

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 13455

(13) С1

(46) 2010.08.30

(51) МПК (2009)  
С 22С 37/00

(54)

## СЕРЫЙ АНТИФРИКЦИОННЫЙ ЧУГУН

(21) Номер заявки: а 20081582

(22) 2008.12.10

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Кукуй Давыд Михайлович; Сайков Владимир Павлович; Карпенко Михаил Иванович; Одиночко Виктор Федорович; Бадюкова Светлана Михайловна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ГОСТ 1585-85.Чугун антифрикционный для отливок.

ВУ 11084 С1, 2008.

JP 60121254 А, 1985.

SU 1010152 А, 1983.

SU 1035085 А, 1983.

RU 2119547 С1, 1998.

DE 4438073 А1, 1996.

(57)

Серый антифрикционный чугун, содержащий углерод, кремний, марганец, фосфор, серу, хром, никель, медь, титан и железо, **отличающийся** тем, что дополнительно содержит кальций и барий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

углерод	3,5-3,8
кремний	1,8-2,4
марганец	0,6-0,8
фосфор	0,1-0,2
сера	0,02-0,12
хром	0,04-0,16
никель	0,1-0,3
медь	0,04-0,08
титан	0,03-0,08
кальций	0,02-0,05
барий	0,008-0,025
железо	остальное.

Изобретение относится к области металлургии, в частности к серым конструкционным чугунам для литых корпусных антифрикционных изделий с повышенными механическими и эксплуатационными свойствами.

Известен высокофосфористый антифрикционный чугун [1], содержащий, мас. %:

углерод	2,8-3,2
кремний	1,2-1,7
марганец	до 1,0
фосфор	0,2-0,6
хром	0,2-0,6
сера	до 0,1
железо	остальное.

ВУ 13455 С1 2010.08.30

## ВУ 13455 С1 2010.08.30

Литые изделия из этого чугуна склонны к трещинам, имеют крупнозернистую структуру с высоким содержанием фосфидной эвтектики, повышенные остаточные термические напряжения и требуют дополнительной термообработки.

Известен серый антифрикционный чугун для корпусных литых деталей [2] следующего химического состава, мас. %:

углерод	2,4-3,5
кремний	1,4-2,5
марганец	0,5-1,5
хром	1,0-1,7
никель	0,2-0,7
железо	остальное.

Известный чугун имеет в литых заготовках высокие (более 30 МПа) остаточные напряжения и отбел, повышенную концентрацию в структуре карбидов хрома, что вызывает необходимость их длительной термической обработки для повышения антифрикционных, упруго-пластических и эксплуатационных свойств. Низкие характеристики удароустойчивости не обеспечивают антифрикционным изделиям высоких эксплуатационных свойств.

По технической сущности и достигаемому эффекту наиболее близким к предложенному является серый антифрикционный чугун [3] следующего химического состава, мас. %:

углерод	3,2-3,8
кремний	1,7-2,6
марганец	0,3-0,7
фосфор	0,15-0,40
сера	до 0,12
хром	до 0,3
никель	до 0,3
медь	0,2-0,5
титан	0,03-0,1
железо	остальное.

Этот чугун обеспечивает в структуре отливок перлитную металлическую основу твердостью от 160 до 190 НВ. Предел прочности чугуна при изгибе составляет 330...370 МПа. Величина остаточных термических напряжений в отливках - 25...28 МПа. Отмечаются недостаточные характеристики трещиностойкости, механических и антифрикционных свойств. Предельный режим работы при трении не превышает 5 МПа·м/с.

Задача изобретения - повышение трещиностойкости, механических и антифрикционных свойств чугуна в литых изделиях.

Поставленная задача решается тем, что серый антифрикционный чугун, содержащий углерод, кремний, марганец, фосфор, серу, хром, никель, медь, титан и железо, дополнительно содержит кальций и барий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

углерод	3,5-3,8
кремний	1,8-2,4
марганец	0,6-0,8
фосфор	0,1-0,2
сера	0,02-0,12
хром	0,04-0,16
никель	0,1-0,3
медь	0,04-0,08
титан	0,03-0,08
кальций	0,02-0,05
барий	0,008-0,025
железо	остальное.

