

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро



(10) Номер международной публикации
WO 2014/038973 A1

(43) Дата международной публикации
13 марта 2014 (13.03.2014)

WIPO | PCT

- (51) Международная патентная классификация:
F16K 5/20 (2006.01) *B22F 3/26* (2006.01)
C22C 29/10 (2006.01)
- (21) Номер международной заявки: PCT/RU2013/000048
- (22) Дата международной подачи:
23 января 2013 (23.01.2013)
- (25) Язык подачи: Русский
- (26) Язык публикации: Русский
- (30) Данные о приоритете:
2012138499 07 сентября 2012 (07.09.2012) RU
- (71) Заявитель: **ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "МАРОМА
ТЕХНОЛОГИИ" (LIMITED LIABILITY COMPANY
"MAROMA TECHNOLOGIES")** [RU/RU]; проспект
Октября, 71/2-125, Уфа, 450054, Ufa (RU).
- (72) Изобретатель: **МАМЛЕЕВ, Рустам Фаритович
(MAMLEEV, Rustam Faritovich)**; проспект Октября,
71/2-125, Уфа, 450054, Ufa (RU).
- (81) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Декларации в соответствии с правилом 4.17:

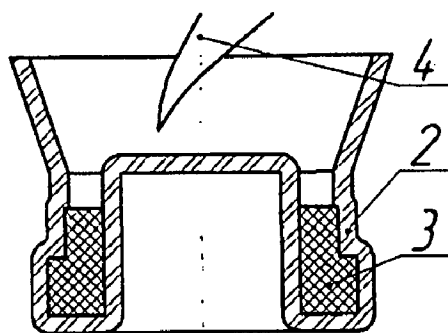
— касающаяся установления личности изобретателя
(правило 4.17 (i))

Опубликована:

- с отчётом о международном поиске (статья 21.3)
- с изменённой формулой изобретения (статья 19(1))

(54) Title: CERMET BALL VALVE AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) Название изобретения : ШАРОВОЙ ЗАТВОР ИЗ КЕРМЕТА И СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ



Фиг. 2

(57) Abstract: The invention relates to pipeline control valves, and more particularly to the manufacture of a ball valve from titanium carbide-based cermet. The structure of the cermet is comprised of a homogeneous metal matrix with titanium carbide particles uniformly distributed therein, wherein the metal matrix constitutes 25-70% of the volume of the cermet. Powdered carbide is placed in a refractory mold, subjected to vibratory compaction and sintered. The mold containing the porous carbide semi-finished product is not removed from the heating furnace after sintering. A metal infiltrate is introduced into and melted in the crucible of an induction furnace and is then poured into the mold until contact with the carbide semi-finished product, causing the latter to be completely infiltrated with the metal melt. The invention makes it possible to combine structure and properties according to zones and to improve the quality of the cermet article.

(57) Реферат: Изобретение относится к трубопроводной запорной арматуре, в частности

[продолжение на следующей странице]



WO 2014/038973 A1

к изготовлению шарового затвора из кермета на основе карбида титана. Структура кермета состоит из однородной металлической матрицы и равномерно расположенных в ней частиц карбида титана, содержание металлической матрицы по объему в кермете находится в пределах 25...70%. Порошок карбида размещают в огнеупорной форме, подвергают вибрационному уплотнению и спекают. Форму с пористым карбидным полуфабрикатом после спекания не извлекают из печи подогрева. Пропитывающий металл размещают и расплавляют в тигле индукционной печи и заливают в форму до соприкосновения с карбидным полуфабрикатом с обеспечением его полной инфильтрации расплавом металла. Изобретение позволяет комбинировать структуру и свойства по зонам и повысить качество изделия из кермета.

ШАРОВОЙ ЗАТВОР ИЗ КЕРМЕТА И СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Группа изобретений относится к трубопроводной запорной арматуре, в частности, к изготовлению износостойкого шарового затвора для технологических линий с абразивными и высокотемпературными средами в нефтехимической, горной и других отраслей промышленности.

Известен шаровой затвор, изготовленный из металлических материалов на основе железа, никеля, титана и т.д. [Патент RU 46065, МПК F16K5/06, опубл., 10.06.2005].

Недостатком шарового затвора является невысокая твердость и износостойкость металлических материалов.

Известны шаровые затворы, полностью выполненные из керамических материалов на основе оксидов алюминия или циркония, карбида или нитрида кремния [Патент США 4795133, МПК F16K 5/06, опубл., 03.01.1989; Патент JP 4351382, МПК F16K5/06, опубл., 12.07.1992; Патент PL 108889U, МПК F16K5/08, опубл. 10.05.1999; Патент JP 2001074149, МПК F16K5/06, опубл., 23.03.2001].

Керамические материалы обладают высокой твердостью, износостойкостью и ресурсом при эксплуатации в абразивных и высокотемпературных технологических средах.

Недостатки аналога:

-низкая стойкость против термических ударов: например термостойкость (нагрев до критической температуры и быстрое охлаждение без образования трещин в образце $\approx \text{Ø}30*30$ мм) составляет для окиси

алюминия -120, двуокиси циркония -250, карбида кремния -450, нитрида кремния -550 °С;

-нулевая пластичность и низкая стойкость против механических ударов;

-большие припуски на механообработку шарового затвора в связи с технической сложностью получения однородной заготовки при формовании керамического порошка, которая при спекании претерпевает значительную (до 30%) линейную усадку. Это связано с тем, что исходная неравноплотная «сырая формовка» имеет до 60% объема пор, которая при последующем спекании уменьшается до 0,5-1,0%. Такая большая усадка при спекании, разной скорости и неоднородности температурного поля при нагреве приводит к возникновению недопустимо высоких внутренних напряжений, сопровождающихся появлением трещин в спеченной заготовке и большому проценту брака, что резко повышает трудоемкость и себестоимость изделий. Трудоемкость обработки высока также из-за чрезвычайно высокой твердости чисто керамических материалов.

