные составы испытательных образцов приведены в табл.1.

Таблица 1			
Образец	Кобальт, % по весу	Никель, % по весу	WC, % по весу
FL-25	15	10	баланс
FL-30	18	12	баланс
FL-35	21	14	баланс

Как можно видеть из табл.2, варианты реализации настоящего изобретения содержат материалы, имеющие прочность при поперечном изгибе, превышающую 300×10^3 фунт/кв.дюйм. Обычные корпуса буровых долот, содержащие материалы из стали или твердые частицы, пропитанные латунью или бронзой, не обладают настолько высокой прочностью при поперечном изгибе, как варианты реализации настоящего изобретения.

Фиг.15А, 15В и 15С изображают графики данных для испытаний на усталость при изгибе с вращением для тестовых образцов с композицией, подходящей для использования в вариантах реализации настоящего изобретения, приведенных в табл.1. Как можно видеть, тестовые образцы характеризуются полностью знакопеременным напряжением при изгибе, превышающим 100×10^3 фунт/кв.дюйм при 10^7 циклах.

Некоторые свойства материалов корпуса в определенных областях инструментов

для бурения скважин способствуют увеличению срока службы этого инструмента. Эти свойства включают прочность, жесткость, износостойкость или стойкость к абразивному истиранию и усталостную прочность, но могут не ограничиваться перечисленным. Корпус бурового долота, коническая шарошка, вставная коническая шарошка или шарошка могут содержать несколько областей, каждая из которых содержит разные материалы. Прочность в типичном случае измеряется как прочность при поперечном изгибе или предел прочности при растяжении. Жесткость может быть измерена как модуль упругости. Свойства вариантов реализации настоящего изобретения и матриц на основе меди, соответствующих известному уровню техники, приведены в табл.2. Как можно видеть, варианты реализации настоящего изобретения имеют значения прочности при поперечном изгибе, превышающие 250 фунт/кв.дюйм, в некоторых вариантах прочность при поперечном изгибе может превышать 300×10^3 фунт/кв.дюйм или даже 400×10^3 фунт/кв.дюйм. Модуль упругости вариантов реализации настоящего изобретения превышает 55×10^6 фунт/кв.дюйм и в предпочтительном случае для некоторых областей применения, требующих более высокой жесткости, варианты реализации настоящего изобретения могут иметь модуль упругости, превышающий 75×10^6 фунт/кв.дюйм или даже 90×10^6 фунт/кв.дюйм. В дополнение к подходящим значениям прочности при поперечном изгибе и модуля упругости варианты реализации настоящего изобретения характеризуются увеличенной твердостью. Варианты реализации настоящего изобретения могут быть выбраны таким образом, чтобы иметь твердость более 65 по шкале А Роквелла либо, например, за счет уменьшения концентрации связки твердость в конкретных вариантах может быть достигнута выше 75 или даже выше 85 по шкале А Роквелла в определенных вариантах.

Стойкость к абразивному истиранию, измеренная в соответствии со стандартом B611 Американского общества по испытанию материалов для вариантов материалов, соответствующих настоящему изобретению, может превышать 1,0 или даже 1,4. В некоторых областях применения или частях инструмента для бурения недр варианты материалов, соответствующих настоящему изобретению, могут иметь стойкость к абразивному истиранию в диапазоне от 2 до 14.

Варианты реализации настоящего изобретения содержат материалы, которые также включают комбинации свойств, применимые для корпусов буровых долот, конических шарошек, вставных конических шарошек и шарошек. Например, варианты реализации настоящего изобретения могут содержать материал, имеющий прочность при поперечном изгибе, превышающую 200×10^3 фунт/кв.дюйм или даже 250×10^3 фунт/кв.дюйм, вместе с модулем упругости, превышающим 40×10^6 фунт/кв.дюйм. Другие варианты реализации настоящего изобретения могут содержать материал, имеющий усталостную прочность, превышающую 30×10^3 фунт/кв.дюйм, в комбинации с модулем упругости, превышающим 30×10^6 фунт/кв.дюйм. Такие комбинации свойств обеспечивают получение инструментов для бурения, которые в определенных областях применения будут иметь более длительный срок службы по сравнению с обычными изделиями.

Таблица 2
Сравнение свойств материалов

Свойство	Карбид, 6-16% Co	Карбид (FL30)	Известный уровень техники	Способ испытаний
			Матрица (в общем)	
Плотность, г/см ³	13,94-14,95	12,70	10,0-13,5	Стандартный

5					
	Износ	2-14	1,47	Нет данных	ASTM B611-85
	Предел прочности при поперечном изгибе, $\times 10^3$ фунт/кв.дюйм	300-500	339	100-175	ASTM B-406-96
	Сжатие, $\times 10^3$ фунт/кв.дюйм	400-800	388	136-225	ASTM E0-89
10	Предел пропорциональности, $\times 10^3$ фунт/кв.дюйм	125-350	69	28-54	
	Модуль упругости, $\times 10^6$ фунт/кв.дюйм	75-95	60	27-50	ASTM E494-95
	Твердость	84-92 HRA	78 HRA	10-50 HRC	ASTM B94-92

15 В дополнение к этому определенные варианты композиции, соответствующей настоящему изобретению, могут содержать от 30 до 95 объемных процентов твердой фазы и от 5 до 70 объемных процентов фазы связки. Изолированные области корпуса бурового долота могут характеризоваться более широким диапазоном концентрации твердой фазы, например от 30 до 99 объемных процентов. Этого можно достичь, 20 например, путем размещения твердых частиц с различной плотностью заполнения в определенных местах формы или путем размещения вставок из цементированного карбида в форме до отливания корпуса бурового долота или другого изделия. В дополнение к этому корпус может быть изготовлен путем литья в форму с 25 использованием более чем одной связки.

Трудности при изготовлении корпуса или держателя, содержащих связку, включающую, по меньшей мере, одно из следующего: кобальт, железо и никель, путем пропитки обусловлены относительно высокими температурами плавления кобальта, железа и никеля. Температура плавления каждого из этих металлов при атмосферном 30 давлении составляет приблизительно 1500°C. В дополнение к этому, так как кобальт, железо и никель имеют высокую растворимость в жидком состоянии для карбида вольфрама, трудно предотвратить преждевременное затвердевание, например, расплавленного сплава карбид вольфрама - кобальт или карбид вольфрама - никель, 35 при пропитке слоя частиц карбида вольфрама в процессе литья корпуса долота для бурения недр. Это явление может привести к образованию микроотверстий в литье даже при использовании высоких температур, например выше 1400°C, в процессе пропитки.

При использовании вариантов способа, соответствующего настоящему 40 изобретению, можно преодолеть трудности, связанные с литыми композитами, пропитанными кобальтом, железом и никелем, путем применения предварительно легированной эвтектической или близкой к эвтектической композиции из кобальта и карбида вольфрама (30-60 весовых процентов карбида вольфрама и 40-70 весовых 45 процентов кобальта). Например, кобальтовый сплав, имеющий концентрацию приблизительно 43 весовых процентов карбида вольфрама, имеет температуру плавления приблизительно 1300°C (см. фиг.2). Более низкая температура плавления эвтектического или близкого к эвтектическому сплава относительно кобальта, железа и никеля вместе с пренебрежимо малым диапазоном затвердевания эвтектической или 50 близкой к эвтектической композиции могут в значительной степени облегчить изготовление корпусов буровых долот на основе карбида вольфрама-кобальта, а также буровых долот с конической шарошкой из цементированного карбида. Можно ожидать, что, например, эвтектические или близкие к эвтектическим смеси сплавов

кобальт - карбид вольфрама, никель - карбид вольфрама, кобальт - никель - карбид вольфрама и железо - карбид вольфрама будут демонстрировать значительно более высокие уровни прочности и ударной вязкости по сравнению с композитами на основе латуни и бронзы при эквивалентных уровнях стойкости к абразивному истиранию/эрозионному изнашиванию. Можно также ожидать, что эти сплавы будут хорошо обрабатываться с использованием обычных режущих инструментов.

Определенные варианты способа, соответствующего настоящему изобретению, содержат пропитку массы твердых частиц связкой, которая является эвтектической или близкой к эвтектической композицией, содержащей, по меньшей мере, одно из следующего: кобальт, железо и никель, а также карбид вольфрама, и где связка имеет температуру плавления ниже 1350°C. Здесь подразумевается, что термин "близкая к эвтектической концентрация" означает, что концентрация основных составляющих композиции не отличается более чем на 10 весовых процентов от эвтектических концентраций этих составляющих. Эвтектическая концентрация карбида вольфрама в кобальте составляет приблизительно 43 весовых процента. Эвтектические композиции хорошо известны или могут быть легко определены специалистом в данной области техники. Литье эвтектической или близкой к эвтектической композиции может выполняться с использованием или без использования твердых частиц в форме. Однако может оказаться предпочтительней, чтобы при кристаллизации композиция образовывала выделившуюся твердую фазу из карбида вольфрама и фазу связки. Связка может дополнительно содержать легирующие элементы, такие как, по меньшей мере, одно из следующего: бор, кремний, хром, марганец, серебро, алюминий, медь, олово и цинк.

Варианты реализации настоящего изобретения могут содержать в качестве одной из отличительных особенностей изготовление корпусов и шарошек из эвтектических или близких к эвтектическим композиций с использованием нескольких различных способов. Варианты этих способов включают следующие сборки.

