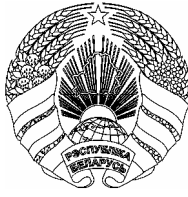


ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 12524

(13) С1

(46) 2009.10.30

(51) МПК (2006)
С 22С 37/00

(54) СЕРЫЙ ЧУГУН ДЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЛИТЕЙНОЙ ОСНАСТКИ

(21) Номер заявки: а 20080794

(22) 2008.06.17

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

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

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

(56) ЛИПНИЦКИЙ А.М. Литье в металлические формы. - Ленинград: Машиностроение, 1980. - С. 31.
SU 1724716 A1, 1992.
SU 1654364 A1, 1991.
JP 60121254 A, 1985.
RU 2320755 C1, 2008.

(57)

Серый чугун для металлической литейной оснастки, содержащий углерод, кремний, марганец, фосфор, серу, хром, никель и железо, **отличающийся** тем, что дополнительно содержит медь, цирконий и кальций при следующем соотношении компонентов, мас. %:

углерод	3,2-3,6
кремний	1,6-2,0
марганец	0,7-1,0
фосфор	0,1-0,3
сера	0,02-0,12
хром	0,12-0,50
никель	0,10-0,30
медь	0,10-0,80
цирконий	0,01-0,05
кальций	0,002-0,010
железо	остальное.

Изобретение относится к области металлургии, в частности к серым чугунам для изготовления модельных плит, кокилей и нагреваемой металлической литейной оснастки с повышенными характеристиками трещиностойкости, термической и эксплуатационной стойкости.

Известен специальный чугун [1] для изготовления модельных плит и другой нагреваемой оснастки, содержащий, мас. %:

углерод	3,2-3,4
кремний	2,2-2,6
марганец	0,77-0,88
фосфор	0,40-0,47
сера	0,01-0,02

ВУ 12524 С1 2009.10.30

никель	2,5-3,5
хром	0,5-0,6
железо	остальное.

Высокие концентрации фосфора и кремния в этом чугуна снижают термическую стойкость, трещиностойкость, эксплуатационную стойкость кокилей и другой нагреваемой оснастки. Кроме того, оснастка из этого чугуна требует длительной термообработки (отжига), так как имеет высокие остаточные напряжения в литом состоянии.

Известны серые чугуны с пластинчатым графитом марок СЧ 20 и СЧ 25 по ГОСТ 1412-85, рекомендованные для изготовления рабочих стенок кокилей [2]. Однако эти чугуны не обеспечивают нагреваемой оснастке необходимой термической стойкости, трещиностойкости, высоких механических и эксплуатационных свойств.

Наиболее близким техническим решением, выбранным в качестве прототипа, является серый чугун для металлической литейной оснастки [3] следующего химического состава, мас. %:

углерод	3,0-3,3
кремний	1,6-1,9
марганец	0,7-1,0
фосфор	до 0,3
сера	до 0,12
хром	0,3-0,4
никель	0,1-0,12
железо	остальное.

Этот чугун обеспечивает в структуре литой оснастки перлитную металлическую основу твердостью от 212 до 235 НВ. Предел прочности при изгибе составляет 410-440 МПа. Величина остаточных термических напряжений в отливках - 23...28 МПа. Отмечаются недостаточные характеристики дисперсности металлической основы (ПД 1,0...ПД 1,4 по ГОСТ 3443-87), трещиностойкости, термической и эксплуатационной стойкости металлической оснастки.

Задача изобретения - повышение дисперсности структуры, трещиностойкости, термической и эксплуатационной стойкости металлической литейной оснастки.

Поставленная задача решается тем, что серый чугун для металлической литейной оснастки, содержащий углерод, кремний, марганец, фосфор, серу, хром, никель и железо, дополнительно содержит медь, цирконий и кальций при следующем соотношении компонентов, мас. %:

углерод	3,2-3,6
кремний	1,6-2,0
марганец	0,7-1,0
фосфор	0,1-0,3
сера	0,02-0,12
хром	0,12-0,50
никель	0,10-0,30
медь	0,10-0,80
цирконий	0,01-0,05
кальций	0,002-0,010
железо	остальное.

Проведенный анализ предложенного технического решения показал, что на данный момент не известны технические решения, в которых были бы отражены указанные отличия. Кроме того, указанные признаки являются необходимыми и достаточными для достижения положительного эффекта, указанного в задаче изобретения. Это позволяет сделать вывод о том, что данные отличия являются существенными.

