



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006127138/02, 27.07.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
27.07.2006

(43) Дата публикации заявки: 10.02.2008

(45) Опубликовано: 27.10.2008 Бюл. № 30

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: SU 203916 A, 08.12.1967. SU 1587072  
A1, 23.08.1990. SU 730856 A, 30.04.1980. JP  
56-072151 A, 16.06.1981. DE 10049598 A1,  
18.04.2002. GB 685083 A, 31.12.1952. DE  
3225636 A, 01.03.1984.

Адрес для переписки:

127018, Москва, ул. Складочная, д.6, ЦРНО,  
пат.пов. В.Д.Саковичу

(72) Автор(ы):

Филимонов Александр Владимирович (RU),  
Александров Николай Никитьевич (RU),  
Гущин Николай Сафонович (RU),  
Ковалевич Евгений Владимирович (RU),  
Пестов Евгений Степанович (RU),  
Петров Лев Александрович (RU),  
Харламов Евгений Иванович (RU),  
Цветков Юрий Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

"ЦЕНТР РАЗРАБОТКИ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО  
ОБОРУДОВАНИЯ" ("ЦРНО") (SC)

## (54) АУСТЕНИТНЫЙ ЧУГУН С ШАРОВИДНЫМ ГРАФИТОМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к черной металлургии, в  
частности к составам аустенитных чугунов с  
шаровидным графитом. Может использоваться для  
изготовления рабочих органов погружных  
центробежных насосов для добычи нефти.  
Аустенитный чугун содержит, мас. %: углерод 2,2-3,0; кремний 2,4-3,2; марганец 3,0-4,0; медь 6,5-  
7,5; никель 9,4-11,0; хром 0,3-0,5; ванадий 0,01-  
0,03; магний 0,03-0,05; кальций 0,03-0,05; церий  
0,01-0,03; железо - остальное. Чугун обладает  
высокой износ- и коррозионной стойкостью при  
работе в агрессивных средах при температурах  
от -60 до 90°C. 2 табл.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

**C22C 37/04** (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2006127138/02, 27.07.2006**(24) Effective date for property rights: **27.07.2006**(43) Application published: **10.02.2008**(45) Date of publication: **27.10.2008 Bull. 30**

Mail address:

**127018, Moskva, ul. Skladochnaja, d.6, TsRNO,  
pat.pov. V.D.Sakovichu**

(72) Inventor(s):

**Filimonov Aleksandr Vladimirovich (RU),  
Aleksandrov Nikolaj Nikit'evich (RU),  
Gushchin Nikolaj Safonovich (RU),  
Kovalevich Evgenij Vladimirovich (RU),  
Pestov Evgenij Stepanovich (RU),  
Petrov Lev Aleksandrovich (RU),  
Kharlamov Evgenij Ivanovich (RU),  
Tsvetkov Jurij Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**"TsENTR RAZRABOTKI  
NEFTEDOBYVAJuShchEGO OBORUDOVANIJa"  
("TsRNO") (SC)**

**(54) AUSTENITE IRON WITH GLOBULAR GRAPHITE**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: austenite iron contains, wt %:  
carbon 2.2-3.0; silicon 2.4-3.2; manganese 3.0-  
4.0; copper 6.5-7.5; nickel 9.4-11.0; chromium

0.3-0.5; vanadium 0.01-0.03, magnesium 0.03-0.05;  
calcium 0.03-0.05; cerium 0.01-0.03; iron - the rest.

EFFECT: iron possesses high wear and corrosion  
resistance at operation in corrosive mediums.

2 tbl

RU 2 3 3 7 1 7 0 C 2

RU 2 3 3 7 1 7 0 C 2

Изобретение относится к литейному производству, а именно к изысканию аустенитного чугуна с шаровидным графитом для производства деталей, предназначенных для работы в агрессивной среде при диапазоне температур от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+90^{\circ}\text{C}$ , в частности для изготовления рабочих органов погружных центробежных насосов для добычи нефти.

5 Известен аустенитный чугун с шаровидным графитом, описанный в авторском свидетельстве СССР №730856, МПК C22C 37/04, 1976 г., имеющий следующий химический состав, мас. %:

	Углерод	2,8-3,6
	Кремний	1,8-2,4
10	Марганец	6,0-8,0
	Медь	4,6-6,0
	Никель	4,0-6,0
	Магний	0,01-0,04
	Кальций	0,01-0,10
	Редкоземельные металлы	0,02-0,08
15	Стронций	0,02-0,10
	Алюминий	0,02-0,12
	Олово	0,001-0,08
	Железо	остальное.

20 Данный аустенитный чугун является ударостойким при отрицательных температурах до минус  $110^{\circ}\text{C}$  и эрозиостойким материалом.

Однако, несмотря на ввод в состав чугуна таких дорогостоящих элементов, как стронций и олово, он имеет низкую коррозионную стойкость и износостойкость в условиях работы в агрессивных средах.