Известны металлические шаровые затворы крана, выполненные из сплава на алюминиевой основе, имеющие на своей сферической уплотнительной поверхности керамическое покрытие слоистой структуры из оксида алюминия (Патент RU №2104434, МПК F 16 K5/06, опубл. 10.02.1998 г.; Патент RU №2192574, МКИ F 16 K 5/06, опубл. 10.11.2002г.). Покрытие обладает высокой твердостью и износостойкостью, однако рабочие температуры шаровых затворов не превышают 150 °С из-за необходимости использования в шаровом затворе алюминиевого сплава.

Известен шаровой затвор, изготовленный из металлических материалов, имеющий композиционное керамико-металлическое (керметное) покрытие на сферической поверхности, состоящее из карбидов вольфрама или титана и металла-связки, выбранного из ряда металлов и сплавов на основе никеля, кобальта, хрома и т.д., при этом, содержание металла-связки в покрытии лежит в пределах от 5 до 30 вес.% [Патент RU 57413, МПК F16K5/06, опубл.

10.10.2006]. Покрытие наносится известными методами (ионно-плазменное, высокоскоростное газопламенное напыления и т.д.).

Покрытия обладают высокой твердостью и износостойкостью, которые сопоставимы с аналогичными показателями керамических материалов.

Недостатком шарового затвора является большая разница физико-механических свойств металлического основания и керметного покрытия, например, термического расширения, что приводит к появлению внутренних напряжений и отслаиванию покрытия от металлического основания при нагреве и охлаждении, что недопустимо. Для исключения этого недостатка покрытия выполняют многослойными с плавным переходом химического состава от материала основания к материалу твердого керметного покрытия, что значительно удорожает изделие.

Известен шаровой затвор (прототип) для использования в абразивосодержащих средах, состоящий из композиционного материала на основе керамических материалов, например твердых частиц Al_2O_3 , ZrO_2 , SiC , Si_3N_4 , TiC и т.д., связанных полимерами из термореактивных смол (Патент ФРГ DE 19800894, МПК F16K5/06, F16K27/00, опубл. 22.07.1999г.).

Шаровой затвор обладает высокими характеристиками по износостойкости, сопротивлению термическим и механическим ударам за счет структуры, представляющей собой пластичную полимерную матрицу, в которой равномерно располагаются твердые керамические частицы.

Недостатками прототипа является невысокая твердость и ограничение рабочих температур композиционного материала до $150\text{ }^{\circ}C$ из-за использования полимерного связующего.

Известен способ (прототип) изготовления изделий из кермета на основе карбида титана, включающий подготовку керамической формы из огнеупорного материала с верхним отверстием, размещение и фиксацию в форме пористого карбидного полуфабриката путем размещения, вибрационного уплотнения и спекания порошка карбида в форме в

нагревательной камере печи с неокислительной средой, извлечение формы из камеры печи, размещение пропитывающего металла в форме, размещение формы в графитовом муфеле в тигле индукционной печи, включение индуктора, нагрев формы и пропитывающего металла теплопередачей от муфеля токами высокой частоты в переменном электромагнитном поле индуктора, до точки, превышающей температуру ликвидуса и расплавление металла, подвод расплава металла к карбидному полуфабрикату, его инфильтрацию расплавом металла, выведение формы из высокотемпературной зоны с заданной скоростью, охлаждение и извлечение полученной керметной заготовки из формы путем разрушения последней (Патент RU 2401719, МПК В22F3/26, С22С29/10, опубл. 20.10.2010г.).

Способ позволяет получить шаровой затвор со структурой, состоящей из частиц карбида титана, расположенных в металлической матрице из никелевого сплава или стали. Такая структура обеспечивает высокие показатели твердости, износостойкости, сопротивление механическим и термическим ударам и высокий ресурс шарового затвора.

Недостатком прототипа является возникновение неоднородности структуры и химического состава изделия по объему. Это связано с тем, что все многокомпонентные сплавы в процессе нагрева при переходе из твердого состояния в жидкое, имеют временной и температурный интервал плавления: при нагреве сначала плавится низкотемпературная фаза одного состава вблизи точки солидуса, а через некоторое время в конечной стадии плавится высокотемпературная фаза другого состава вблизи точки ликвидуса. Для сталей и никелевых сплавов величина интервала кристаллизации составляет 20...70⁰С. Так как пропитывающий металл размещен на пористом полуфабрикате сначала поры карбидного полуфабриката инфильтруются низкотемпературной фазой, далее оставшееся поровое пространство заполняется высокотемпературной фазой. Это приводит к неоднородности состава и физико-механических свойств керметного материала. Кроме того, в

зоне первоначального контакта расплава металла с карбидным полуфабрикатом наблюдается разъедание последнего, нарушение структуры вплоть до отделения и всплытия отдельных карбидных фрагментов на поверхность расплава.

Требования к трущимся и остальным зонам шарового затвора, определяющие его качество (ресурс) различны: трущиеся зоны должны обладать высокой твердостью и износостойкостью, а остальные зоны – высокой изгибной (конструкционной) прочностью.

Задачей изобретения является повышение качества шаровых затворов из кермета на основе карбида титана с металлическими связками в условиях работы с абразивными и высокотемпературными средами за счет создания изделия с однородной структурой и свойствами, а также с двумя или более зонами различного химического состава.

Задачей изобретения является также способ, обеспечивающий изготовление шаровых затворов из кермета с требуемой структурой и свойствами за счет одномоментного проведения инфильтрации карбидного полуфабриката расплавом одного состава.

Техническим результатом является шаровой затвор из кермета, содержащего карбид титана и металлическую связку, в котором структура кермета состоит из однородной металлической матрицы и равномерно расположенных в ней частиц карбида титана, а содержание металлической матрицы по объему в кермете находится в пределах 25... 70%.