ВУ 12524 С1 2009.10.30

Дополнительное введение в чугун меди обусловлено существенным влиянием ее на теплопроводность и дисперсность структуры, на снижение остаточных термических напряжений, на повышение прочности, теплостойкости, износостойкости и трещиностойкости. При концентрации меди менее 0,10 % дисперсность структуры, термостойкость, трещиностойкость и эксплуатационные свойства недостаточны. При повышении содержания меди более 0,8 % проявляется ее графитизирующее влияние, увеличиваются неоднородность структуры и снижаются характеристики предела прочности при изгибе, трещиностойкости и удароустойчивости.

Хром и никель наряду с медью являются основными микролегирующими элементами, обеспечивающими характеристики механических свойств чугуна, трещиностойкость, термическую и эксплуатационную стойкость нагреваемой технологической оснастки вследствие повышения дисперсности структуры. Введение хрома в количестве 0,12-0,5 % обусловлено существенным влиянием его на измельчение дисперсности структуры, повышение твердости, термической стойкости, теплостойкости и износостойкости. При увеличении его содержания более 0,5 % увеличивается содержание карбидов в структуре и ее неоднородность, снижаются характеристики предела прочности при изгибе и удароустойчивости. При концентрации хрома менее 0,12 % дисперсность структуры, термическая стойкость, износостойкость и эксплуатационные свойства недостаточны.

Никель в количестве 0,1-0,3 % упрочняет металлическую основу чугуна, повышает дисперсность структуры, термическую стойкость, механические и эксплуатационные свойства. При увеличении содержания никеля более 0,3 % увеличивается неоднородность структуры и снижаются трещиностойкость и удароустойчивость. При концентрации никеля менее 0,1 % термическая стойкость, механические и эксплуатационные свойства чугуна недостаточны.

Дополнительное введение циркония в чугун в количестве 0,01-0,05 % связано с его высоким модифицирующим влиянием на структуру, термостойкость, механические и эксплуатационные свойства. При увеличении содержания циркония более 0,05 % увеличивается угар и неоднородность структуры, а также снижаются дисперсность структуры, удароустойчивость и термическая стойкость. При концентрации циркония менее 0,01 % термостойкость, механические и эксплуатационные свойства чугуна недостаточны.

Содержание углерода и кремния принято исходя из опыта производства термостойких чугунов с низкими остаточными термическими напряжениями, мелкозернистой перлитной структурой и высокими характеристиками термической стойкости. При увеличении концентраций углерода и кремния соответственно выше 3,6 % и 2,0 % в структуре повышается содержание феррита и свободного графита, что снижает характеристики прочности, трещиностойкости, термостойкости и эксплуатационных свойств. При снижении их концентрации соответственно ниже 3,2 и 1,6 % повышаются остаточные термические напряжения и содержание ледебурита в структуре, снижаются трещиностойкость и удароустойчивость.

Дополнительное введение кальция в чугун оказывает модифицирующее влияние, повышая дисперсность структуры и трещиностойкость, механические и эксплуатационные свойства. При увеличении содержания кальция более 0,01 % увеличивается угар, неоднородность структуры, снижаются удароустойчивость и термическая стойкость. При концентрации кальция менее 0,002 % модифицирующий эффект, дисперсность структуры, механические и эксплуатационные свойства недостаточны.

Сера при концентрации более 0,12 % снижает термическую стойкость, механические и эксплуатационные свойства чугуна в литых изделиях. Нижний предел концентрации серы обусловлен практической невозможностью при плавке в существующих чугунолитейных цехах выплавлять чугун с более низким ее содержанием без дополнительной обработки.

Содержание фосфора в чугуне от 0,1 до 0,3 % существенно измельчает структуру чугуна в литых изделиях, повышает литейные свойства и износостойкость чугуна. При со-

ВУ 12524 С1 2009.10.30

держании фосфора до 0,1 % дисперсность структуры, технологические и другие свойства недостаточны. В то же время при увеличении его концентрации более 0,3 % снижаются характеристики термической стойкости, удароустойчивости, ударной вязкости и ударно-усталостной долговечности.

Марганец в количестве 0,7...1,0 % оказывает микролегирующее влияние на структуру и способствует повышению трещиностойкости, улучшению механических и эксплуатационных свойств. При увеличении концентрации марганца более 1,0 % увеличиваются остаточные напряжения и отбел в литых изделиях, снижается трещиностойкость. При уменьшении концентрации марганца менее 0,7 % повышается содержание в структуре феррита и снижаются эксплуатационные характеристики чугуна.

