

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **047295**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.06.27

(51) Int. Cl. **C22C 37/04 (2006.01)**
C22C 37/08 (2006.01)

(21) Номер заявки
202290580

(22) Дата подачи заявки
2022.02.16

(54) **СОСТАВ ИЗНОСОСТОЙКОГО ЧУГУНА**

(43) **2023.08.31**

(96) **KZ2022/011 (KZ) 2022.02.16**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**НЕКОММЕРЧЕСКОЕ
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"КАРАГАНДИНСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ" (KZ)**

**Марат Кенесович, Доспаев
Мурат Мантенович, Аринова
Сания Каскатаевна, Щербакова
Елена Петровна, Достоева Ардак
Мухамедиевна, Аубакиров Дастан
Рахметтолаевич (KZ)**

(74) Представитель:
Туташева Л.А. (KZ)

(72) Изобретатель:
**Исагулов Аристотель Зейнуллинович,
Куликов Виталий Юрьевич, Квон
Светлана Сергеевна, Ибатов**

(56) **RU-C1-2526507
DE-A1-102004040056
RU-C1-2384641
JP-B2-H0139512
CN-C-1043669**

(57) Изобретение относится к литейному производству, в частности к составу износостойких хромоникелевых чугунов, работающих в условиях износа. Предлагаемый чугун предназначен для изготовления деталей горно-металлургического оборудования, таких как детали шламовых насосов, дробильное и размольное оборудование, циклоны, футеровка валковых мельниц и др. Техническим результатом является повышение сопротивления абразивному износу чугуна за счет присутствия в структуре шаровидного графита и карбидов титана. Техническое решение изобретения заключается в том, что чугун известной композиции корректируется до нужного состава путем увеличения соотношения кремния и хрома, увеличения содержания никеля и дополнительно легируется карбидом титана. Увеличение содержания кремния до 1,5-2,5% при содержании хрома 3-5% приводит к образованию некоторого количества свободного пластинчатого графита. Последующее модифицирование мишметаллом меняет пластинчатую форму графита на шаровидную. Увеличение содержания никеля по сравнению с аналогом обеспечивает образование мартенситно-бейнитной структуры. Введение в состав чугуна карбида титана компенсирует снижение твердости, которое имеет место в результате уменьшения объема карбидов хрома. Кроме того, введение карбида титана оказывает благоприятное влияние на процесс образования пластинчатого графита, так как способствует упрощению его формы и размеров, что облегчает, в последующем, процесс преобразования пластинчатого графита в шаровидный. Присутствие некоторого количества молибдена обеспечивает достаточную ударную вязкость. Так как вводимый карбид титана уже содержит углерод, то начальное содержание углерода до легирования карбидом титана должно составлять 2,3-2,8. Конечная структура характеризуется мартенситно-бейнитной смесью, карбидами железа, хрома и титана, а также некоторым количеством шаровидного графита.

047295 B1

047295 B1

Изобретение относится к литейному производству, в частности к составу износостойких хромоникелевых чугунов, работающих в условиях износа.

Известен износостойкий чугун, содержащий, мас. %: углерод - 2,8-3,5; кремний - 0,6-2,0; марганец - 0,05-0,5; хром - 2,5-4,5; никель - 3,5-5,0; молибден - 0,2-0,7; фосфор - 0,5-1,45; сера - 0,5-0,25; висмут - до 0,01; железо - остальное (Великобритания VK Patent NO, GB 2072702 A). Недостатками этого чугуна являются низкие значения прочности, вязкости и твердости в литом состоянии. В связи с этим известный чугун не имеет необходимую стойкость в условиях ударно-абразивного износа.

Известен износостойкий чугун, содержащий, мас. %: углерод - 3-3,7, кремний - 0,5-3; марганец - 0,2-1,5; хром - 6,8-15; никель - 4-8; фосфор - до 0,4; сера - до 0,15; железо - остальное (см. патент США № 2662011, кл. 75-128, 1953). Недостатками этого чугуна являются большая линейная усадка, высокие значения модуля упругости и коэффициента линейного расширения.