Структура изделий по изобретению может состоять:

-полностью из кермета одного химического состава с металлической матрицей и карбидных зерен, изолированных друг от друга - «матричная» структура кермета;

-полностью из кермета одного химического состава с металлической матрицей и карбидных зерен, образующих непрерывный каркас – «каркасная» структура кермета;

-полностью из кермета одного химического состава с «матрично-каркасной» структурой с чередующимися «матричной» и «каркасной» зонами;

-полностью из кермета с разными зонами по химическому составу, имеющими «матричную», «каркасную» или «матрично-каркасную» структуры.

Техническим результатом является также способ изготовления шарового затвора из кермета, включающий подготовку керамической формы из огнеупорного материала с верхним отверстием, размещение, вибрационное уплотнение, спекание порошка карбида титана в нагревательной камере печи с неокислительной средой с получением пористого карбидного полуфабриката, извлечение формы с карбидным полуфабрикатом из камеры печи, размещение на карбидном полуфабрикате пропитывающего металла, размещение формы с карбидным полуфабрикатом и пропитывающим металлом в камере печи, нагрев полученной сборки в печи подогрева до температуры, превышающей точку ликвидуса пропитывающего металла и подвод его до соприкосновения с карбидным полуфабрикатом, инфильтрацию карбидного полуфабриката расплавом металла, направленную кристаллизацию расплава металла в поровом пространстве карбидного полуфабриката и охлаждение путем перемещения формы вниз относительно нагревательного фронта с получением изделия из кермета на основе карбида титана, при этом, карбидный полуфабрикат в форме после спекания в печи подогрева не извлекают из камеры, его температуру поддерживают на уровне, превышающем температуру ликвидуса пропитывающего металла для обеспечения полной инфильтрации карбидного полуфабриката, пропитывающий металл размещают и расплавляют в тигле отдельной индукционной печи, расположенной внутри той же камеры, расплав металла заливают в форму до соприкосновения с карбидным полуфабрикатом,

поддерживают температуру формы в течение времени, обеспечивающего полную инфильтрацию карбидного полуфабриката расплавом металла.

Для повышения однородности структуры изделия из кермета во всем объеме карбидную формовку закрывают огнеупорной керамической крышкой, химически инертной по отношению к расплаву металла, со сквозными порами размерами 1,0...3,0 мм.

Для получения изделия из кермета, имеющего полностью «матричную» структуру, готовят карбидный полуфабрикат, пористостью от 55 до 70%.

Для получения изделия из кермета, имеющего полностью «каркасную» структуру, готовят карбидный полуфабрикат, пористостью от 25 до 35%.

Для получения изделия из кермета, имеющего «матрично-каркасную» структуру, готовят карбидный полуфабрикат, пористостью от 35 до 55%.

Для получения изделия из кермета, имеющего разные зоны по химическому составу, предварительно готовят спеченные вставки из карбидного полуфабриката заданных составов, их устанавливают и фиксируют в отдельных зонах керамической формы, свободную полость заполняют порошком карбида, уплотняют и спекают с получением карбидного полуфабриката основного состава, при этом, керметный материал с разными зонами по химическому составу образуется в ходе инфильтрации расплавом металлической связки карбидного полуфабриката основного состава и вставок из карбидного полуфабриката заданных составов, последующего охлаждения и кристаллизации металлической связки.

В качестве металла-связки могут быть выбраны никелевые сплавы и хромо-никелевые стали.

Повышение содержания карбидной составляющей (соответственно, понижение содержания металлической составляющей) в керметном материале сопровождается ростом твердости и износостойкости и

одновременно, понижением изгибной (конструкционной) прочности, снижением стойкости против термических и механических ударов.

Изобретение поясняется фигурами:

Фиг. 1 – Заготовка седла из кермета:

1 – заготовка седла из кермета;

Фиг. 2 – Сборка керамической формы для получения заготовки седла из кермета:

2 - керамическая форма (электрокорунд);

3 - карбидная формовка (спеченный полуфабрикат);

4 - струя расплава металла при заливке формы.

Фиг. 3 – «Матрично-каркасная» структура кермета TiC-ЖС6У (x1000): светлые частицы - TiC, остальная зона - ЖС6У.

Фиг. 4 – Изображение (фото) заготовки седла из кермета.

Фиг. 5 – «Матричная» структура кермета TiC-ЖС6У (x1000): светлые частицы - TiC, остальная зона - ЖС6У.

Фиг. 6 – Заготовка седла из кермета с разными зонами по составу.

5 – основа заготовки седла из кермета со средней долей карбида титана;

6 – рабочая зона с более высокой долей карбида титана и твердостью.

Фиг. 7 – Сборка керамической формы для получения заготовки седла из кермета с разными зонами по составу.

7 – вставка из карбида титана;

8 – формовка из карбида титана.

Фиг. 8 – «Каркасная» структура кермета TiC-ЖС6У (x1000): серые частицы - TiC, остальная зона - ЖС6У.

Фиг. 9 – «Матрично-каркасная» структура кермета TiC-12X18H10T (x1000): светлые частицы - TiC, остальная зона - ЖС6У.

Фиг. 10 – Заготовка шаровой пробки из кермета:

9 – заготовка шаровой пробки из кермета;

Фиг. 11 – Сборка керамической формы для получения заготовки шаровой пробки из кермета:

- 10 - керамическая форма (электрокорунд);
- 11 - карбидная формовка (спеченный полуфабрикат);
- 12 - крышка со сквозными отверстиями (порами) из электрокорунда;
- 13 – сквозные поры (отверстия).

Фиг. 12 – Изображение (фото) заготовки шаровой пробки из кермета.

Пример 1.

Изготавливали заготовку седла шарового затвора 1 (фиг. 1) полностью из кермета на основе карбида титана со связкой из никелевого сплава ЖС6У.