1. Пропитка слоя или массы твердых частиц, содержащих смесь частиц карбида переходного металла и, по меньшей мере, одно из следующего: кобальт, железо и никель (т.е. цементированный карбид), расплавленным пропитывающим веществом, которое является эвтектической или близкой к эвтектической композицией из карбида и, по меньшей мере, одного из следующего: кобальта, железа и никеля.

2. Пропитка слоя или массы частиц карбида переходного металла расплавленным пропитывающим веществом, которое является эвтектической или близкой к эвтектической композицией из карбида и, по меньшей мере, одного из следующего: кобальта, железа и никеля.

3. Литье расплавленной эвтектической или близкой к эвтектической композиции из карбида, например карбида вольфрама, и, по меньшей мере, одного из следующего: кобальта, железа и никеля, с получением заданного или близкого к заданному профиля корпуса долота, конической шарошки или шарошки.

4. Смешивание порошковой связки и твердых частиц, размещение смеси в форме, нагрев порошков до температуры, превышающей температуру плавления связки, и охлаждение, чтобы в процессе литья изготовить корпус бурового долота, коническую шарошку или шарошку. Этот так называемый способ "литья по месту" может позволить использовать связки с относительно низкой способностью к пропитке массы твердых частиц, так как связка смешивается с твердыми частицами до плавления, и таким образом для получения изделия требуются меньшие интервалы пропитки.

В определенных способах, соответствующих настоящему изобретению, пропитка твердых частиц может включать загрузку литниковой воронки связкой, плавление связки и введение связки в форму с твердыми частицами и возможно вставками. Как рассмотрено выше, связка может представлять собой эвтектическую или близкую к эвтектической композицию либо может содержать, по меньшей мере, одно из следующего: кобальт, железо и никель, а также, по меньшей мере, одну составляющую, понижающую температуру плавления.

Другой способ, соответствующий настоящему изобретению, содержит подготовку формы и литье эвтектической или близкой к эвтектической смеси из, по меньшей мере, одного из следующего: кобальта, железа и никеля, а также компонента твердой фазы. По мере охлаждения эвтектической смеси упомянутый компонент может выделяться из нее с образованием твердой фазы. Этот способ может оказаться полезным при изготовлении конических шарошек и зубьев в трехшарошечных буровых долотах.

Еще один вариант реализации настоящего изобретения включает упомянутое выше литье на месте. Один из примеров этого варианта содержит подготовку формы, добавление в нее смеси из твердых частиц и связки и нагрев формы выше температуры плавления связки. Этот способ позволяет отливать на месте корпус бурового долота, коническую шарошку и зубья для трехшарошечных буровых долот. Этот способ может оказаться предпочтительным, если предполагаемый интервал пропитки связкой недостаточен для удовлетворительной пропитки твердых частиц обычным путем.

Твердые частицы или твердая фаза могут содержать один или несколько из следующих материалов: карбиды, оксиды, бориды и нитриды, а фаза связки может состоять из одного или более металлов VIII группы периодической таблицы, а именно Co, Ni и/или Fe. По морфологии твердая фаза может представлять собой частицы неправильной, равноосной или сферической формы, волокна, нитевидные кристаллы, пластинки, призмы либо быть любой другой подходящей формы. В некоторых вариантах сплавы кобальта, железа и никеля, которые полезно использовать в этом изобретении, могут содержать дополнительные элементы, такие как бор, хром, кремний, алюминий, медь, марганец или рутений в общем количестве до 20 весовых процентов от пластичной сплошной фазы.

Фиг.2 - 8 представляют собой графики результатов дифференциального термического анализа (ДТА) для вариантов связок, соответствующих настоящему изобретению. Фиг.2 - график результатов ДТА с двумя циклами при нагреве от 900 до 1400°C со скоростью увеличения температуры 10°C/мин в атмосфере аргона для образца, содержащего приблизительно 45% карбида вольфрама и приблизительно 55% кобальта (относительное содержание везде приведено в весовых процентах, если не указано иное). На графике видно, что температура плавления сплава составляет приблизительно 1339°C.

Фиг.3 - график результатов ДТА с двумя циклами при нагреве от 900 до 1300°C со скоростью увеличения температуры 10°C/мин в атмосфере аргона для образца, содержащего приблизительно 45% карбида вольфрама, приблизительно 53% кобальта и приблизительно 2% бора. На графике видно, что температура плавления сплава составляет приблизительно 1151°C. По сравнению с ДТА для сплава на фиг.2 замена приблизительно 2% кобальта бором понижает температуру плавления сплава на фиг.3 почти на 200°C.

Фиг.4 - график результатов ДТА с двумя циклами при нагреве от 900 до 1400°C со скоростью увеличения температуры 10°C/мин в атмосфере аргона для образца,

содержащего приблизительно 45% карбида вольфрама, приблизительно 53% никеля и приблизительно 2% бора. На графике видно, что температура плавления сплава составляет приблизительно 1089°C. По сравнению с ДТА для сплава на фиг.3 замена кобальта никелем понижает температуру плавления сплава на фиг.4 почти на 60°C.

5 Фиг.5 - график результатов ДТА с двумя циклами при нагреве от 900 до 1200°C со скоростью увеличения температуры 10°C/мин в атмосфере аргона для образца, содержащего приблизительно 96,3% никеля и приблизительно 3,7% бора. На графике видно, что температура плавления сплава составляет приблизительно 1100°C.

10 Фиг.6 - график результатов ДТА с двумя циклами при нагреве от 900 до 1300°C со скоростью увеличения температуры 10°C/мин в атмосфере аргона для образца, содержащего приблизительно 88,4% никеля и приблизительно 11,6% кремния. На графике видно, что температура плавления сплава составляет приблизительно 1150°C.

15 Фиг.7 - график результатов ДТА с двумя циклами при нагреве от 900 до 1200°C со скоростью увеличения температуры 10°C/мин в атмосфере аргона для образца, содержащего приблизительно 96% кобальта и приблизительно 4% бора. На графике видно, что температура плавления сплава составляет приблизительно 1100°C.

20 Фиг.8 - график результатов ДТА с двумя циклами при нагреве от 900 до 1300°C со скоростью увеличения температуры 10°C/мин в атмосфере аргона для образца, содержащего приблизительно 87,5% кобальта и приблизительно 12,5% кремния. На графике видно, что температура плавления сплава составляет приблизительно 1200°C.

На фиг.9 - 11 приведены микрофотоснимки материалов, изготовленных с использованием вариантов способов, соответствующих настоящему изобретению.

25 Фиг.9 представляет собой микрофотоснимок, полученный при помощи растрового электронного микроскопа, материала, изготовленного в результате заливки связки, состоящей фактически из эвтектической смеси кобальта и бора, где бор присутствует в количестве приблизительно 4 весовых процента от общего веса связки. Более светлая фаза 92 представляет собой Co_3B , а более темная фаза 91 - фактически кобальт. Смесь кобальта и бора была расплавлена путем нагрева до приблизительно 1200°C с последующим охлаждением на воздухе до комнатной температуры и кристаллизацией.

30 Фиг.10 - 12 - микрофотоснимки, полученные при помощи растрового электронного микроскопа, различных мест и различных особенностей микроструктуры для того же материала. Материал был изготовлен путем пропитки твердых частиц связкой. Твердые частицы представляли собой наполнитель из литого карбида (W_2C , WC), составляющий приблизительно 60-65 объемных процентов от общего объема материала. Наполнитель был пропитан связкой, содержащей приблизительно 96 весовых процентов кобальта и 4 весовых процента бора. Температура пропитки составляла приблизительно 1285°C.

45 Фиг.13 - микрофотоснимок материала, изготовленного путем пропитки массы частиц 130 литого карбида и вставки 131 из цементированного карбида связкой, состоящей фактически из кобальта и бора. Чтобы изготовить материал, показанный на фиг.13, вставка 131 из цементированного карбида с диаметром 3/4" и высотой 1,5" была размещена в форме до пропитки массы твердых частиц 130 литого карбида связкой, содержащей кобальт и бор. Как можно видеть на фиг.13, пропитываемая связка и связка из цементированного карбида смешиваются с образованием одной сплошной матрицы 132, связывающей как литые карбиды, так и карбиды из цементированного карбида.

50 Кроме того, в вариантах реализации настоящего изобретения может быть добавлена наплавка твердым сплавом. Наплавка может быть добавлена при

изготовлении корпусов долот, конических шарошек, вставных конических шарошек и шарошек, если требуется повышенная износостойкость. Например, коническая шарошка 160, показанная на фиг.16, может иметь наплавку на зубьях 161 и в зоне 162 вершины. Корпус конической шарошки может также иметь наплавку, например, в зоне вокруг насадок. Если обратиться к фиг.14, корпус долота может иметь наплавку, например, в зонах насадок 144, площадки 143 для измерительных приборов и гнезд 141 для вставок. Типичный материал наплавки содержит карбид вольфрама в матрице из легированной стали.

