



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2010145915/02, 10.11.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
10.11.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.11.2010

(45) Опубликовано: 27.01.2012 Бюл. № 3

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2381299, C1, 10.02.2010. SU 1533814 A1,  
07.01.1990. SU 1163977 A, 30.06.1985. RU  
2391177 C2, 10.06.2010.

Адрес для переписки:

656038, Алтайский край, г.Барнаул, пр.  
Ленина, 46, ГОУ ВПО "Алтайский  
государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова" (АлтГТУ), ОИПС

(72) Автор(ы):

Гурьев Алексей Михайлович (RU),  
Иванов Сергей Геннадьевич (RU),  
Гурьев Михаил Алексеевич (RU),  
Земляков Сергей Анатольевич (RU),  
Грешилов Анатолий Дмитриевич (RU),  
Иванов Алексей Геннадьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное  
учреждение высшего профессионального  
образования "Алтайский государственный  
технический университет им. И.И.  
Ползунова" (АлтГТУ) (RU)

**(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЧУГУНОВ И СТАЛЕЙ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к литейному  
производству. На поверхность газифицируемой  
модели наносят предварительно разведенную в  
жидкости до пастообразного состояния  
обмазку, содержащую, мас. %: диборид  
хрома 10-40; карбид бора 35-80;  
мелкодисперсный графит 7-18; фторид натрия,  
1-5; хлорид аммония 1-3. Производят сушку на

воздухе до получения твердой корки.  
Высушенную газифицируемую модель  
формируют в опоке, засыпая сухим кварцевым  
песком, заливают расплав и получают отливку  
с диффузионным слоем. Обеспечивается  
повышение размерной точности деталей,  
износостойкости и коррозионной стойкости и  
уменьшение шероховатости поверхности. 1 з.п.  
ф-лы, 1 табл.

RU 2 440 869 C1

RU 2 440 869 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2010145915/02, 10.11.2010**(24) Effective date for property rights:  
**10.11.2010**

Priority:

(22) Date of filing: **10.11.2010**(45) Date of publication: **27.01.2012 Bull. 3**

Mail address:

**656038, Altajskij kraj, g.Barnaul, pr. Lenina,  
46, GOU VPO "Altajskij gosudarstvennyj  
tehnicheskij universitet im. I.I. Polzunova"  
(AltGTU), OIPS**

(72) Inventor(s):

**Gur'ev Aleksej Mikhajlovich (RU),  
Ivanov Sergej Gennad'evich (RU),  
Gur'ev Mikhail Alekseevich (RU),  
Zemljakov Sergej Anatol'evich (RU),  
Greshilov Anatolij Dmitrievich (RU),  
Ivanov Aleksej Gennad'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie  
vysshego professional'nogo obrazovanija  
"Altajskij gosudarstvennyj tehničeskij  
universitet im. I.I. Polzunova" (AltGTU) (RU)**

**(54) METHOD OF PRODUCING AND HARDENING OF STEEL AND IRON PARTS**

(57) Abstract:

FIELD: process engineering.

SUBSTANCE: invention relates to metallurgy.  
Consumable pattern surface is coated by paste pre-  
diluted in fluid and containing the following  
components in wt %: chromium diboride - 10-40;  
boron carbide - 35-80; fine graphite - 7-18; sodium  
fluoride - 1-5; ammonium chloride - 1-3. Said coat is

dried in air unless solid crust. Dried consumable  
pattern is formed in specially shaped moulding box to  
be filled with dry quartz sand, melt is teemed to  
produce casting with diffusion layer.

EFFECT: accurate sizes, higher wear and rust  
resistance, decreased surface roughness.

1 cl, 1 tbl, 1 ex

RU 2 4 4 0 8 6 9 C 1

RU 2 4 4 0 8 6 9 C 1

Изобретение относится к производству методами литья упрочненных деталей машин и инструмента, обладающих повышенным ресурсом работы, и может быть использовано в отрасли металлургии.