Существенным отличием предложенного решения является дополнительное введение кальция и бария. Проведенный анализ предложенного решения показал, что на данный момент неизвестны технические решения, в которых были бы отражены указанные отличия. Кроме того, эти отличия являются необходимыми и достаточными для достижения положительного эффекта, указанного в цели изобретения. Это позволяет сделать вывод о том, что данные отличия являются существенными.

Дополнительное введение 0,02-0,05 % кальция обусловлено его химической, модифицирующей и графитизирующей активностью и значительным влиянием на форму графита и дисперсность структуры металлической основы, который очищает границы зерен, существенно повышает трещиностойкость и упруго-пластические свойства. При концентрации кальция менее 0,02 % модифицирующий эффект, упруго-пластические и антифрикционные свойства низкие, а при увеличении содержания кальция более 0,05 % увеличивается угар, снижаются однородность структуры и упруго-пластические свойства.

Введение бария в чугун оказывает раскисляющее, рафинирующее и модифицирующее влияние, повышает дисперсность структуры, улучшает механические и эксплуатационные свойства. При увеличении содержания бария более 0,025 % увеличиваются угар, остаточные термические напряжения в отливках и неоднородность их структуры, а также снижаются антифрикционные свойства и удароустойчивость. При концентрации бария менее 0,008 % модифицирующий эффект, механические и эксплуатационные свойства недостаточны, снижается трещиностойкость отливок.

Содержание углерода и кремния принято в соответствии с опытом производства антифрикционных чугунов для отливок с низкими остаточными термическими напряжениями, мелкозернистой перлитной структурой и высокими характеристиками износостойкости в условиях трения и ударно-усталостной долговечности. При увеличении концентраций углерода и кремния соответственно выше 3,8 и 2,4 % в структуре повышается содержание удлиненных пластин графита, что снижает характеристики трещиностойкости, ударно-усталостной долговечности, износостойкости и антифрикционных свойств. При снижении их концентрации соответственно ниже 3,5 и 1,8 % повышаются остаточные термические напряжения и увеличивается содержание ледебурита в структуре, снижаются ударная вязкость и удароустойчивость.

При содержании хрома в чугуне от 0,04 до 0,16 % достигается измельчение дисперсности структуры, стабилизируется коэффициент трения, повышаются твердость и износостойкость. При увеличении содержания хрома более 0,16 % увеличиваются отбел и неоднородность структуры с образованием в ней карбидов, снижаются характеристики предела прочности при изгибе и удароустойчивости. При концентрации хрома менее 0,04 % дисперсность структуры, твердость и эксплуатационные свойства недостаточны.

Уменьшение содержания фосфора в чугуне до 0,1...0,2 % обусловлено существенным его влиянием на повышение коэффициента трения, твердости и износостойкости чугуна. При содержании фосфора до 0,1 % износостойкость, прочностные и антифрикционные свойства недостаточны. В то же время при увеличении концентрации фосфора более 0,2 % снижаются характеристики удароустойчивости, ударной вязкости и ударно-усталостной долговечности.

Медь и титан - основные микролегирующие и графитизирующие элементы, существенно повышающие антифрикционные и упруго-пластические свойства. При концентрации меди менее 0,04 % ее микролегирующий эффект и износостойкость чугуна низкие, а при увеличении содержания меди более 0,08 % увеличивается угар, снижаются однородность структуры и упруго-пластические свойства. При концентрации титана менее 0,03 % микролегирующий эффект недостаточен, а при содержании более 0,08 % снижаются трещиностойкость, относительное удлинение и ударная вязкость.

Повышение концентрации марганца до 0,6...0,8 % обусловлено его высоким микролегирующим влиянием на структуру и повышение механических и антифрикционных

## ВУ 13455 С1 2010.08.30

свойств. При увеличении концентрации марганца более 0,8 % увеличиваются остаточные напряжения и отбел, снижается стабильность коэффициента трения, а при снижении концентрации марганца менее 0,6 % повышается содержание феррита в структуре, снижаются механические и эксплуатационные характеристики чугуна.