Необходимо понимать, что настоящее описание иллюстрирует те аспекты изобретения, которые связаны с его четким пониманием. Некоторые аспекты настоящего изобретения, которые могут быть очевидны специалистам в данной области техники и, следовательно, не способствуют облегчению его понимания, не представлены, чтобы упростить настоящее описание. Хотя здесь описаны варианты реализации настоящего изобретения, специалист в данной области техники после ознакомления с приведенным выше описанием поймет, что может быть осуществлено множество модификаций и изменений этого изобретения. Предполагается, что все подобные модификации и изменения охвачены приведенным выше описанием и пунктами приложенной формулы изобретения.

Формула изобретения

1. Корпус бурового долота с неподвижными режущими элементами, содержащий спеченный материал из металлургического порошка, включающего твердые частицы, содержащие, по меньшей мере, один из следующих материалов: карбид, нитрид, борид, силицид, оксид и их твердые растворы, и связку, составляющую до 35% от веса металлургического порошка и содержащую, по меньшей мере, один металл, выбранный из кобальта, никеля, железа и их сплавов.

2. Корпус по п.1, в котором связка имеет температуру плавления в интервале от 1050 до 1350°C.

3. Корпус по п.1 в котором связка дополнительно содержит, по меньшей мере, один компонент, понижающий температуру плавления, выбранный из, по меньшей мере, одного из следующих материалов: карбид переходного металла, борид или силицид с содержанием до 60 вес.%, переходный металл с содержанием до 50 вес.%, бор с содержанием до 10 вес.%, кремний с содержанием до 20 вес.%, хром с содержанием до 20 вес.% и марганец с содержанием до 25 вес.% от общего веса связки.

4. Корпус по п.1, в котором твердые частицы представляют собой, по меньшей мере, одно из следующего: отдельные одиночные кристаллы, поликристаллические частицы, твердые растворы, поликристаллические частицы, содержащие, по меньшей мере, две фазы, спеченные гранулы, содержащие связку, и спеченные гранулы без связки.

5. Корпус по п.1, в котором твердые частицы содержат, по меньшей мере, один карбид переходного металла, выбранный из карбида титана, карбида хрома, карбида ванадия, карбида циркония, карбида гафния, карбида тантала, карбида молибдена, карбида ниобия и карбида вольфрама.

6. Корпус по п.3, в котором компонент, понижающий температуру плавления, представляет собой, по меньшей мере, один из следующих материалов: карбид вольфрама, борид и силицид с содержанием в диапазоне от 30 до 60 вес.% от общего веса связки.

7. Корпус по п.1, в котором карбид представляет собой, по меньшей мере, один

карбид переходного металла, выбранный из карбида титана, карбида хрома, карбида ванадия, карбида циркония, карбида гафния, карбида тантала, карбида молибдена, карбида ниобия и карбида вольфрама.

8. Корпус по п.7, в котором карбид переходного металла, содержащийся в твердых частицах, представляет собой карбид вольфрама.

9. Корпус по п.8, в котором связка дополнительно содержит, по меньшей мере, один карбид переходного металла, выбранный из карбида титана, карбида тантала, карбида ниобия, карбида хрома, карбида молибдена, карбида бора, карбида углерода, карбида кремния и карбида рутения.

10. Корпус по п.9, в котором концентрация карбида переходного металла в металлургическом порошке находится в диапазоне от 30 до 99 об.%.
11. Корпус по п.1, дополнительно содержащий, по меньшей мере, одну вставку из цементированного карбида, прикрепленную к спеченному материалу.

12. Корпус по п.11, в котором вставка из цементированного карбида включает, по меньшей мере, одно гнездо для режущего элемента.

13. Корпус по п.1, в котором связка составляет более 20 об.% металлургического порошка.

14. Корпус долота по п.13, в котором связка составляет от 20 до 60 об.% металлургического порошка.

15. Корпус долота по п.13, в котором связка составляет от 20 до 50 об.% металлургического порошка.

16. Корпус долота по п.13, в котором связка составляет от 25 до 40 об.% металлургического порошка.

17. Корпус по п.1, в котором твердые частицы содержат кристаллы, содержащие карбиды вольфрама, а связка содержит кобальт.

18. Корпус по п.1, дополнительно содержащий хвостовик из легированной стали, прикрепленный к спеченному материалу.

19. Корпус по п.1, в котором спеченный материал имеет сопротивление поперечному разрыву, превышающее 300 фунт/кв. дюйм.

20. Корпус по п.1, в котором спеченный материал имеет сопротивление поперечному разрыву, превышающее 280 фунт/кв. дюйм, и модуль Юнга, превышающий 55000000 фунт/кв. дюйм.

21. Способ изготовления корпуса долота с неподвижными режущими элементами, включающий следующие стадии: уплотнение металлургического порошка для формирования сырой, неспеченной заготовки, причем металлургический порошок содержит множество твердых частиц, выбранных из группы, состоящей из карбидов, нитридов, боридов, силицидов, оксидов и их твердых растворов, и связующий материал, составляющий до 35% от веса металлургического порошка и содержащий металл, выбранный из группы, состоящей из кобальта, никеля, железа и их сплавов; формирование корпуса долота с неподвижными режущими элементами, по существу состоящего из композиционного материала неспеченной заготовки.

22. Способ по п.21, дополнительно включающий размещение режущего элемента в гнезде, образованном в сформированном корпусе долота.

23. Способ по п.21, в котором формирование корпуса долота дополнительно включает в себя предварительное спекание неспеченной заготовки для формирования предварительно спеченной заготовки и спекание предварительно спеченной заготовки.

24. Способ по п.23, дополнительно включающий в себя механическую обработку предварительно спеченной заготовки перед спеканием предварительно спеченной

заготовки.

25. Способ по п.23, дополнительно включающий в себя механическую обработку неспеченной заготовки перед предварительным спеканием неспеченной заготовки.

5 26. Способ по п.25, дополнительно включающий в себя механическую обработку, по меньшей мере, одного гнезда для режущего элемента в неспеченной заготовке.

27. Способ по п.21, в котором уплотнение металлургического порошка включает в себя прессование металлургического порошка.

10 28. Способ по п.27, в котором прессование металлургического порошка включает в себя изостатическое прессование металлургического порошка.

29. Способ по п.21, в котором множество твердых частиц содержат карбид переходного металла, выбранный из группы, состоящей из карбида титана, карбида хрома, карбида ванадия, карбида циркония, карбида гафния, карбида тантала, карбида молибдена, карбида ниобия и карбида вольфрама.

15 30. Способ по п.23, в котором спекание предварительно спеченной заготовки осуществляется под давлением 300-2000 фунт/кв. дюйм и при температуре 1350-1500°C.

31. Способ по п.21, в котором металлургический порошок содержит первую область, имеющую первый состав, и вторую область, имеющую второй состав.

20 32. Способ по п.21, дополнительно включающий в себя выполняемые до уплотнения металлургического порошка размещение первого состава металлургического порошка в первой области полости формы для неспеченной заготовки и размещение второго состава металлургического порошка во второй области полости.

25 33. Способ по п.21, дополнительно включающий в себя прикрепления хвостовика к корпусу долота.

30 34. Способ по п.24, в котором механическая обработка включает в себя механическую обработку, по меньшей мере, одного гнезда для режущего элемента в предварительно спеченной заготовке.

35. Способ по п.21, в котором сформированный корпус долота имеет сопротивление поперечному разрыву, превышающее 300 фунт/кв. дюйм.

36. Способ по п.35, в котором сформированный корпус долота имеет модуль Юнга, превышающий 55000000 фунт/кв.дюйм.

35 37. Способ изготовления корпуса бурового долота с неподвижными режущими элементами, включающий следующие стадии: уплотнение металлургического порошка для формирования уплотненного порошка, причем металлургический порошок содержит множество твердых частиц, выбранных из группы, состоящей из карбидов, нитридов, боридов, силицидов, оксидов и их твердых растворов, и связующий материал, составляющий до 35% от веса металлургического порошка и содержащий металл, выбранный из группы, состоящей из кобальта, никеля, железа и их сплавов; формирование корпуса долота с неподвижными режущими элементами, по существу состоящего из уплотненного порошка, включающее в себя, по меньшей мере, одну стадию спекания уплотненного порошка.

38. Способ по п.37, дополнительно включающий в себя размещение режущего элемента в гнезде, образованном в сформированном корпусе долота.

39. Способ по п.37, в котором формирование корпуса долота включает в себя предварительное спекание уплотненного порошка для формирования предварительно спеченной заготовки и спекание предварительно спеченной заготовки.

40. Способ по п.39, дополнительно включающий в себя механическую обработку предварительно спеченной заготовки перед спеканием предварительно спеченной

заготовки.

41. Способ по п.37, в котором уплотнение металлургического порошка включает в себя прессование металлургического порошка.

5 42. Способ по п.41, в котором прессование металлургического порошка включает в себя изостатическое прессование металлургического порошка.

43. Способ по п.37, в котором множество твердых частиц содержат карбид переходного металла, выбранный из группы, состоящей из карбида титана, карбида хрома, карбида ванадия, карбида циркония, карбида гафния, карбида тантала,
10 карбида молибдена, карбида ниобия и карбида вольфрама.

44. Способ по п.39, в котором спекание предварительно спеченной заготовки осуществляется под давлением 300-2000 фунт/кв. дюйм и при температуре 1350-1500°C.

45. Способ по п.37, в котором металлургический порошок содержит первую область, имеющую первый состав, и вторую область, имеющую второй состав.
15

46. Способ по п.37, дополнительно включающий в себя выполняемые до уплотнения металлургического порошка размещение первого состава металлургического порошка в первой области полости формы и размещение второго состава металлургического порошка во второй области полости.