Известен состав износостойкого хромоникелевого чугуна (а.с. СССР 245372), в состав которого входит углерод в количестве, % 1,3-2,8; хром - 8-14; кремний - до 0,8; марганец - 4-7%; железо - остальное. Однако такой состав чугуна не обеспечивает необходимой износостойкости, особенно в современных условиях, когда разному подвергаются руды с большим содержанием твердой минеральной составляющей.

Известен состав чугуна (патент РФ № 2234553), в состав которого дополнительно вводятся такие элементы, как бор, ванадий и алюминий. Модифицирование проводится церием и магнием. Недостатком этого состава является достаточно сложная технология выплавки, связанная с выгоранием бора и алюминия, а также необходимость модифицирования двумя видами модификаторов.

Известен состав чугуна (патент РФ № 2384641), в состав которого, кроме бора, ванадия и алюминия, дополнительно вводится медь с целью повышения вязкости металлической основы. Недостатком этого состава также является сложность технологии выплавки, так как содержание таких элементов, как бор, ванадий и медь, составляет около 0,5%.

В качестве наиболее близкого аналога выбран износостойкий чугун, с шаровидным графитом, содержащий, мас. %: углерод - 3,6-3,8, кремний - 1,6-2,1, марганец - 0,5-0,7, никель - 0,8-1,2, молибден - 0,5-0,6, хром - 0,2-0,4, церий - 0,10-0,16, медь - 0,15-0,30 и железо (а.с. СССР 1560605, МПК С22С 37/00, опубл. 30.04.1990).

Однако этот известный чугун с шаровидным графитом в литом состоянии не обеспечивает необходимую стойкость в условиях ударно-абразивного изнашивания. Требуемые свойства известного чугуна обеспечиваются только после сложной термической обработки (изотермической закалки).

Техническое решение изобретения заключается в том, что чугун известной композиции корректируется до нужного состава путем увеличения соотношения кремния и хрома, увеличения содержания никеля и дополнительно легируется карбидом титана. Увеличение содержания кремния до 1,5-2,5 % при содержании хрома 3-5% приводит к образованию некоторого количества свободного пластинчатого графита. Последующее модифицирование мишметаллом меняет пластинчатую форму графита на шаровидную. Увеличение содержания никеля по сравнению с аналогом обеспечивает образование мартенситно-бейнитной структуры. Введение в состав чугуна карбида титана компенсирует снижение твердости, которое имеет место в результате уменьшения объема карбидов хрома. Кроме того введение карбида титана оказывает благоприятное влияние на процесс образования пластинчатого графита, так как способствует упрощению его формы и размеров, что облегчает, в последующем, процесс преобразования пластинчатого графита в шаровидный. Карбиды титана имеют высокую температуру плавления (3140°C) и не расплавляются, сохраняя фазовую индивидуальность. Благодаря низкой плотности карбиды титана всплывают в процессе разлива и равномерно распределяются по сечению отливки.

Присутствие некоторого количества молибдена обеспечивает достаточную ударную вязкость. Так как вводимый карбид титана уже содержит углерод, то начальное содержание углерода до легирования карбидом титана должно составлять 2,3-2,8. Конечная структура характеризуется мартенситно-бейнитной смесью, карбидами железа, хрома и титана, а также некоторым количеством шаровидного графита.

Присутствие кремния в составе чугуна приводит к его графитизации, поэтому для подавления этого процесса необходимо его сбалансированное содержание при соотношении 2,5:1 = Cr:Si. Увеличение содержания хрома до 3,0-5,0% при содержании кремния 1,5-2,5% приводит к тому, что процесс графитизации полностью не подавляется, и некоторая часть углерода графитизируется, образуя пластинчатый графит.

Техническим результатом является получение структуры, состоящей из мартенситно-бейнитной матрицы, карбидов хрома, железа и титана и шаровидного графита. Надо отметить, что карбиды титана присутствуют в структуре благодаря вводу порошка карбида титана. В этом случае карбиды характеризуются более округлой формой, чем карбиды, полученные в процессе кристаллизации, что благотворно влияет на свойства структуры.