По легкоплавкой модели облицовкой электрокорундом получали разовую керамическую форму 2 (фиг. 2). Порошок карбида титана фракции 3...60 мкм разместили и виброуплотнили в форме с получением карбидной формовки пористостью 42...44 %. Далее форму поместили в печь подогрева в камере вакуумно-индукционного плавильно-заливочного комплекса. Камеру комплекса герметизировали, остаточное давление довели до уровня не более 0,1 Па, которое поддерживали в течение всего процесса. Печь подогрева и форму с карбидной формовкой нагрели до 1600 °С, выдержали 1 ч с получением в форме спеченного карбидного полуфабриката пористостью 42...44 % и охладили до температуры 1500 °С. В тигле индукционной печи, расположенной в камере комплекса, расплавили никелевый сплав ЖС6У и при температуре 1550 °С залили в форму. Объем сплава взяли на 20...30% больше объема пор карбидного полуфабриката. После заливки форму выдержали при температуре 1500 °С в течение 10 мин и вывели вниз из высокотемпературной зоны со скоростью 5-6 мм/мин.

При температуре 700 °С форму извлекли из печи подогрева комплекса и дальнейшее охлаждение вели на воздухе.

Контроль температуры формы и расплава металла проводили инфракрасным термометром Кельвин АРТО 1800 и вольфрам-рениевым термоэлектрическим преобразователем ВР5/20.

Результат: получили беспористую заготовку седла полностью из кермета на основе карбида титана со связкой из сплава ЖС6У с однородной структурой. Объемное содержание связки в кермете составляло 42-44%, твердость равнялась 59...61 HRC.

На фиг. 3 представлена типичная «матрично-каркасная» структура заготовки седла из кермета TiC-ЖС6У.

На фиг. 4 представлена фотография заготовки седла.

Пример 2.

Изготавливали заготовку седла шарового затвора по примеру 1.

Порошок карбида титана фракции 3...60 мкм разместили и виброуплотнили в форме с получением формовки пористостью 59...63 %.

Результат: получили беспористую заготовку седла полностью из кермета на основе карбида титана со связкой из сплава ЖС6У с однородной структурой. Объемное содержание связки в кермете составляло 59...63%, твердость равнялась 54...56 HRC.

На фиг. 5 представлена типичная «матричная» структура заготовки седла из кермета TiC-ЖС6У.

Пример 3.

Изготавливали заготовку седла шарового затвора (фиг. 6), рабочая зона которого 6 выполнена из кермета, с более высоким содержанием карбидной составляющей и более высокой твердостью. Остальная зона 5 выполнена со средним содержанием карбидной составляющей.

Из порошка карбида титана фракции 14...20 мкм с добавкой 20% пластификатора (4%-ный раствор синтетического каучука СКИ-3 в растворителе Нефрас С2-80/120) по известной технологии прессованием и спеканием получали кольцевые полуфабрикаты вставок. После удаления

пластификатора при температуре 250 °С «сырые» заготовки вставок спекали в вакуумной электропечи при температуре 1600 °С в течение 1 ч. Пористость карбидных вставок составляла 29...32%.

По примеру 1 изготовили керамическую форму, в которой зафиксировали карбидную вставку 7 (фиг. 7) и вели дальнейший процесс.

Результат: получили беспористую заготовку седла полностью из кермета на основе карбида титана со связкой из сплава ЖС6У. При этом, рабочая зона 6, в которой располагалась карбидная вставка, имеет «каркасную» структуру, основа седла 5 – «матрично-каркасную» структуру. Объемное содержание связки в рабочей зоне составляет 29...32%, твердость 64...66 HRC, а в остальной зоне – 42...44 %, твердость 59...62 HRC.

На фиг. 8 представлена типичная «каркасная» структура рабочей зоны заготовки седла из кермета.

Пример 4.

Изготавливали заготовку седла шарового затвора по примеру 1.

В качестве металла-связки взяли хромо-никелевую сталь 12Х18Н10Т. Температуру формы после спекания охладили до 1560 °С, а заливку расплавом металла проводили при температуре 1580 °С.

Результат: получили беспористую заготовку седла полностью из кермета на основе карбида титана со связкой из стали 12Х18Н10Т с однородной структурой. Объемное содержание связки в кермете составляло 43-45%, твердость равнялась 56...59 HRC.

На фиг. 9 представлена типичная «матрично-каркасная» структура заготовки седла из кермета TiC-12Х18Н10Т.

Пример 5

Изготавливали заготовку шаровой пробки 9 из кермета на основе карбида титана со связкой из никелевого сплава ЖС6У (фиг. 10).

По легкоплавкой модели облицовкой изготовили разовую форму 10 из электрокорунда (фиг. 11). В форме разместили порошок карбида титана

фракции 60/3 мкм и виброуплотнили до пористости 42-44 %. Полученную карбидную формовку 11 сверху закрыли огнеупорной крышкой 12 со сквозными порами (отверстиями) 13 размерами 2,0 мм, которую зафиксировали в форме для предотвращения всплытия.

Температурно-временные режимы вели по примеру 1.

Результат: получили беспористую заготовку 1 шаровой пробки полностью из кермета на основе карбида титана со связкой из сплава ЖС6У с однородной структурой. В зоне контакта расплава металла с карбидным полуфабрикатом существенного разъедания последнего не наблюдалось. Объемное содержание связки в кермете составляло 42-44%, твердость - 58...62 HRC.

На фиг. 12 представлена фотография заготовки шаровой пробки.

Пример 6

Изготавливали заготовку шаровой пробки из кермета на основе карбида титана со связкой из никелевого сплава ЖС6У по примеру 5.

Карбидную формовку сверху закрыли крышкой из электрокорунда со сквозными порами (отверстиями) размерами 0,3...0,6 мм.

Результат: Расплав металла полностью не прошел через поры крышки, расположенной на карбидном полуфабрикате и не инфильтровал его - брак заготовки.

Пример 7

Изготавливали заготовку шаровой пробки из кермета на основе карбида титана со связкой из никелевого сплава ЖС6У по примеру 5.

Карбидную формовку сверху закрыли крышкой из электрокорунда со сквозными отверстиями размерами 5,0 мм.

Результат: расплав металла полностью прошел через отверстия крышки, расположенной на карбидном полуфабрикате и инфильтровал его с получением заготовки шаровой пробки. Однако, в зоне первоначального соприкосновения расплава имеется дефектная зона, глубиной 2...4 мм.