20 47. Способ по п.37, дополнительно включающий в себя прикрепления хвостовика к корпусу долота.

48. Способ по п.40, в котором механическая обработка включает в себя механическую обработку, по меньшей мере, одного гнезда для режущего элемента в предварительно спеченной заготовке.

25 49. Способ по п.37, в котором сформированный корпус долота имеет сопротивление поперечному разрыву, превышающее 300 фунт/кв.дюйм.

50. Способ по п.37, в котором сформированный корпус долота имеет модуль юнга, превышающий 55000000 фунт/кв. дюйм.

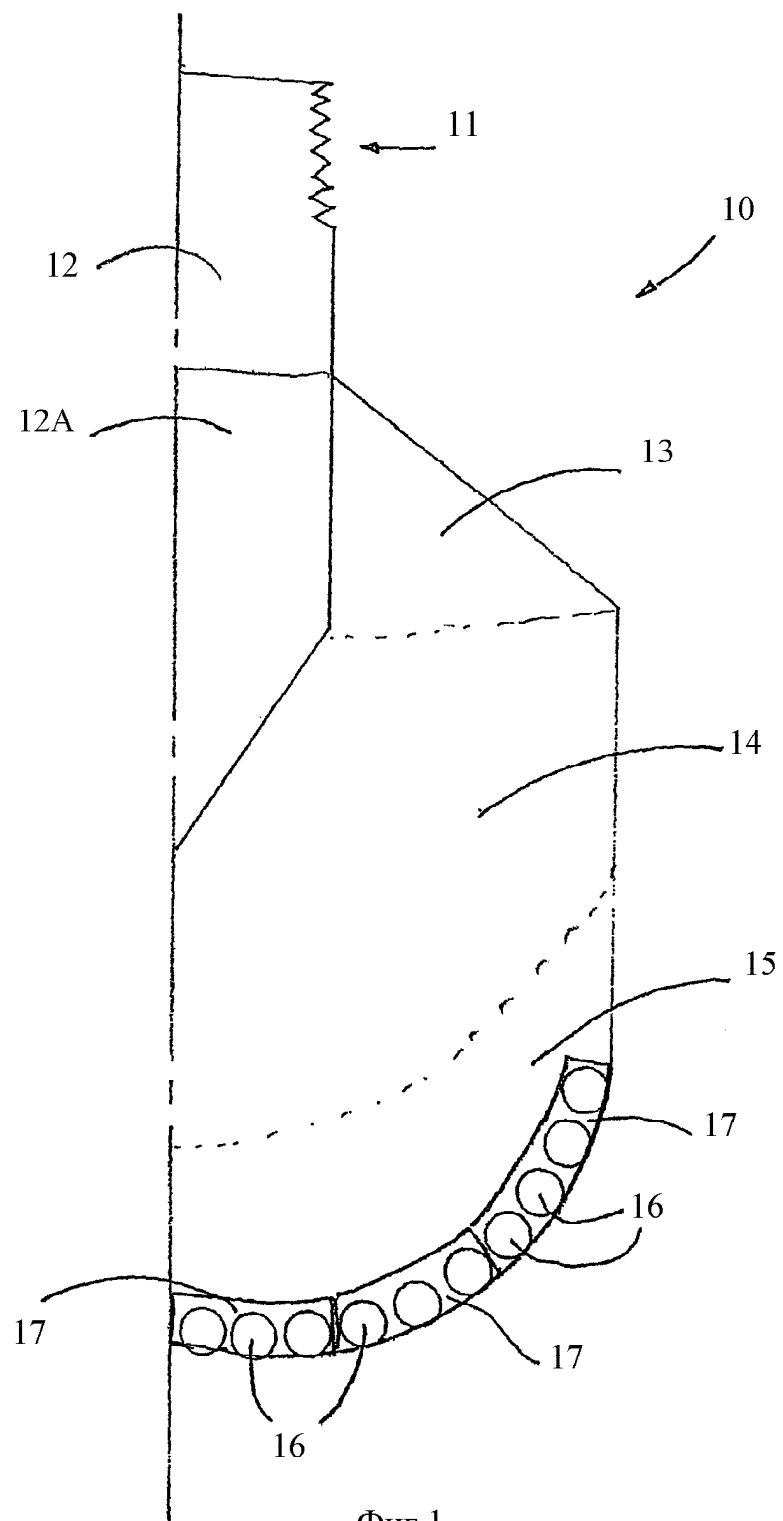
30

35