5 Известен способ упрочнения деталей, а именно литого режущего инструмента, из быстрорежущей стали, заключающийся в том, что детали в виде пластинок из быстрорежущей стали Р6М5 предварительно шлифуют, затачивают и подвергают  
цементации в муфеле в среде древесного угля при температуре 980-1020°C в течение 1,5 ч, охлаждают с муфелем на воздухе. Далее пластинки затачивают, шлифуют и  
10 обезжиривают в уайт-спирите или бензине, после чего на них наносят обмазку, содержащую ферротитан, карбид бора, краснокровяную соль и хлористый аммоний при следующем соотношении компонентов, мас. %: ферротитан 50-60, карбид бора 20-30, краснокровяная соль 15-25, хлористый аммоний 2-3, предварительно разводя ее в  
15 этилсиликате до пастообразного состояния. После нанесения пасты слоем 2-5 мм пластинки сушат на воздухе до получения твердой корки. Затем осуществляют нагрев подготовленных пластинок в индукторе с токами высокой частоты до 1180-1250°C с выдержкой 3-5 мин и охлаждение детали с подстуживанием в масле при 60-80°C. Далее производят трехкратный отпуск совместно с сульфидированием в герметичном  
20 муфеле в среде сульфата натрия с засыпкой древесного угля при 550-570°C в течение 1 ч. При этом на поверхности пластинок образуется тонкий диффузионный слой толщиной 3-5 мкм сульфида железа, выполняющий функцию твердой смазки, а под ним - диффузионный слой толщиной 10-15 мкм из карбидов и нитридов титана, боридов железа (патент RU 2172360, МПК<sup>7</sup> C23C 12/00, C23F 17/00).

25 Недостатками вышеописанного способа упрочнения являются низкие износостойкость и коррозионная стойкость упрочненных таким образом деталей вследствие высокой хрупкости и малой толщины получаемых диффузионных слоев, образованных при насыщении из обмазки, содержащей ферротитан, карбид бора,  
30 краснокровяную соль и хлористый аммоний, с использованием предварительной цементации, укладывая детали в муфель и извлекая из него; низкая экономичность, обусловленная применением дорогостоящего индуктора с токами высокой частоты, муфеля, операций предварительной цементации, укладывания деталей в муфель и извлечения из него.

35 Наиболее близким к предлагаемому изобретению по технической сущности и достигаемому результату (прототипом) является способ изготовления и упрочнения стальных деталей, включающий нанесение на литейную оснастку для получения  
40 стальной детали обмазки, разведенной в воде до пастообразного состояния и содержащей следующие компоненты, мас. %: диборид хрома 20-25, карбид бора 50-60, графит 5-15, бентонит 5-7, фторид натрия 2-3, сушку на воздухе до получения твердой корки, заливку расплавленного металла, а именно расплавленной стали, в литейную оснастку и охлаждение расплавленного металла вместе с литейной оснасткой до 400-300°C с получением диффузионного слоя толщиной 2,5-3,5 мм на поверхности детали.  
45 После этого осуществляют выбивку детали из литейной оснастки и дробеструйную обработку поверхности детали. В качестве литейной оснастки используют литейную форму, а обмазку наносят слоем 2-3 мм на внутреннюю поверхность этой формы (патент RU 2381299, МПК<sup>7</sup> C23C 12/02).

50 Недостатками вышеописанного способа изготовления и упрочнения стальных деталей являются низкая размерная точность полученных таким образом деталей вследствие больших припусков на последующую механическую обработку; высокая шероховатость поверхности вследствие высокой пористости литейной формы и в

связи с этим необходимость механической обработки деталей со снятием значительной толщины, до 3-8 мм, слоя материала; пониженный ресурс полученных деталей из-за низкой износостойкости и коррозионной стойкости упрочненного слоя материала, а также из-за низкой толщины упрочненного слоя, обусловленных необходимостью снятия части упрочненного слоя при механической обработке; пониженная экономичность вследствие повышенного расхода упрочняющей обмазки.

Задачей изобретения является повышение размерной точности получаемых деталей в результате отсутствия припусков на механическую обработку, что связано с исключением операций механической обработки со снятием слоя материала, уменьшение шероховатости поверхности получаемых деталей вследствие отсутствия пористой литейной формы при использовании в качестве литейной оснастки газифицируемой модели, повышение ресурса получаемых деталей путем увеличения износостойкости и коррозионной стойкости, повышение экономичности процесса путем снижения расхода упрочняющей обмазки.