Шаровидный графит получается в результате модификации пластинчатого графита, что обеспечивает конечную структуру, соответствующую принципу Шарли: одновременное присутствие твердых и относительно мягких составляющих, что обеспечивает высокую сопротивляемость в процессе абразив-

ного износа.

Задачей настоящего изобретения является разработка состава износостойкого чугуна на хромоникелевой основе для производства деталей, работающих в условиях абразивного износа. За счет сбалансированного состава образуется структура, в которой присутствуют как твердые составляющие (мартенситно-бейнитная матрица, карбиды хрома, железа и титана), так и относительно мягкая составляющая (шаровидный графит), что обеспечивает повышенное сопротивление абразивному износу.

В лаборатории ЦЖМ НАО "Карагандинский технический университет" были проведены следующие исследования. В лабораторной печи марки УИП -25 с усиленной системой охлаждения были выплавлены опытные сплавы в соответствии с разработанным составом (табл. 1). Содержание углерода контролировалось до введения карбида титана. Карбид титана, предварительно измельченный до фракции -50 мкм, вводился на дно тигля перед разливкой плавки разливали в интервале температур 1450-460°C в тигли, имеющие форму образцов для испытаний на износ. Испытания на износ проводили на приборе TABER ABRASER 352G. В качестве абразива использовался карбид вольфрама, период испытаний - 10000 циклов. Износостойкость определяли по относительному изменению массы:

$$L = \frac{M_1}{M_2} * 100\%$$

где M_1 - масса образца после испытаний;

M_2 - начальная масса образца.

В качестве образца для сравнения использовался чугун состава аналога. В табл. 1 приведен химический состав опытных сплавов, в табл. 2 - результаты испытаний на свойства.

Таблица 1

образец	Химический состав опытных сплавов											
	Элемент, %											
	C	Cr	Mn	TiC	Ni	Si	Mo	Cu	Ce	Fe	S	P
1(аналог)	3,6	0,2	0,5	-	1,0	1,8	0,5	0,2	0,1	ост	≤0,05	≤0,09
2	2,6	1,5	0,6	0,5	4,0	1,5	0,5	0,2	0,1	ост	≤0,05	≤0,09
3	2,8	4,0	0,6	0,8	4,5	2,0	0,5	0,2	0,1	ост	≤0,05	≤0,09
4	3,0	5,0	0,5	1,0	5,0	2,5	0,5	0,2	0,1	ост	≤0,05	≤0,09

Таблица 2

Механические свойства опытных образцов		
п/п	Твердость, НВ	%
1(аналог)	335	68,2
2	498	89,9
3	502	92,3
4	523	95,2

Как видно из приведенных данных, в результате корректировки состава чугуна в указанных соотношениях твердость сплава по сравнению с аналогом возрастает в 1,5- 1,6 раза, сопротивление абразивному износу - на 30 -35%.

Разработанный износостойкий чугун на хромо-никелевой основе может быть использован для производства деталей горно-металлургического оборудования, работающих в условиях абразивного износа (циклоны, детали шламовых и грунтовых насосов, футеровка мельниц и пр.). Ввиду высокой твердости сплава и сложности последующей механической обработки рекомендуется использовать методы литья, обеспечивающие достаточно высокую чистоту поверхности - литье в кокиль, литье с использованием ХТС и др.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Износостойкий чугун, включающий углерод, кремний, марганец, никель, молибден, хром, медь, цезий и железо и отличающийся тем, что в его составе изменяется соотношение между кремнием и хромом и он дополнительно содержит карбид титана при следующем соотношении компонентов, мас. %: С - 2,6-3,0; Si - 1,5-2,5; Mn - 0,6; Ni - 4,0-5,0; Cr - 3,0-5,0; Mo - 0,5; Ce - 0,1-0,15; TiC - 0,5-1,0; Cu - 0,2; S≤0,05; P≤0,09; Fe - остальное.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2