Удаление дефектного слоя привело к исчезновению припуска на механообработку и браку заготовки шаровой пробки.

Пример 8

По примеру 3 из порошка карбида титана фракции 14...20 мкм изготовили кольцевую вставку для седла, зафиксировали в керамической форме и инфильтровали сплавом ЖС6У в соответствии с указанными температурно-временными режимами.

При этом, пористость спеченного карбидного полуфабриката снизили до 20% путем соответствующего режима прессования и спекания порошка.

Результат: остаточная пористость (из-за наличия в карбидном полуфабрикате большого объема закрытых пор, не заполняемых расплавом металла) в кольцевой заготовке из кермета составила 6...9 %. Это привело к падению прочности при изгибе при 20 °С до 800...850 МПа. Из-за неоднородности структуры твердость кермета колебалась от 45 до 60 HRC.

Пример 9

По примеру 8 из порошка карбида титана фракции 14...20 мкм изготовили кольцевую вставку для седла.

При этом, пористость спеченного карбидного полуфабриката увеличили до 75% за счет введения в пресс-массу легкоплавких порообразователей.

Результат: значительная зональная неоднородность структуры кольцевой заготовки из кермета и нарушение ее геометрии (коробление) из-за заметного растворения материала полуфабриката в расплаве металла, захвата расплавом металла фрагментов полуфабриката при проведении процесса инфильтрации.

Пример 10.

Изготавливали заготовку шаровой пробки по способу-прототипу.

Предварительно прессованием и вакуумным спеканием получили полуфабрикат из карбида титана пористостью 42...44 %.

Пористый полуфабрикат разместили в электрокорундовой форме и зафиксировали. Навеску пропитывающего металла разместили на пористом полуфабрикате и полученную сборку поместили в графитовый тигель вакуумно-индукционной печи.

После набора вакуума (остаточное давление не более 0,1 Па) включили индуктор. Графитовый тигель, и одновременно форму, нагрели до температуры 1500 ± 15 °С, расплавили навеску металла и выдержали 10 мин.

Результат: получили заготовку седла полностью из кермета на основе карбида титана со связкой из сплава ЖС6У. Объемное содержание связки в кермете составляло 42..45%, твердость - 56...63 HRC. При этом, структура кермета неоднородная: нижняя зона имеет, преимущественно, «каркасную» структуру, верхняя зона имеет, преимущественно, «матричную» структуру. Твердость зоны с «каркасной» структурой составляет 61...63 HRC, зоны с «матричной» структурой – 55...57 HRC. Верхняя зона нарушена из-за отделения и всплытия на поверхность расплава некоторых фрагментов карбидного полуфабриката.

Таким образом, заявленное изобретение, заключающееся в изготовлении заготовки шарового затвора из кермета, получаемого одномоментной инфильтрацией спеченного пористого полуфабриката на основе карбида титана металлическим расплавом одного состава непосредственно после спекания, позволяет получить высокое качество за счет обеспечения заданной структуры и характеристик по твердости и изгибной (конструкционной) прочности в требуемых зонах изделия.

Данные по механическим свойствам керметов с различной структурой и содержанием металлической связки приведены в таблице.

Механические свойства кермета в соответствии с изобретением *

Температура испытания, °C	Кермет TiC-ЖС6У		
	Структура		
	«каркасная» (содержание металла 29-32%)	«матрично- каркасная» (содержание металла 42-44%)	«матричная» (содержание металла 59-63%)
Прочность при сжатии, МПа			
20	2900	2440	2180
300	2710	2290	1990
600	2420	2110	1780
900	1370	1240	960
Прочность при изгибе, МПа			
20	1010	1145	1260
300	950	1105	1205
600	870	1030	1120
900	730	880	940
Твердость, HRC			
20	64...67	59...61	54...56

*- Образцы для испытаний на сжатие (5*5*7,5 мм) и изгиб (5*5*25 мм) вырезаны электроэрозионным методом из заготовки седла (фиг. 4) или шаровой пробки (фиг. 12). Результаты получены как среднее арифметическое значений по 3-5 измерениям.

Формула изобретения

1. Шаровой затвор из кермета, содержащий карбид титана и металлическую связку, отличающийся тем, что структура кермета состоит из однородной металлической матрицы и равномерно расположенных в ней частиц карбида титана, а содержание металлической матрицы по объему в кермете находится в пределах 25... 70%.

2. Шаровой затвор из кермета по п.1, отличающийся тем, что структура состоит полностью из кермета одного химического состава с непрерывной металлической матрицей и карбидных зерен, изолированных друг от друга - «матричная» структура кермета.

3. Шаровой затвор из кермета по п.1, отличающийся тем, что структура состоит полностью из кермета одного химического состава с непрерывной металлической матрицей и карбидных зерен, образующих непрерывный каркас – «каркасная» структура кермета.

4. Шаровой затвор из кермета по п.1, отличающийся тем, что структура состоит полностью из кермета одного химического состава с «матрично-каркасной» структурой с чередующимися «матричной» и «каркасной» зонами.

5. Шаровой затвор из кермета по п.1, отличающийся тем, что структура состоит полностью из кермета с разными зонами по химическому составу, имеющими «матричную», «каркасную» или «матрично-каркасную» структуры.