Поставленная задача решается тем, что в способе изготовления и упрочнения деталей из чугунов и сталей, включающем нанесение на литейную оснастку для получения детали обмазки, разведенной в воде до пастообразного состояния и содержащей диборид хрома, карбид бора, фторид натрия, мелкодисперсный графит, сушку на воздухе до получения твердой корки, заливку расплавленного металла в оснастку для получения детали, охлаждение расплавленного металла вместе с оснасткой с получением диффузионного слоя на поверхности детали и извлечение детали из оснастки, согласно изобретению на литейную оснастку для получения детали наносят обмазку толщиной слоя 0,5-1,0 мм, дополнительно содержащую хлорид аммония, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Диборид хрома	10-40
Карбид бора	35-80
Мелкодисперсный графит	7-18
Фторид натрия	1-5
Хлорид аммония	1-3

в качестве литейной оснастки используют газифицируемую модель, а обмазку наносят на внешнюю поверхность этой модели, получая деталь путем литья по газифицируемым моделям с нанесенным слоем насыщающей обмазки.

Кроме того, нанесение обмазки на литейную оснастку осуществляют краскопультом.

Повышение размерной точности, достигающее 99,8% соответствия заданным требованиям, и уменьшение шероховатости поверхности получаемых деталей обеспечивается отсутствием припусков на обработку, при исключении механической обработки со снятием слоя материала, вследствие применения высокоточного литья по газифицируемым моделям в качестве литейной оснастки, так как при заливке газифицируемая модель из пенополистирола полностью выгорает, обеспечивая заданное соответствие параметрам готового изделия. При этом дополнительное повышение размерной точности и шероховатости поверхности получаемых деталей обусловлено нанесением обмазки на внешнюю поверхность модели тонким слоем толщиной 0,5-1,0 мм посредством краскопульта.

Повышение износостойкости и коррозионной стойкости деталей, изготовленных посредством предложенного способа, обеспечивается отсутствием необходимости последующей механической обработки и соответственно снятия части упрочненного

слоя, при получении и сохранении на готовом изделии равномерного диффузионного слоя толщиной от 4 до 10 мм, более чем в 3 раза превосходящего толщину покрытия, изготавливаемого в соответствии с прототипом, вследствие полного перехода компонентов упрочняющей обмазки в упрочняемую поверхность деталей.

5 Снижение расхода упрочняющей обмазки достигается тем, что наносят слой насыщающей обмазки толщиной 0,5-1,0 мм, то есть менее 50% от толщины соответствующего слоя при способе изготовления и упрочнения стальных деталей, выбранном в качестве прототипа. При данном условии на готовых изделиях  
10 получают диффузионные слои, более чем в 3 раза превосходящие по толщине соответствующие диффузионные покрытия на готовых изделиях, полученных в соответствии со способом, выбранным в качестве прототипа. Снижение расхода насыщающей обмазки достигается и за счет применения высокоточного литья по газифицируемым моделям, при котором насыщающая обмазка полностью  
15 растворяется в поверхностном слое материала, обеспечивая получение диффузионного слоя максимальной толщины - до 10 мм.

Нанесение на литейную оснастку для получения детали обмазки толщиной слоя 0,5-1,0 мм является оптимальным, так как при нанесении обмазки толщиной слоя  
20 менее 0,5 мм наблюдается местный прогар обмазки и, как следствие, «пятнистая» твердость, а при нанесении обмазки толщиной слоя более 1,0 мм снижается экономичность процесса упрочнения вследствие перерасхода насыщающей обмазки.

Содержание в обмазке диборида хрома в количестве 10-40 мас.% является оптимальным, так как при содержании диборида хрома в обмазке меньше 10%  
25 наблюдается отслоение обмазки от модели при сушке, а при содержании диборида хрома в обмазке более 40% необоснованно повышается стоимость обмазки ввиду высокой стоимости диборида хрома.

Содержание в обмазке карбида бора в количестве 35-80 мас.% оптимально по  
30 причине того, что при более низком его содержании чем 35% образуются диффузионные слои незначительной толщины, кроме того, обмазка не растворяется в расплавленном металле, что приводит к неточности размеров готового изделия. Содержание карбида бора в обмазке более 80% приводит к образованию в поверхностном слое хрупких составляющих, выкрашивающихся в процессе  
35 эксплуатации, что приводит к снижению ресурса работы упрочненной детали и ее катастрофическому износу.