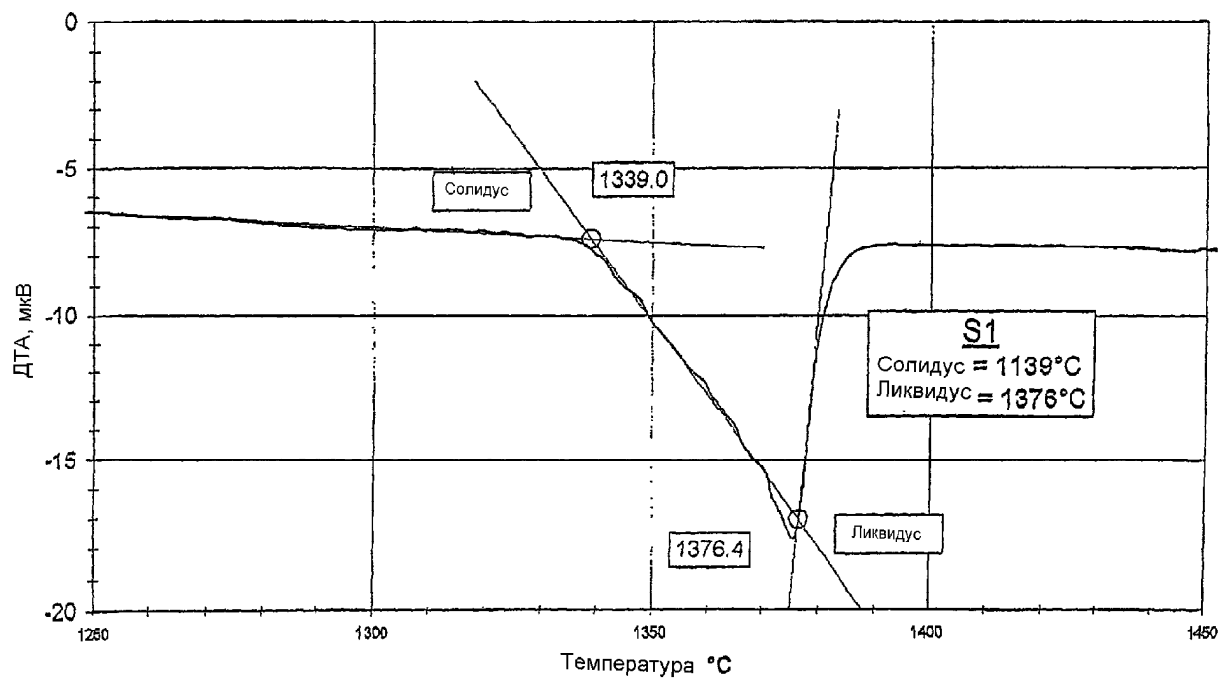
40

45

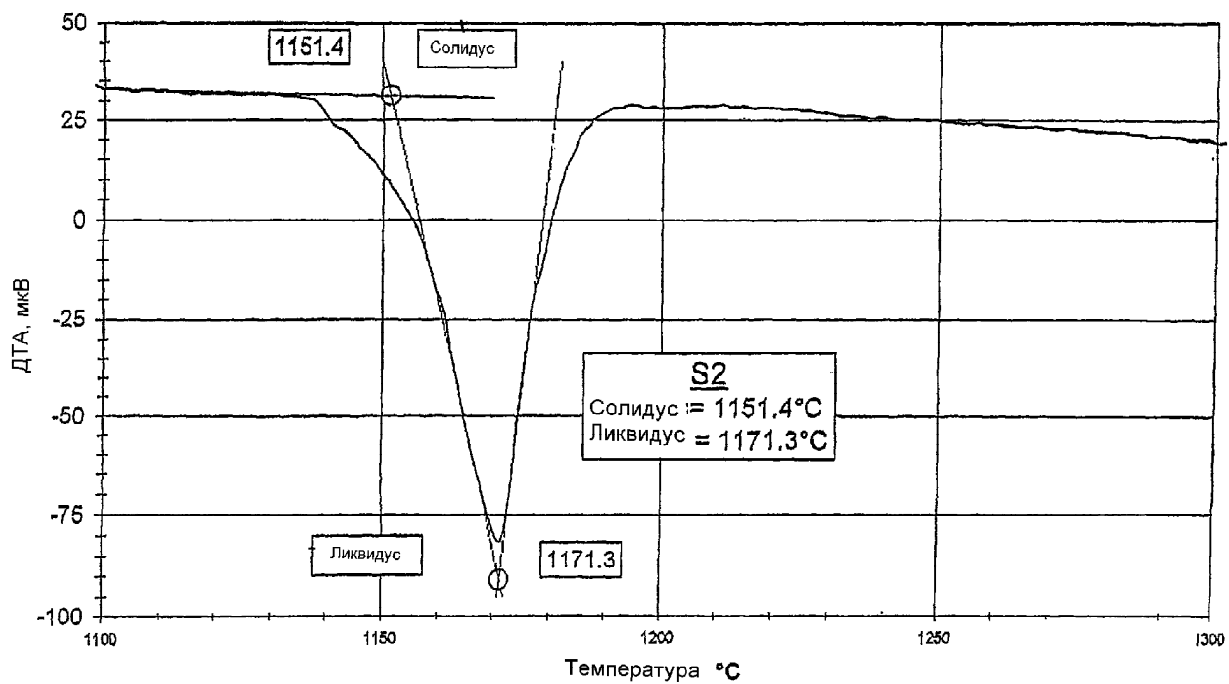
50



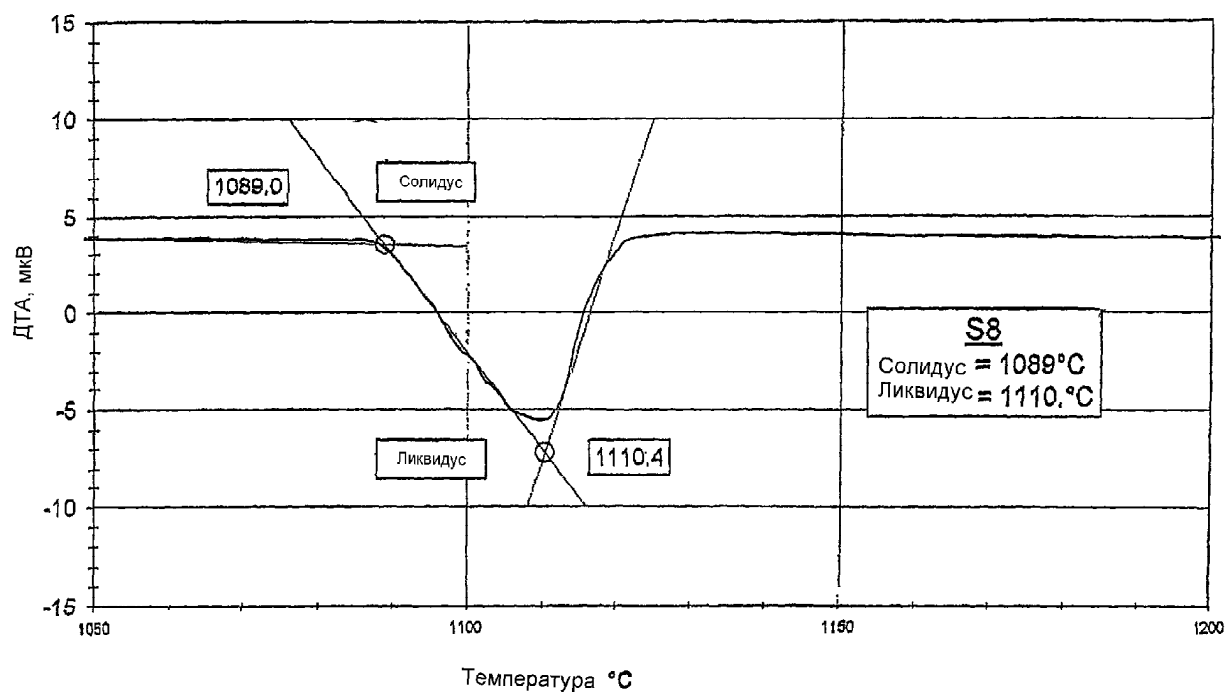
Фиг.1



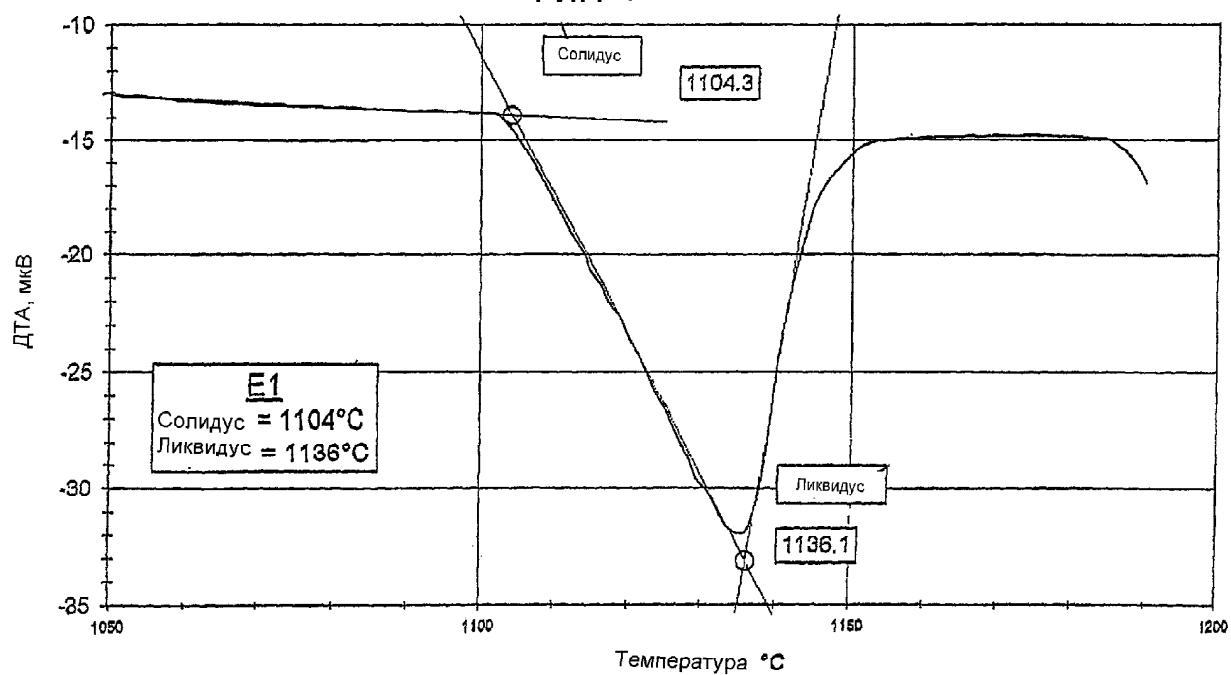
Фиг. 2



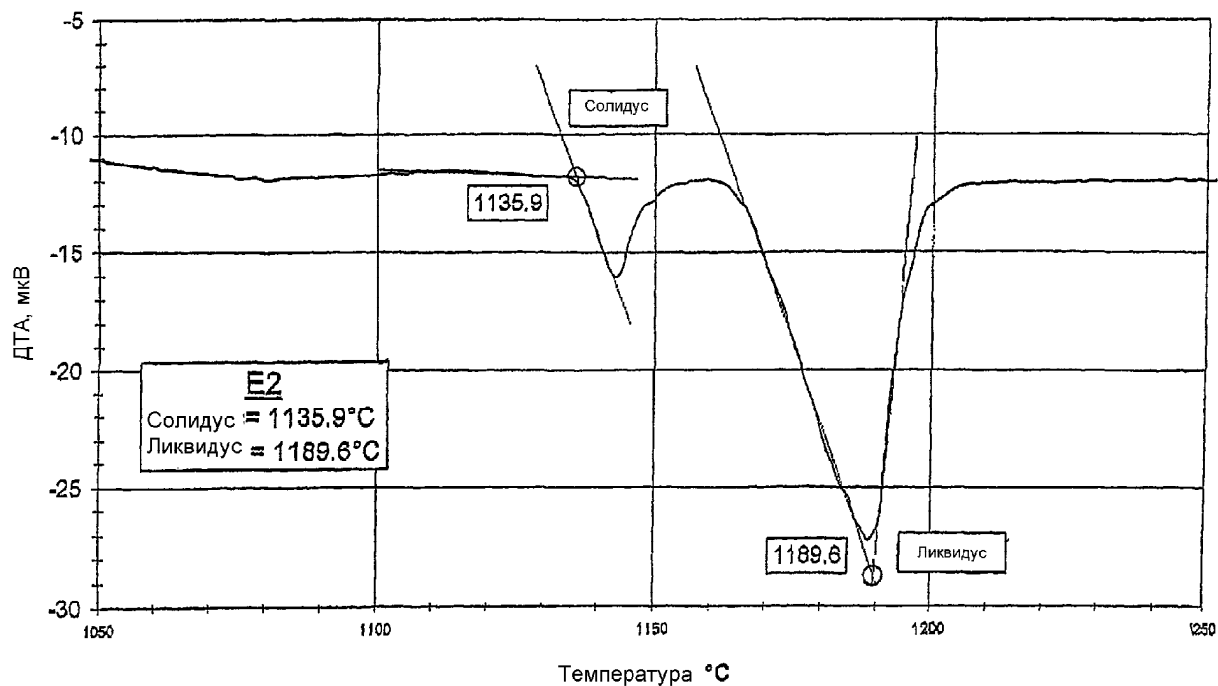
Фиг. 3



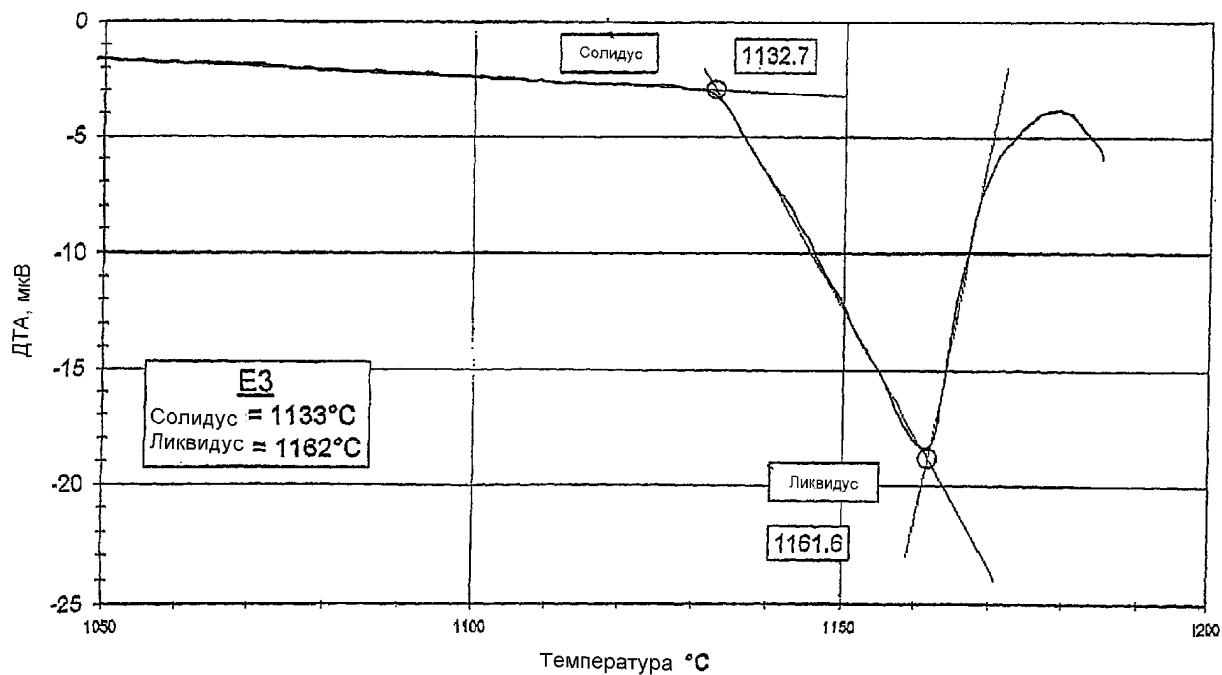
ФИГ. 4