6. Способ изготовления шарового затвора из кермета, включающий подготовку керамической формы из огнеупорного материала с верхним отверстием, размещение, вибрационное уплотнение, спекание порошка карбида титана в нагревательной камере печи с неокислительной средой с получением пористого карбидного полуфабриката, извлечение формы с карбидным полуфабрикатом из камеры печи, размещение на карбидным полуфабрикate пропитывающего металла, размещение формы с карбидным полуфабрикатом и пропитывающим металлом в камере печи, нагрев полученной сборки в печи подогрева до температуры, превышающей точку

ликвидуса пропитывающего металла и подвод его до соприкосновения с карбидным полуфабрикатом, инфильтрацию карбидного полуфабриката расплавом металла, направленную кристаллизацию расплава металла в поровом пространстве карбидного полуфабриката и охлаждение путем перемещения формы вниз относительно нагревательного фронта с получением изделия из кермета на основе карбида титана, отличающийся тем, что карбидный полуфабрикат в форме после спекания в печи подогрева не извлекают из камеры, его температуру поддерживают на уровне, превышающем температуру ликвидуса пропитывающего металла для обеспечения полной инфильтрации карбидного полуфабриката, пропитывающий металл размещают и расплавляют в тигле отдельной индукционной печи, расположенной внутри той же камеры, расплав металла заливают в форму до соприкосновения с карбидным полуфабрикатом, поддерживают температуру формы в течение времени, обеспечивающего полную инфильтрацию карбидного полуфабриката расплавом металла.

7. Способ по п. 6, отличающийся тем, что карбидную формовку закрывают огнеупорной керамической крышкой, химически инертной по отношению к расплаву металла, со сквозными порами размерами 1,0...3,0 мм.

8. Способ по п. 6, отличающийся тем, что готовят карбидный полуфабрикат, пористостью от 55 до 70%.

9. Способ по п. 6, отличающийся тем, что готовят карбидный полуфабрикат, пористостью от 25 до 35%.

10. Способ по п. 6, отличающийся тем, что готовят карбидный полуфабрикат, пористостью от 35 до 55%.

11. Способ по п. 6, отличающийся тем, что предварительно готовят спеченные вставки из карбидного полуфабриката заданных составов, их устанавливают и фиксируют в отдельных зонах керамической формы, свободную полость заполняют порошком карбида, уплотняют и спекают с получением карбидного полуфабриката основного состава, при этом,

керметный материал с разными зонами по химическому составу образуется в ходе инфильтрации расплавом металлической связки карбидного полуфабриката основного состава и вставок из карбидного полуфабриката заданных составов, последующего охлаждения и кристаллизации металлической связки.

12. Способ по п. 6, отличающийся тем, что в качестве металла-связки могут быть выбраны никелевые сплавы.

13. Способ по п. 6, отличающийся тем, что в качестве металла-связки могут быть выбраны хромо-никелевые стали.

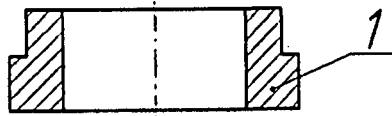
ИЗМЕНЁННАЯ ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ
получена Международным бюро 19 августа 2013 (19.08.2013)

1. Шаровой затвор из кермета, структура которого представляет собой однородную металлическую матрицу с равномерно расположенными в ней зернами карбида титана, отличающийся тем, что при одинаковом по всему объему химическом составе материал имеет матрично-каркасную структуру, в которой чередуются фрагменты с матричной и каркасной структурой, а при наличии в объеме разных по химическому составу фрагментов материал имеет матричную или каркасную или матрично-каркасную структуру.

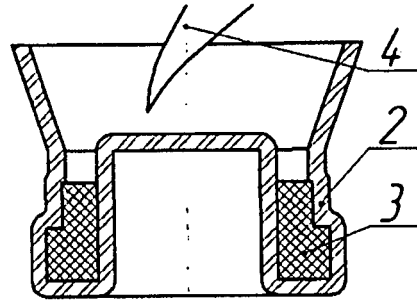
2. Способ изготовления шарового затвора из кермета, включающий подготовку формы из огнеупорного материала с отверстием, размещение, вибрационное уплотнение, спекание порошка карбида титана в печи нагревательной камеры с неокислительной средой с получением пористого карбидного полуфабриката, размещение на нем пропитывающего металла и нагрев карбидного полуфабриката и металла до температуры, превышающей точку ликвидуса пропитывающего металла, инфильтрацию карбидного полуфабриката расплавом металла с обеспечением направленной кристаллизации металла в поровом пространстве карбидного полуфабриката, после чего осуществляют охлаждение путем перемещения формы вниз относительно нагревательного фронта с получением шарового затвора из кермета, отличающийся тем, что пропитывающий металл расплавляют в отдельном тигле, расположенном внутри нагревательной камеры, а полученный расплав металла заливают в форму через отверстие до соприкосновения с карбидным полуфабрикатом, и поддерживают температуру формы в течение времени, обеспечивающего полную инфильтрацию карбидного полуфабриката расплавом металла с получением однородной структуры материала.

3. Способ по п. 3, отличающийся тем, что предварительно готовят спеченные вставки из карбидного полуфабриката заданных составов, их устанавливают и фиксируют в отдельных участках формы, свободную полость заполняют порошком карбида, уплотняют и спекают с получением карбидно-

го полуфабриката основного состава, при этом, керметный материал с разными фрагментами по составу образуется в ходе инфильтрации расплавом металла карбидного полуфабриката основного состава и вставок из карбидного полуфабриката заданных составов, последующего охлаждения и кристаллизации металлической матрицы.