Содержание в обмазке мелкодисперсного графита в количестве 7-18 мас.% оптимально потому, что при меньшем содержании углерода затруднено отделение  
40 нерастворившейся в жидком металле обмазки, а при содержании углерода выше 18% происходит интенсивное порообразование на поверхности изготовленной детали. Данные факторы приводят к ухудшению размерной точности изготовленной по предлагаемой технологии детали.

Содержание в обмазке фторида натрия в количестве 1-5 мас.% оптимально по  
45 причине того, что при содержании фторида натрия, меньшем 1%, происходит недостаточно полное растворение упрочняющей обмазки в поверхности детали, что приводит к получению относительно тонких диффузионных слоев, обладающих малым ресурсом работы. При увеличении в обмазке содержания фторида натрия  
50 выше 5% возможно образование раковин с неметаллическими включениями, что приводит к ухудшению геометрической точности изготовленной детали.

Содержание хлорида аммония в количестве 1-3 мас.% является оптимальным, так как при содержании в обмазке хлорида аммония ниже 1% происходит

сажеобразование на поверхности жидкого металла и формирование прослойки углерода между металлом и упрочняющей обмазкой, в результате чего диффузионно упрочненных слоев не наблюдается. При превышении содержания хлорида аммония в обмазке выше 3% происходит повышенное газообразование, в результате чего геометрическая точность изделия ухудшается из-за наличия на поверхности изготовленного изделия газовых раковин.

Предложенное изобретение поясняется таблицей, в которой приведены результаты испытаний на стойкость фильер, изготовленных из стали 35Л, для прессования древесных отходов.

Способ изготовления и упрочнения деталей из чугунов и сталей осуществляется следующим образом. Предварительно обмазку, содержащую диборид хрома, карбид бора, мелкодисперсный графит, фторид натрия, хлорид аммония при следующем соотношении компонентов, мас. %: диборид хрома 10-40; карбид бора 35-80; мелкодисперсный графит 7-18; фторид натрия 1-5; хлорид аммония 1-3, разводят в воде до пастообразного состояния. Приготовленную обмазку наносят краскопультом на внешнюю поверхность литейной оснастки для получения детали слоем от 0,5 до 1,0 мм, после чего сушат на воздухе до получения твердой корки. При этом в качестве литейной оснастки используют газифицируемую модель из пенополистирола.

Высушенную модель формуют в сухой песок в оснастке для получения детали, в качестве которой используют опоку-контейнер, и производят насыщение путем заливки расплавленного металла - чугуна или стали - в оснастку. Охлаждают расплавленный металл вместе с оснасткой с получением диффузионного слоя на поверхности детали. Извлекают деталь из оснастки, охлаждают на воздухе до комнатной температуры и очищают от пригара, получая деталь путем литья по газифицируемым моделям с нанесенным слоем насыщающей обмазки.

Изобретение иллюстрируется следующим примером.

Изготавливали и упрочняли деталь из стали 35Л - фильеру для прессования древесных отходов. Предварительно обмазку, содержащую диборид хрома, карбид бора, мелкодисперсный графит, фторид натрия, хлорид аммония (см. таблицу, №№ п/п 5-18), разводили в воде до пастообразного состояния. Приготовленную обмазку наносили на внешнюю поверхность газифицируемой модели из пенополистирола слоем толщиной 0,5-1,0 мм краскопультом, после чего сушили на воздухе до получения твердой корки.

Высушенную модель формовали в опоке-контейнере, засыпая сухим кварцевым песком, и производили насыщение путем заливки модели расплавленной сталью 35Л с температурой от 1560 до 1650°C с последующим охлаждением отливки в опоке-контейнере до 650-700°C. Время охлаждения при этом составляло 1 час. Затем осуществляли выбивку, охлаждение на воздухе до комнатной температуры и очистку отливки от пригоревшего песка путем галтования или дробеструйной обработки. При этом на поверхности отливки был получен упрочненный диффузионный слой толщиной 1,5-3 мм с микротвердостью 12000-14000 МПа, состоящий из боридов и карборидов хрома и железа сложного состава (см. таблицу, №№ п/п 8-9, 18). Износостойкость фильеры определяли по весу спрессованных древесных отходов.