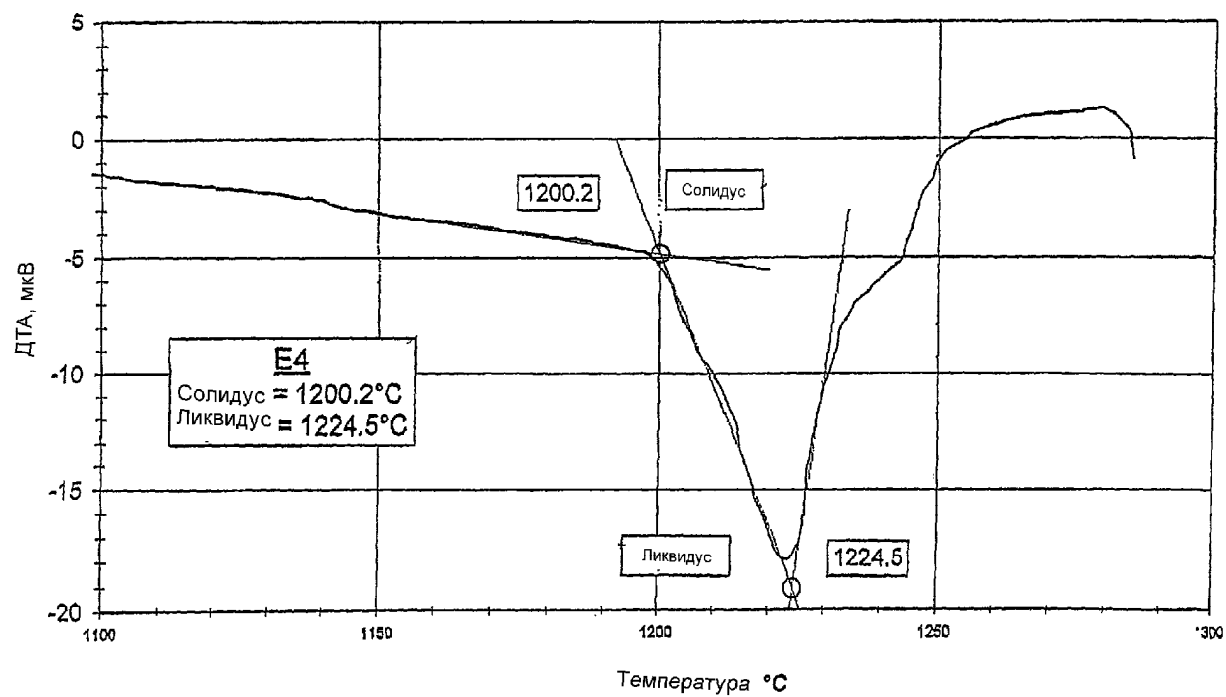
ФИГ.5



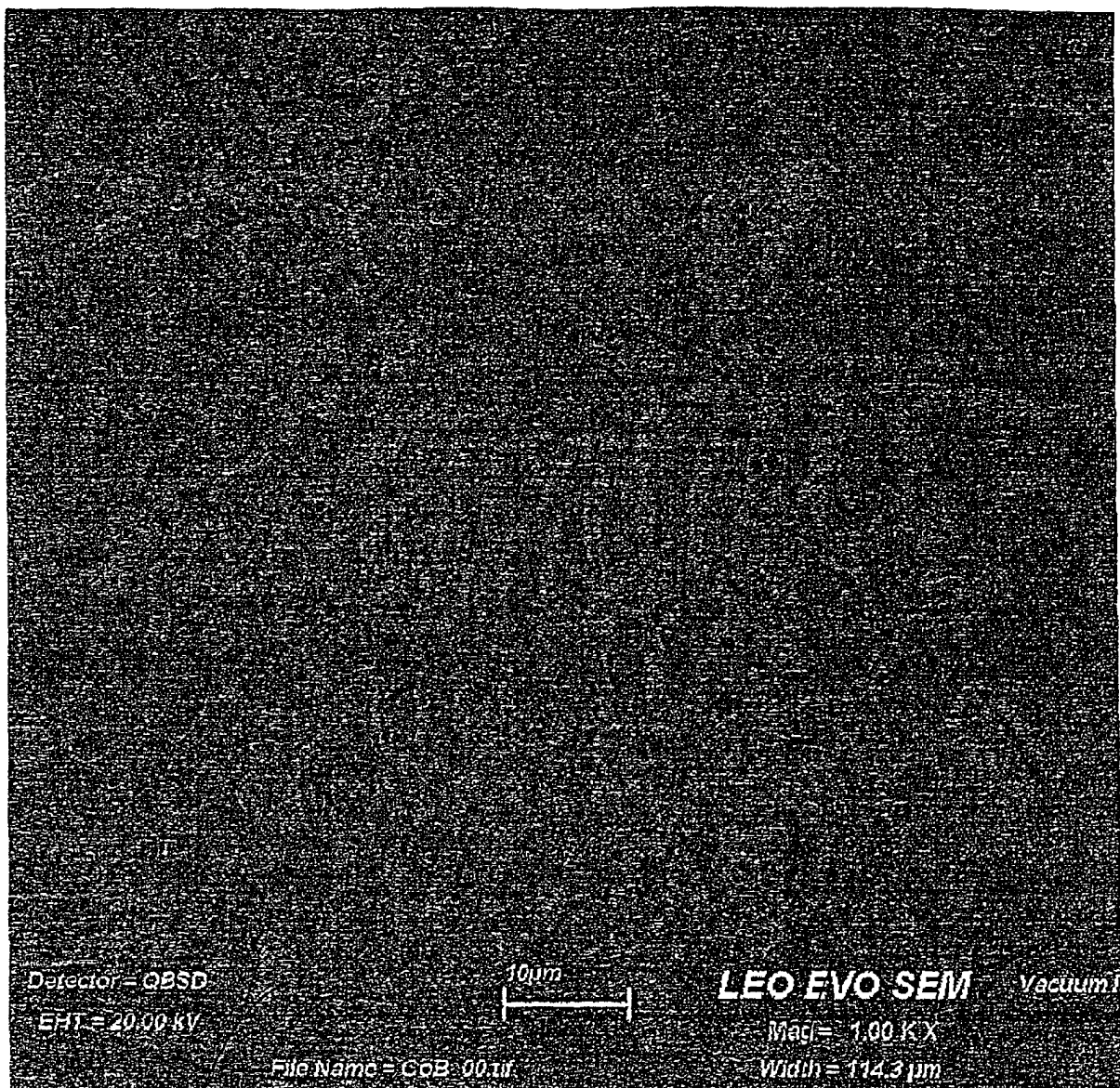
ФИГ.6



ФИГ.7



Фиг.8



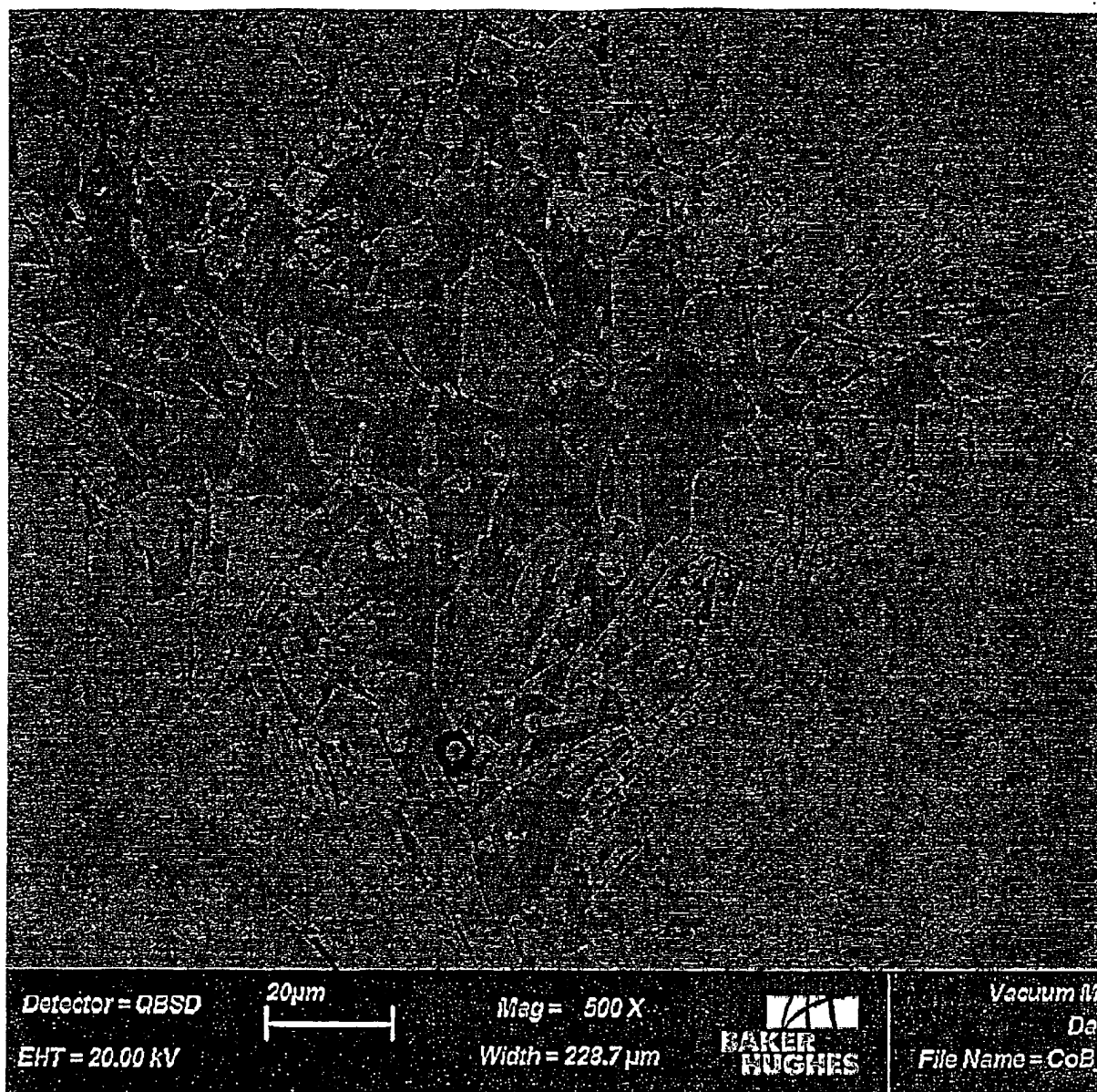
92

Фиг.9

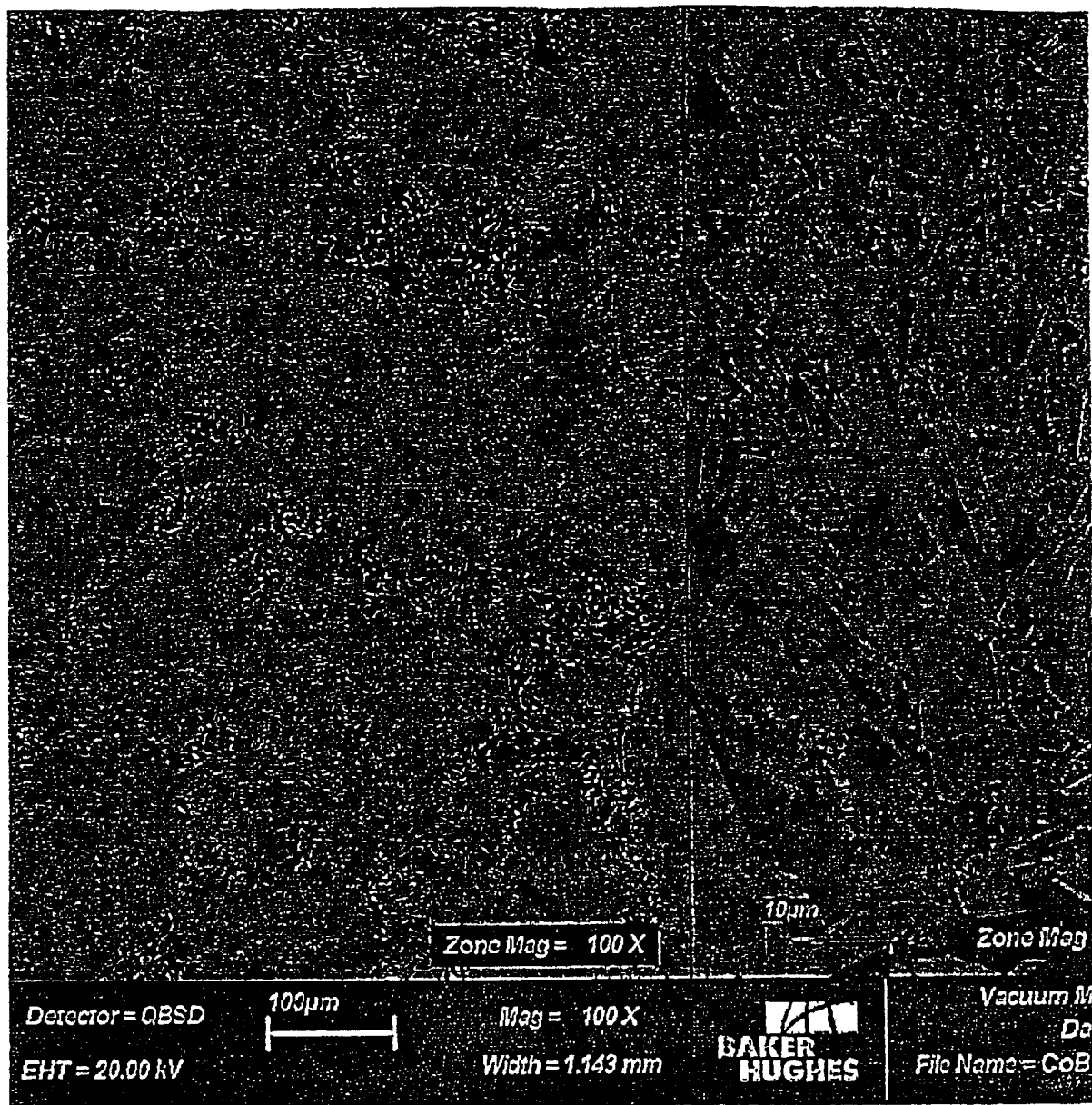
91



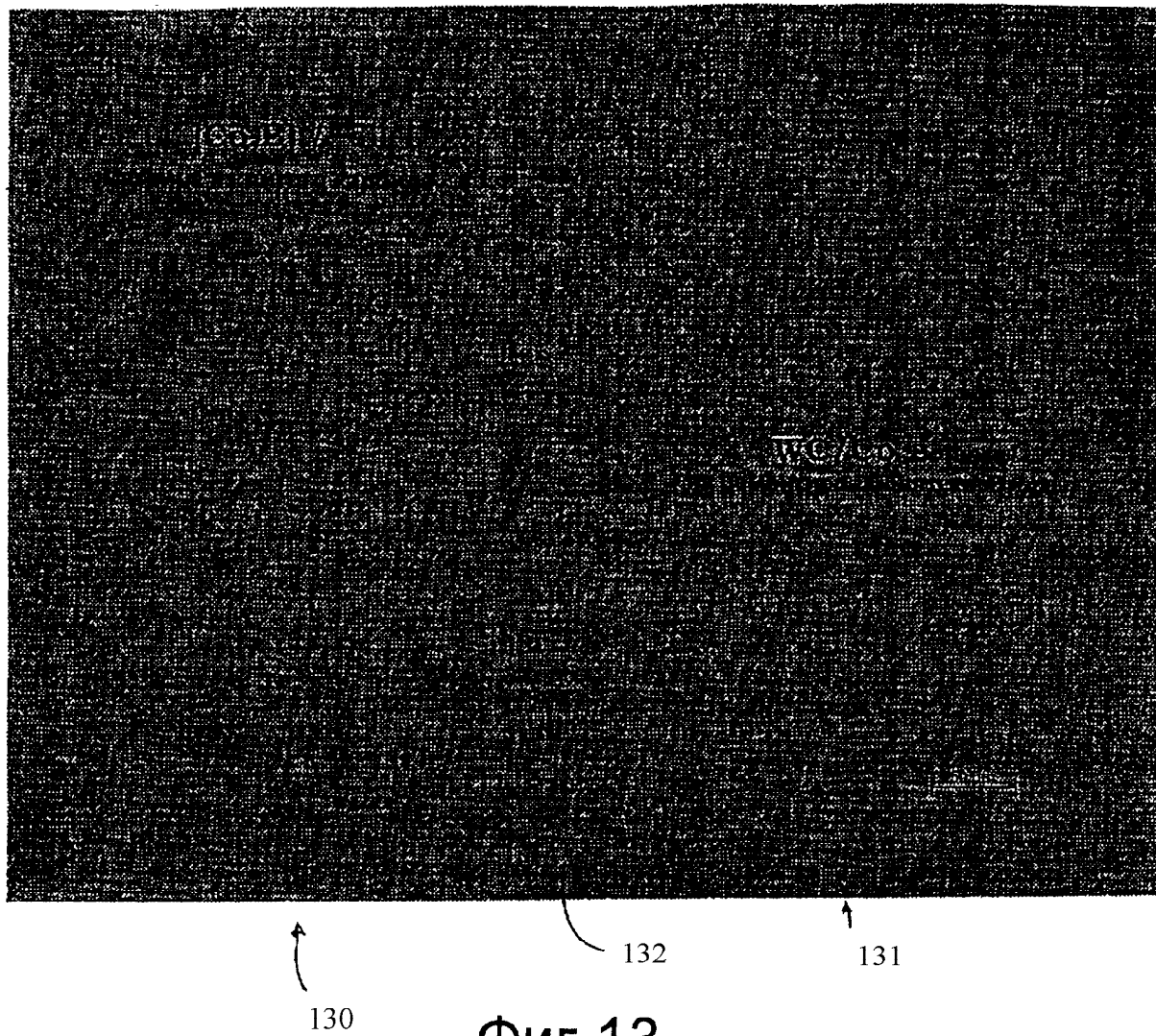
Фиг.10

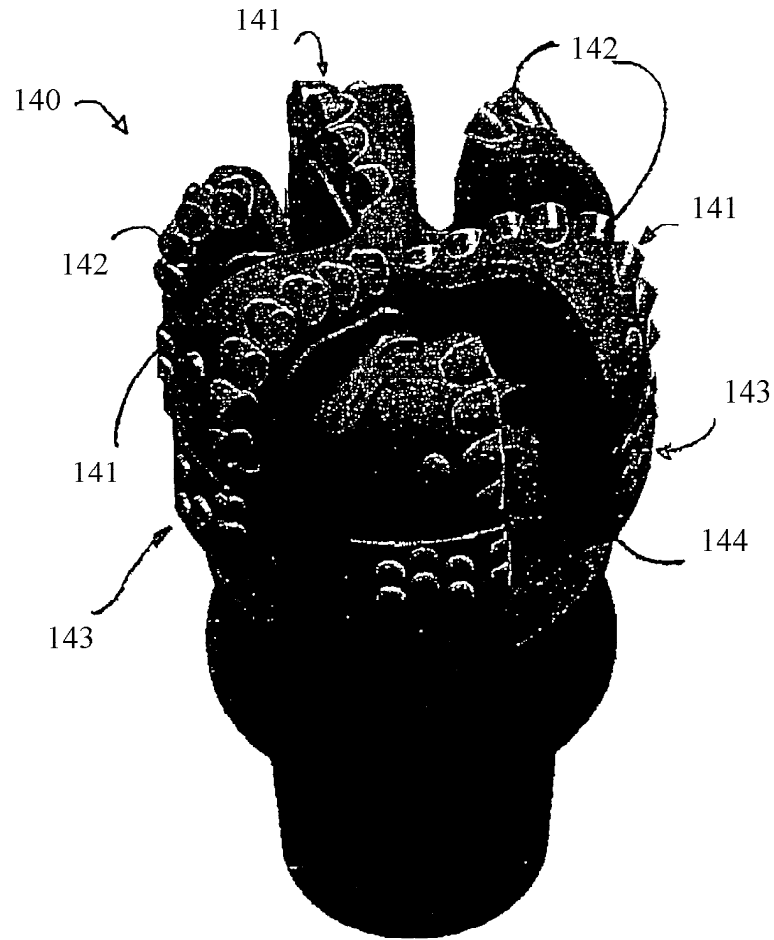