25 Известен аустенитный чугун с шаровидным графитом (см., например, описание к авторскому свидетельству №2039916, МПК<sup>4</sup>, C22C 37/10, 1971 г.), выбранный в качестве прототипа по содержанию входящих компонентов и имеющий следующий состав, мас. %:

	Углерод	3,0-3,5
	Кремний	2,5-3,5
	Марганец	4,5-5,0
30	Медь	4,5-5,0
	Никель	5,0-6,0
	Магний	0,015-0,03
	Кальций	0,03-0,06
	Церий	0,03-0,05
	Железо	остальное.

35 Указанный аустенитный чугун с шаровидным графитом не обеспечивает необходимую износостойкость деталей и коррозионную стойкость материала для изготовления деталей, предназначенных для работы в агрессивной и абразивосодержащей среде в диапазоне температур от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+90^{\circ}\text{C}$ .

40 Задачей предложенного изобретения является создание аустенитного чугуна с шаровидным графитом с повышенной износо- и коррозионной стойкостью для работы в агрессивной среде при температурах в диапазоне от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+90^{\circ}\text{C}$ .

45 Технический результат, достигаемый при реализации предложенного технического решения, состоит в повышении прочности, твердости, коррозионной стойкости и износостойкости чугуна при снижении его себестоимости, предназначенного для изготовления отливок сложной конфигурации, например ступеней погружных центробежных насосов для добычи нефти.

50 Указанный технический результат обеспечивается тем, что в предложенном аустенитном чугуне с шаровидным графитом, содержащем: углерод, кремний, марганец, медь, никель, магний, кальций, церий, железо, дополнительно введены хром и ванадий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

	углерод	2,2-3,0
	кремний	2,4-3,2
	марганец	3,0-4,0

медь	6,5-7,5
никель	9,4-11,0
хром	0,3-0,5
ванадий	0,1-0,4
магний	0,01-0,03
кальций	0,03-0,05
церий	0,01-0,03
железо	остальное.

5

10 Введение марганца в состав предложенного чугуна в количестве менее 3,0% не обеспечивает повышения достаточной концентрации марганца в аустените, что приводит к частичному распаду аустенитной основы чугуна при его охлаждении до температуры минус 60°C. Это влечет за собой резкое снижение ростоустойчивости деталей, изготовленных из аустенитного чугуна с шаровидным графитом, что снижает срок их службы, а в случае изготовления из этого чугуна ступеней погружных центробежных насосов для добычи нефти этот недостаток может привести к выходу из строя самих насосов. Увеличение содержания марганца свыше 4,5% вызывает выделение карбидов марганца типа (Mn<sub>3</sub>C), что повышает хрупкость чугуна и ухудшает обработку отливок резанием.

15

Введение в состав чугуна хрома позволяет повысить его прочность, твердость, коррозионную стойкость и износостойкость.

20

Введение хрома менее 0,3% не обеспечивает достаточной концентрации хрома в аустените, что снижает прочность, твердость, коррозионную стойкость и износостойкость чугуна. Увеличение содержания хрома свыше 0,5% вызывает выделение карбидов цементитного типа (Fe, Cr)<sub>3</sub>C, что снижает прочностные характеристики металла и ухудшает обрабатываемость отливок, изготовленных из него.

25

Добавка в состав предложенного чугуна ванадия способствует увеличению эффективных зародышей кристаллизующегося графита, что способствует снижению линейной усадки и склонности чугуна к образованию трещин.

30

Введение в состав чугуна ванадия менее 0,1% не обеспечивает образования достаточного количества эффективных зародышей кристаллизующегося графита, в результате чего остаются повышенными линейная усадка и склонность чугуна к образованию трещин. Увеличение количества ванадия свыше 0,4% способствует образованию карбидов ванадия, в результате чего снижается прочность чугуна и ухудшается его обрабатываемость резанием.

35

Увеличение содержания меди в чугуне позволяет повысить ее концентрацию в аустените.

40

Введение меди в количестве менее 6,5% не обеспечивает повышения достаточной концентрации меди в аустените, что способствует частичному распаду аустенитной основы чугуна при его охлаждении до температуры минус 60°C и соответственно резкому снижению ростоустойчивости рабочих органов центробежных насосов, выполненных из аустенитного чугуна с шаровидным графитом. Увеличение содержания меди свыше 7,5% способствует выделению по границам зерен аустенита металлической меди, в результате чего понижаются прочностные характеристики, коррозионная стойкость и износостойкость чугуна.

45

Повышенное содержание никеля в чугуне позволяет повысить его концентрацию в аустените.