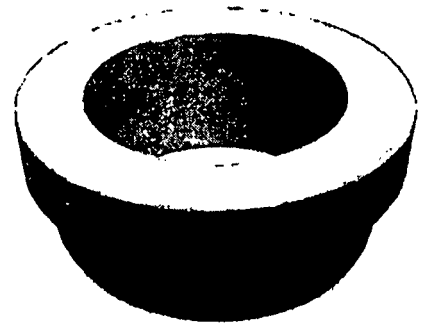
Фиг. 1



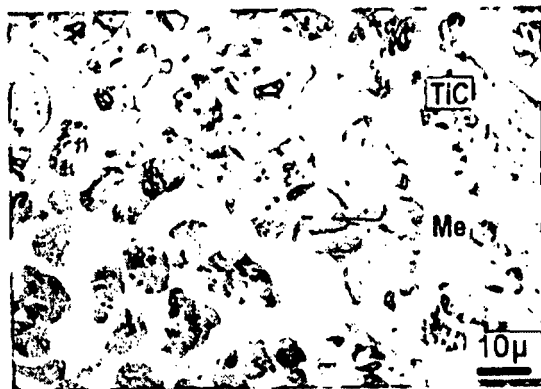
Фиг. 2



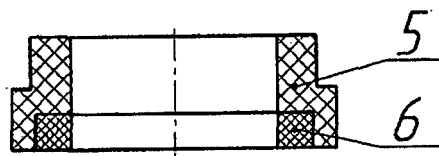
Фиг. 3



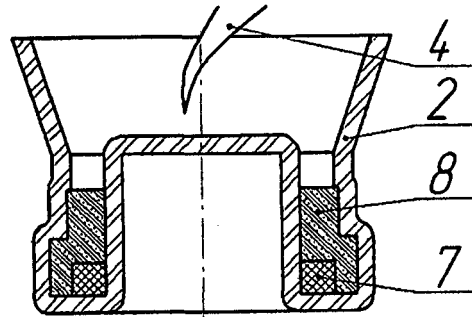
Фиг. 4



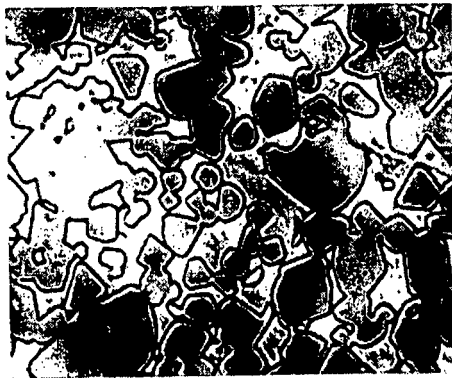
Фиг. 5



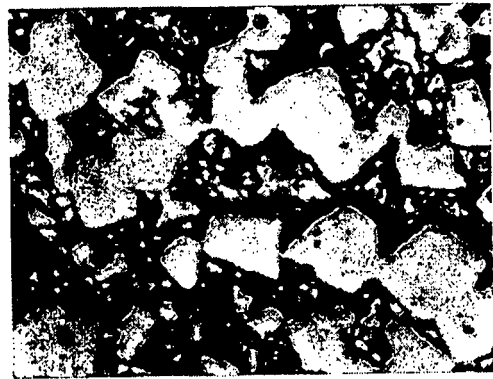
Фиг. 6



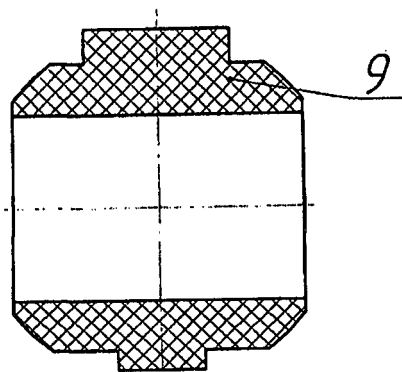
Фиг. 7



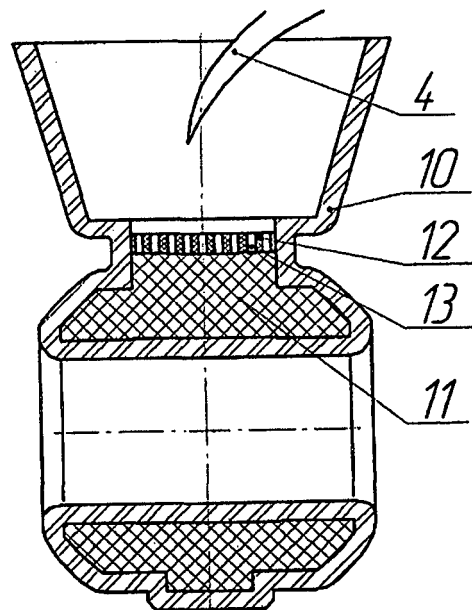
Фиг. 8



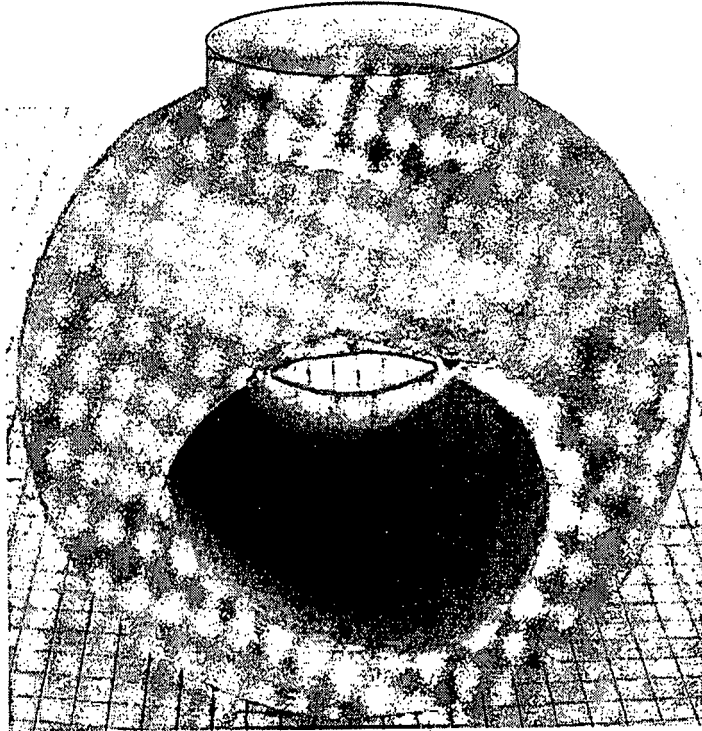
Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU 2013/000048

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16K 5/20 (2006, 01) C22C 29/10 (2006.01) B22F 3/26 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B22F 3/00, 3/02, 3/24, 7/00-7/04, F16C 7/00-7/06, F16J 1/00, 1/10-1/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