Также осуществляли процесс изготовления фильеры в соответствии со способом упрочнения деталей, а именно литой фильеры из быстрорежущей стали, выбранным в качестве аналога (см. таблицу, №№ п/п 1, 2), способом изготовления и упрочнения стальной фильеры, выбранным в качестве прототипа (см. таблицу, №№ п/п 3, 4), и способом изготовления серийной фильеры из стали ХВГ (см. таблицу, №19).

Как следует из приведенных в таблице данных, при изготовлении упрочненных деталей из обмазки с содержанием компонентов за заявленными пределами стойкость упрочненных слоев снижается и происходит искажение размеров упрочненного изделия, приводящее к браку (см. таблицу, №№ п/п 5-7, 10-17). Износостойкость изготовленной в соответствии с изобретением фильеры возросла в среднем в 1,5 раза по сравнению с прототипом.

Таким образом, использование предложенного изобретения позволяет увеличить толщину диффузионного слоя, размерную точность, чистоту поверхности, износостойкость и коррозионную стойкость деталей, упрочненных в соответствии с предложенным способом, повысить экономичность процесса изготовления и упрочнения деталей из чугунов и сталей при отсутствии применения операции механической обработки. Заявленный способ может быть использован на любом предприятии, имеющем участок для точного литья по газифицируемым моделям, для производства деталей машин и инструмента, обладающих повышенным по сравнению с серийным в 2-10 раз ресурсом работы.

Результаты испытаний на стойкость фильер, изготовленных из стали 35Л, для прессования древесных отходов										
№ п/п	Упрочнение с применением обмазки состава, мас. %								Стойкость, т*	Толщина слоя, мм
	FeT	B <sub>4</sub> C	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	NH <sub>4</sub> Cl	CrB <sub>2</sub>	NaF	Графит	Бентонит		
Аналог										
1	50	25	22	3	-	-	-	-	12	0,2
2	60	20	17	3	-	-	-	-	8	0,15
Прототип										
3	-	60	-	-	22	2	10	6	19	0,15
4	-	55	-	-	25	3	12	5	22	0,22
Изобретение										
5	-	35	-	3	40	5	17	-	9	0,5
6	-	33	-	3	40	5	19	-	5	0,3
7	-	80	-	2	10	3	5	-	11	0,8
8	-	75	-	2	13	3	7	-	28	1,5
9	-	56	-	2	25	3	14	-	40	3,5
10	-	74	-	2	15	3	6	-	12	
11	-	81	-	1	10	1	7	-	21	1,2
12	-	66,5	-	0,5	15	3	15	-	19	0,82
13	-	51	-	4	25	4	16	-	10	0,12
14	-	75	-	2	8	3	12	-	16	0,48
15	-	38	-	2	45	2	13	-	7	0,6
16	-	57,5	-	2	30	0,5	10	-	11	0,5
17	-	62	-	1	22	6	9	-	4	0,12
18	-	55	-	2	22	3	18	-	25	1,45
19	Серийная фильера, изготавливаемая из стали ХВГ								6	

\* Стойкость определялась по количеству спрессованных отходов древесины, в тоннах. Режим работы фильеры из стали 35Л: шнековый пресс с рабочим усилием 40 т и скоростью подачи отходов 200 мм/с, температура процесса прессования 400°С.

### Формула изобретения

1. Способ изготовления и упрочнения деталей из чугуна и стали, включающий нанесение на литейную оснастку для получения детали обмазки, разведенной в воде до пастообразного состояния и содержащей диборид хрома, карбид бора, фторид натрия, мелкодисперсный графит, сушку на воздухе до получения твердой корки, заливку расплавленного металла в оснастку для получения детали, охлаждение расплавленного металла вместе с оснасткой с получением диффузионного слоя на поверхности детали и извлечение детали из оснастки, отличающийся тем, что на

литейную оснастку для получения детали наносят обмазку толщиной слоя 0,5-1,0 мм, дополнительно содержащую хлорид аммония, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

5	Диборид хрома	10-40
	Карбид бора	35-80
	Мелкодисперсный графит	7-18
	Фторид натрия	1-5
	Хлорид аммония	1-3,

10

при этом в качестве литейной оснастки используют газифицируемую модель, обмазку наносят на внешнюю поверхность этой модели, а деталь получают литьем по газифицируемым моделям с нанесенным слоем насыщающей обмазки.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что нанесение обмазки на литейную оснастку  
15 осуществляют краскопультом.

20

25

30

35

40

45

50