Фиг.11



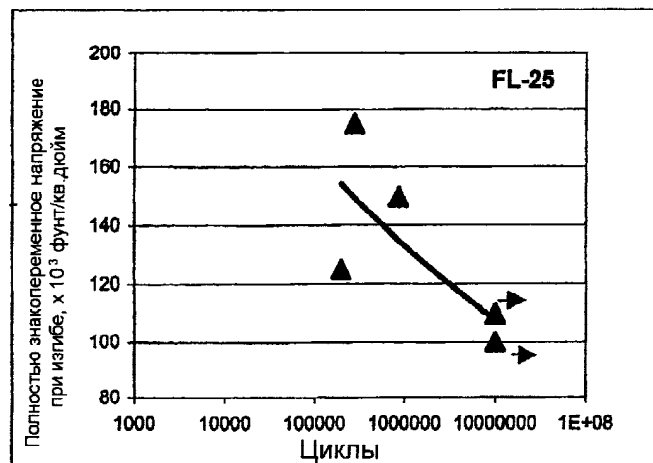
Фиг.12



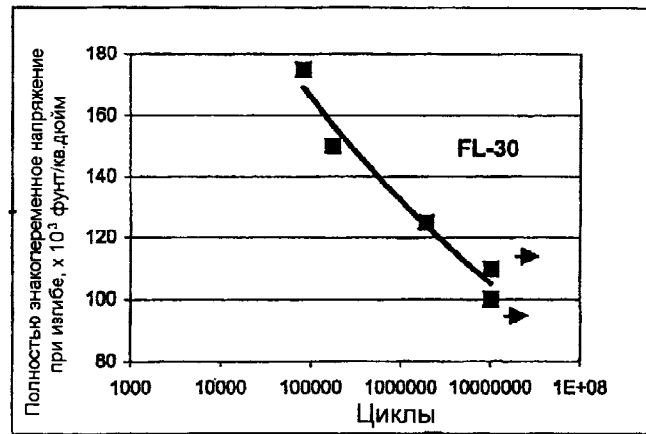


Фиг.14

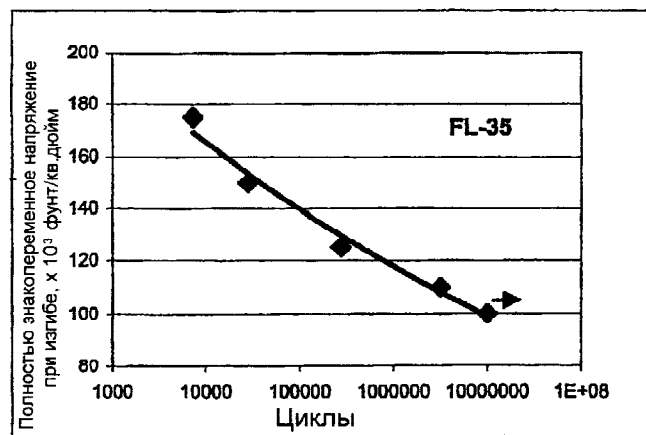
Данные испытаний на усталость при изгибе с вращением



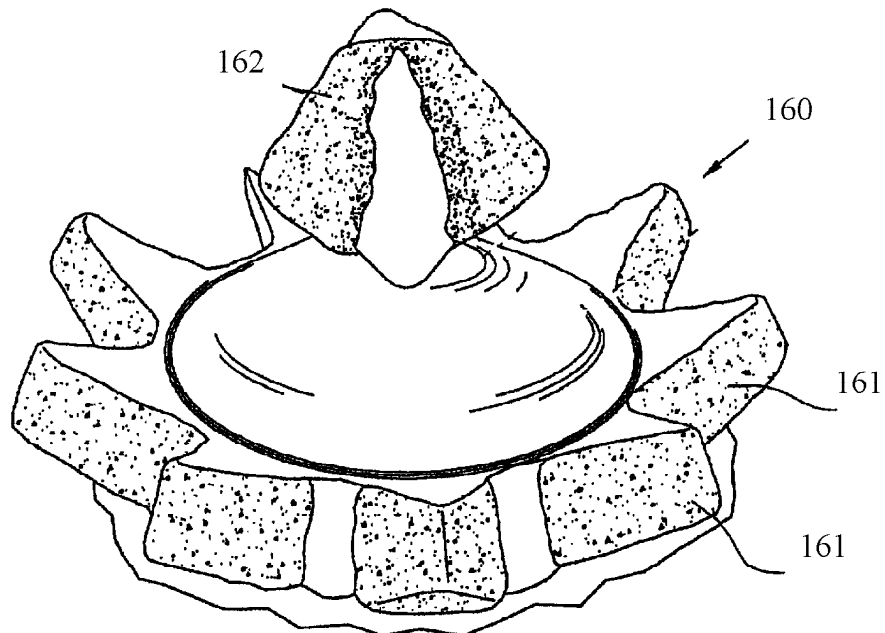
Фиг.15А



Фиг.15В



Фиг.15С



Фиг.16