50

Введение никеля в количестве менее 9,4% не обеспечивает повышения достаточной концентрации никеля в аустените, что способствует частичному распаду аустенитной основы чугуна при его охлаждении до температуры минус 60°C. Увеличение содержания никеля свыше 11,0% не способствует дальнейшему повышению стабильности аустенитной основы чугуна при его охлаждении до температуры минус 60°C. При этом себестоимость литья из аустенитного чугуна с шаровидным графитом увеличивается.

Выплавка аустенитного чугуна с шаровидным графитом предложенного состава осуществляется следующим образом.

Плавку чугуна проводят в индукционных или дуговых электропечах с использованием стандартных шихтовых материалов. Легирующие элементы - никель, хром и медь вводят в металлизавалку. После расплавления шихты и перегрева чугуна до температуры 1450-1500°C на зеркало расплава вводят марганец в виде 60%-ного ферромарганца, кремний в

5

виде 75%-ного ферросилиция и ванадий в виде феррованадия. С целью повышения жидкотекучести чугуна вводят фосфор в количестве 0,15-0,25% в виде 20%-ного феррофосфора. На дно разливочного ковша перед выпуском жидкого металла из печи вводят магний и кальций в составе сфероидизирующей присадки, а также церий в виде ферроцерия.

10

В табл.1 приведен химический состав известного и предложенного чугунов. В табл.2 приведены значения их литейных и механических свойств, а также стойкость в агрессивных средах при различных температурах. Техническим результатом является, как видно из данных таблицы 2, более высокая прочность (450-470 МПа), твердость (120-140 НВ) и соответственно более высокая

15

коррозионная стойкость и износостойкость предлагаемого чугуна в сравнении с прототипом. Временное сопротивление при растяжении определяли по ГОСТ 27208-87. Твердость по Бринеллю определяли в соответствии с ГОСТ 9012-59.

20

Коррозионную стойкость в водном растворе хлоридов определяли по потере массы образцов после испытания продолжительностью 14 суток при температуре 70-80°C.

Коррозионную стойкость в сероводороде определяли по потере массы образцов после испытаний в автоклаве продолжительностью 10 суток при температуре 90±1°C. Концентрация сероводорода составляла 6 г/л.

25

Ростоустойчивость в охлаждающей среде определяли по изменению линейных размеров образцов после испытания продолжительностью 1 час при температуре минус 60°C. Охлаждающая среда состояла из двуокиси углерода (3 кг), этилового спирта (500 мл) и ацетона (200 мл).

30

Испытания на износостойкость проводили при нагрузке 6,5 кг/см<sup>2</sup> и продолжительности испытаний 6 часов. Износостойкость определяли по изменению размеров образца после проведения испытаний. Абразивная среда состояла из 30% смазочно-охлаждающей жидкости и 70% воды с добавлением 10 г/л Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

35

Применение предлагаемого аустенитного чугуна с шаровидным графитом для отливок, имеющих сложную конфигурацию, например ступеней погружных центробежных насосов для добычи нефти, позволяет существенно (на 50-60%) увеличить срок службы деталей в эксплуатации на 20-30% при снижении себестоимости их изготовления.

Чугун	№ плавки	Содержание химических элементов, мас. %										
		C	Si	Mn	Cu	Ni	Cr	V	Mg	Ca	Ce	Fe
Предлагаемый	11	2,2	2,4	3,0	6,5	9,4	0,3	0,1	0,01	0,03	0,01	Ост.
	12	2,6	2,8	3,5	7,0	10,2	0,4	0,25	0,02	0,04	0,02	Ост.
	13	3,0	3,2	4,0	7,5	11,0	0,5	0,4	0,03	0,05	0,03	Ост.
Прототип	1	3,2	3,0	4,7	4,7	5,5	-	-	0,02	0,04	0,04	Ост.

40

№ плавки	Жидкотекучесть при температуре 1400°C, мм	Прочность, МПа	Твердость, НВ	Скорость коррозии, мм/год		Интенсивность солеотложения, г/час	Ростоустойчивость при температуре минус 60°C, %	Суммарный износ пары трения из чугуна, мм
				в водном растворе хлоридов	в сероводороде			
11	550	450	120	0,050	3,75	0,056	0	0,12
12	580	470	140	0,049	3,60	0,055	0	0,10
13	600	460	130	0,0495	3,70	0,055	0	0,11
1	460	430	110	0,052	3,99	0,056	0	0,15

45

50

### Формула изобретения

Аустенитный чугун с шаровидным графитом, содержащий углерод, кремний, марганец,

медь, никель, магний, кальций, церий и железо, отличающийся тем, что он дополнительно содержит хром и ванадий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

5	углерод	2,2-3,0
	кремний	2,4-3,2
	марганец	3,0-4,0
	медь	6,5-7,5
	никель	9,4-11,0
10	хром	0,3-0,5
	ванадий	0,01-0,03
	магний	0,03-0,05
	кальций	0,03-0,05
	церий	0,01-0,03
15	железо	остальное
20		
25		
30		
35		
40		
45		
50		