Сера при концентрации более 0,12 снижает механические, антифрикционные и эксплуатационные свойства чугуна в литых изделиях. Нижний предел концентрации серы обусловлен невозможностью при плавке в существующих чугунолитейных цехах, производящих антифрикционные литые изделия, практически выплавлять чугун с более низким их содержанием.

Введение никеля обусловлено тем, что он является эффективной упрочняющей и легирующей добавкой для повышения однородности и дисперсности структуры, а также улучшения упруго-пластических и антифрикционных свойств. Верхний предел концентрации никеля (0,3 %) обусловлен снижением трещиностойкости и ударной вязкости при более высоких его концентрациях. При уменьшении концентрации никеля менее 0,1 % укрупняется структура, снижаются механические и антифрикционные свойства.

Опытные плавки чугунов проводили в индукционных тигельных печах с использованием синтетической шихты (из вторичных материалов), состоящей из стального лома А1 и А2, чугунного лома № 17 и № 19, чугуновой стружки 5МГ и 5Н (от 10 до 18 %), карбюризатора и возврата собственного производства. Температура выплавляемого чугуна не ниже 1400-1450 °С. Микролегирование ферромарганцем ФМн 70, никелем марки НПЗ и медью марки М1 производили после рафинирования расплава в печи, а модифицирование ферротитаном, силикокальцием и ферросиликобарием - в ковше. Заливку чугуна производили в песчано-глинистые формы. Остаточные термические напряжения определяли на решетчатых технологических пробах. Для определения свойств чугуна заливали ступенчатые и звездообразные технологические пробы. Механические испытания (по ГОСТ 27208-87) проводили на стандартных образцах, а определение склонности к трещинообразованию проводили на звездообразных технологических пробах высотой 140 мм по общей длине трещин в пробе. Определение твердости проведено по ГОСТ 24805. В табл. 1 приведены химические составы чугунов опытных плавов, а в табл. 2 - технологические, механические и антифрикционные свойства.

Таблица 1

Компоненты	Содержание компонентов в чугунах, мас. %					
	1 (изв.)	2	3	4	5	6
Углерод	3,61	3,3	3,5	3,6	3,8	4,0
Кремний	2,40	1,5	1,8	1,9	2,4	2,6
Марганец	0,62	0,4	0,6	0,73	0,8	1,0
Фосфор	0,30	0,05	0,1	0,14	0,2	0,4
Сера	0,11	0,01	0,02	0,08	0,12	0,14
Хром	0,10	0,03	0,04	0,11	0,16	0,21
Никель	0,11	0,08	0,10	0,22	0,30	0,33
Медь	0,21	0,02	0,04	0,07	0,08	0,09
Титан	0,04	0,01	0,03	0,06	0,08	0,11
Кальций	-	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07
Барий	-	0,006	0,008	0,015	0,025	0,03
Железо	92,5	94,584	93,742	93,045	95,985	91,02

# ВУ 13455 С1 2010.08.30

Таблица 2

Свойства антифрикционных чугунов	Показатели для составов чугуна					
	1 (изв.)	2	3	4	5	6
Предел прочности при изгибе, МПа 1	365	381	432	445	440	420
Величина остаточных термических напряжений, МПа	27	26	21	18	20	25
Скорость износа при сухом трении, мг/см <sup>2</sup> ·гс	0,13	0,10	0,06	0,04	0,05	0,08
Дисперсность перлита, ПД	ПД 1,4	ПД 1,4	ПД 1,0	ПД 0,5	ПД 1,0	ПД 1,4
Твердость, НВ	190	249	229	241	237	227
Предельный режим работы при трении, МПа·м/с	5,0	8,2	16	18	17	15
Склонность отливок к трещинам, мм	63	57	-	44	48	-
Динамическая прочность, кДж/м <sup>2</sup>	27	31	-	38	34	-
Коэффициент трения	0,47	0,42	0,35	0,33	0,37	0,4

Как видно из табл. 2, предложенный чугун обладает более высокими механическими, технологическими и антифрикционными свойствами, чем известный.

Источники информации:

1. Патент Японии 55-5575, кл. С 22С 37/06, 1980.
2. Патент Японии 57-32352, МКИ С 22С 37/08, 1982.
3. ГОСТ 1585-85. Чугун АЧС 3. - С. 2 (прототип).