PatSearch (RUPTO internal), USPTO, PAJ, Esp@cenet

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	RU 2401719 C2 (MAMLEEV RUSTAM FARITOVICH) 20.10.2010, abstract, examples 1-2	1, 3
Y		2, 6-10, 12, 13
X	RU 2319580 C2 (OBSCHESTVO S OGRANICHENNOI OTVETSTVENNOSTIU "MIRKOM") 20.03.2008, examples 1-8	1, 3
Y	US 6338906 B1 (COORSTEK, INC.) 15.01.2002, col. 11, line 46-col. 13, line 23, the claims	2, 6-10, 12, 13
X	US 6502623 B1 (ELECTROVAC, FABRIKATION ELEKTROTECHNISCHER SPEZIALARTIKEL GESELLSCHAFT M.B.H.) 07.01.2003, φορΜγχι3	1-13

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 June 2013 (14.06.2013)

Date of mailing of the international search report

20 June 2013 (29.08.2013)

Name and mailing address of the ISA/

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Номер международной заявки

PCT/RU 2013/000048

<p>A. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ</p> <p style="text-align: center;"><i>F16K 5/20 (2006.01)</i> <i>C22C 29/10 (2006.01)</i> <i>B22F 3/26 (2006.01)</i></p> <p>Согласно Международной патентной классификации МПК</p>																						
<p>B. ОБЛАСТЬ ПОИСКА</p> <p>Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации)</p> <p style="text-align: center;">B22F 3/00, 3/02, 3/24, 7/00-7/04, F16C 7/00-7/06, F16J 1/00, 1/10-1/16</p> <p>Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки</p> <p>Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)</p> <p style="text-align: center;">PatSearch (RUPTO internal), USPTO, PAJ, Esp@cenet</p>																						
<p>C. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Категория*</th> <th style="width: 70%;">Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей</th> <th style="width: 20%;">Относится к пункту №</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td>RU 2401719 C2 (МАМЛЕЕВ РУСТАМ ФАРИТОВИЧ) 20.10.2010, реферат, примеры 1-2</td> <td style="text-align: center;">1, 3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Y</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2, 6-10, 12, 13</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td>RU 2319580 C2 (ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "МИРКОМ") 20.03.2008, примеры 1-8</td> <td style="text-align: center;">1, 3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Y</td> <td>US 6338906 B1 (COORSTEK, INC.) 15.01.2002, кол. 11, строка 46-кол. 13, строка 23, формула</td> <td style="text-align: center;">2, 6-10, 12, 13</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>US 6502623 B1 (ELECTROVAC, FABRIKATION ELEKTROTECHNISCHER SPEZIALARTIKEL GESELLSCHAFT M.B.H.) 07.01.2003, формула</td> <td style="text-align: center;">1-13</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> последующие документы указаны в продолжении графы C. <input type="checkbox"/> данные о патентах-аналогах указаны в приложении</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>* Особые категории ссылочных документов:</p> <p>“А” документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным</p> <p>“Е” более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее</p> <p>“L” документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)</p> <p>“О” документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.</p> <p>“Р” документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>“Т” более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение</p> <p>“Х” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска: заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности</p> <p>“У” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска: заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста</p> <p>“&” документ, являющийся патентом-аналогом</p> </td> </tr> </table>			Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №	X	RU 2401719 C2 (МАМЛЕЕВ РУСТАМ ФАРИТОВИЧ) 20.10.2010, реферат, примеры 1-2	1, 3	Y		2, 6-10, 12, 13	X	RU 2319580 C2 (ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "МИРКОМ") 20.03.2008, примеры 1-8	1, 3	Y	US 6338906 B1 (COORSTEK, INC.) 15.01.2002, кол. 11, строка 46-кол. 13, строка 23, формула	2, 6-10, 12, 13	A	US 6502623 B1 (ELECTROVAC, FABRIKATION ELEKTROTECHNISCHER SPEZIALARTIKEL GESELLSCHAFT M.B.H.) 07.01.2003, формула	1-13	<p>* Особые категории ссылочных документов:</p> <p>“А” документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным</p> <p>“Е” более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее</p> <p>“L” документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)</p> <p>“О” документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.</p> <p>“Р” документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета</p>	<p>“Т” более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение</p> <p>“Х” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска: заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности</p> <p>“У” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска: заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста</p> <p>“&” документ, являющийся патентом-аналогом</p>
Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №																				
X	RU 2401719 C2 (МАМЛЕЕВ РУСТАМ ФАРИТОВИЧ) 20.10.2010, реферат, примеры 1-2	1, 3																				
Y		2, 6-10, 12, 13																				
X	RU 2319580 C2 (ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "МИРКОМ") 20.03.2008, примеры 1-8	1, 3																				
Y	US 6338906 B1 (COORSTEK, INC.) 15.01.2002, кол. 11, строка 46-кол. 13, строка 23, формула	2, 6-10, 12, 13																				
A	US 6502623 B1 (ELECTROVAC, FABRIKATION ELEKTROTECHNISCHER SPEZIALARTIKEL GESELLSCHAFT M.B.H.) 07.01.2003, формула	1-13																				
<p>* Особые категории ссылочных документов:</p> <p>“А” документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным</p> <p>“Е” более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее</p> <p>“L” документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)</p> <p>“О” документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.</p> <p>“Р” документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета</p>	<p>“Т” более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение</p> <p>“Х” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска: заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности</p> <p>“У” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска: заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста</p> <p>“&” документ, являющийся патентом-аналогом</p>																					
<p>Дата действительного завершения международного поиска</p> <p style="text-align: center;">14 июня 2013 (14.06.2013)</p>		<p>Дата отправки настоящего отчета о международном поиске</p> <p style="text-align: center;">20 июня 2013 (20.06.2013)</p>																				
<p>Наименование и адрес ISA/RU: ФИПС, РФ, 123995, Москва, Г-59, ГСП-5, Бережковская наб., 30-1 Факс: (499) 243-33-37</p>		<p>Уполномоченное лицо: Уткина М. Телефон № (499) 240-25-91</p>																				