Опытные плавки чугуна производили в тигельных индукционных печах ИЧТ-1 с использованием в качестве шихтовых материалов литейных чугунов ЛЗ и Л5, чугуна лома марок 16А и 17А, стального лома 1А, углеродистого феррохрома, никеля НП-3, ферромарганца ФМн 75, меди МО и доменного феррофосфора ФФ16. При выпуске чугуна в ковш его температура составляла 1380...1410 °С. Легирование феррохромом, никелем и медью производили в печи, а модифицирование силикокальцием и ферроцирконием - в ковше. Заливку модифицированного чугуна с температурой 1340-1370 °С производили в песчано-глинистые формы для получения технологических проб, образцов для механических испытаний металлической модельной оснастки и кокилей. В табл. 1 приведены химические составы известного и предложенного чугунов опытных плавков.

Таблица 1

Компоненты	Содержание компонентов в чугунах, мас. %					
	1 (известн.)	2	3	4	5	6
Углерод	3,3	2,7	3,2	3,4	3,6	3,7
Кремний	2,47	1,5	1,6	1,9	2,0	2,2
Марганец	0,74	0,25	0,7	0,9	1,0	1,2
Фосфор	0,30	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
Сера	0,10	0,01	0,02	0,08	0,12	0,14
Хром	0,35	0,07	0,12	0,19	0,50	0,58
Никель	0,11	0,03	0,10	0,18	0,30	0,50
Медь	-	0,02	0,10	0,45	0,8	0,91
Цирконий	-	0,001	0,01	0,03	0,05	0,07
Кальций	-	0,001	0,002	0,005	0,01	0,02
Железо	92	95,368	94,048	92,665	91,32	90,28

Остаточные термические напряжения определяли на решетчатых технологических пробах. Механические испытания (по ГОСТ 27208-87), определение склонности к трещинообразованию, термические испытания при термоциклировании проведены на стандартных образцах и технологических пробах на чугунах в литом состоянии по общепринятым методикам, а эксплуатационные испытания - на кокильной и модельной оснастке при изготовлении крышек люков и других отливок из чугуна СЧ15. Результаты механических и эксплуатационных испытаний чугуна приведены в табл 2.

Таблица 2

Показатели	Свойства серых модифицированных чугунов для составов					
	1 (известн.)	2	3	4	5	6
Предел прочности при изгибе, МПа	438	448	465	495	480	461
Твердость, НВ	231	236	248	255	260	270

ВУ 12524 С1 2009.10.30

Продолжение табл. 2

Показатели	Свойства серых модифицированных чугунов для составов					
	1 (известн.)	2	3	4	5	6
Склонность к трещинообразованию (количество трещин в пробе)	5,5	4,9	3,5	2,5	2,8	4,1
Ударно-усталостная долговечность, тыс. цикл.	7,5	7,9	12,7	13,5	11,2	11,8
Термостойкость, циклов	475	521	760	850	836	722
Остаточные термические напряжения, МПа	24,7	21	19	15	17	19,5
Дисперсность структуры	ПД 1,0	ПД 1,0	ПД 0,5	ПД 0,3	ПД 0,5	ПД 1,4
Эксплуатационная стойкость, заливок	380	418	730	790	754	620

Исследования микроструктуры показали, что при использовании чугунов составов 3, 4 и 5 в стандартных 30 мм образцах и в модельной и кокильной оснастке в структуре содержалось от 85 до 98 % и от 2 до 15 % феррита с пластинчатым графитом, имеющим форму ПГф2 (в образцах чугунов 3 и 5) и ПГф4 (в образцах чугуна 4) (по ГОСТ 3443-87). Цементита и ледебурита в структуре этих чугунов не обнаружено.

Как видно из табл. 2, заявленный чугун обеспечивает литым изделиям более высокие характеристики термической стойкости, дисперсности структуры, трещиностойкости, механических и эксплуатационных свойств, чем известный.

Источники информации:

1. Справочник по чугунному литью / Под ред. Гиршовича Н.Г. - Л.: Машиностроение, 1978. - С. 518.
2. Справочник "Специальные способы литья" / Под ред. Ефимова В.А. - М.: Машиностроение, 1991. - С. 98.
3. Липницкий А.М. Литье в металлические формы. - Ленинград: Машиностроение, 1980. - С. 31.