



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 148 103** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁷ **C 22 C 37/10**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 99107148/02, 29.03.1999

(24) Дата начала действия патента: 29.03.1999

(46) Дата публикации: 27.04.2000

(56) Ссылки: SU 1763505 A1, 23.09.1992. SU 1366548 A1, 15.01.1988. SU 1788070 A1, 15.01.1993. RU 2058417 C1, 20.04.1996. DE 1458426 A, 08.07.1971. WO 94/00614 A2, 06.01.1994. US 3702269 A, 07.11.1972.

(98) Адрес для переписки:
620219, Екатеринбург, ул.Гагарина, 14, ЗАО
"НПП ФАН"

(71) Заявитель:

ОАО "Уральский институт металлов"

(72) Изобретатель: Филиппенков А.А.,

Панфилова Л.М., Смирнов Л.А.

(73) Патентообладатель:

Закрытое акционерное общество
"Научно-производственное предприятие ФАН"

(54) **ЧУГУН**

(57) Реферат:

Изобретение относится к металлургии, к составам высокопрочных легированных чугунов. В зависимости от химического состава в пределах заявленных ингредиентов предлагаемый чугун может быть использован как серый, высокопрочный, передельный и в качестве чернового ферроникеля. Предлагаемый чугун содержит ингредиенты в следующем соотношении, мас. %: углерод 2,5-5,0, кремний 0,6-2,8, марганец 0,5-2,0, хром 1,0-3,0, кобальт 0,25-1,0, молибден 0,03-0,8, ванадий 0,055-0,8, титан 0,01-0,3

и железо остальное. Техническим результатом изобретения является получение чугуна с высокими прочностными характеристиками широкого спектра применения. При отношении содержания титана к ванадию в чугуне, равном 1-3, за счет формирования макро- и микроструктуры достигается более высокий комплекс эксплуатационных свойств конечной продукции и расширяется сфера использования чугуна заявленного состава. 1 з.п. ф-лы, 3 табл.



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 148 103** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁷ **C 22 C 37/10**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 99107148/02, 29.03.1999

(24) Effective date for property rights: 29.03.1999

(46) Date of publication: 27.04.2000

(98) Mail address:
620219, Ekaterinburg, ul.Gagarina, 14, ZAO
"NPP FAN"

(71) Applicant:
OAO "Ural'skij institut metallov"

(72) Inventor: Filippenkov A.A.,
Panfilova L.M., Smirnov L.A.

(73) Proprietor:
Zakrytoe aktsionernoe obshchestvo
"Nauchno-proizvodstvennoe predpriyatie FAN"

(54) **CAST IRON**

(57) **Abstract:**

FIELD: metallurgy, more particularly compositions of high-strength alloyed cast irons. SUBSTANCE: depending on chemical composition, cast iron may be gray, high-strength or conversion cast iron and as crude ferronickel. Cast iron comprises ingredients, ratios of components being as follows wt. %: carbon, 2.5- 5.0; silicon, 0.6-2.8; manganese, 0.5-2.0; chrome, 1.0-

3.0; cobalt, 0.15-1.0; molybdenum, 0.03-0.8; vanadium 0.055-0.8; titanium, 0.01-0.3; and iron, the balance. Higher range of service properties of the final products is attained due to formation of macro-and microstructure. EFFECT: high strength characteristics of cast iron and wider range of use thereof at titanium to vanadium ratio of 1:3 in the cast iron. 1 ex, 3 tbl

Изобретение относится к металлургии, конкретно к составам легированных чугунов.

Известны составы высокопрочных чугунов, содержащие основные легирующие элементы, такие как кремний, марганец, хром, никель, кобальт и углерод и карбонитридообразующие элементы - ванадий, титан, азот [1,2].

Недостатком известных составов чугунов является узкая область использования, а именно или в качестве передельного материала [1], или в качестве литейного чугуна [2], причем потребительские характеристики последнего взаимосвязаны с углеродным эквивалентом.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является чугун [3], содержащий, мас. %: углерод 2,5-4,5; кремний 1,5-3,6; марганец 0,3-1,5; хром 0,4-3,2; никель 0,2-1,1; титан 0,05-0,5; ванадий 0,01-0,05; кобальт 0,01-0,02; галлий 0,0005-0,005; германий 0,0005-0,001; железо остальное.

Недостатком известного состава чугуна является ограниченная область его использования по уровню прочностных и эксплуатационных характеристик, кроме того, поставленная цель достигается использованием дефицитных дорогостоящих легирующих элементов - галлия и германия, что требует специального приборного и технологического оборудования при производстве чугуна, удорожает его себестоимость.

В настоящей заявке поставлена задача разработать состав чугуна с высокими прочностными и эксплуатационными характеристиками для различных областей его использования.

Подставленная задача решается тем, что по сравнению с известными, заявленный состав чугуна дополнительно содержит молибден при следующем соотношении компонентов, мас. %: углерод 2,5-5,0; кремний 0,6-2,8; марганец 0,5-2,0; хром 1,0-3,0; кобальт 0,25-1,0; молибден 0,03-0,8; ванадий 0,055-0,8; титан 0,01-0,3; железо остальное. Заявленный состав чугуна содержит более высокие количества никеля, кобальта и ванадия.

Установлено оптимальное соотношение содержания ванадия к титану, равное 1...3.

Выбор пределов содержания компонентов в предлагаемом чугуне связан с особенностями их влияния на процессы формирования макро- и микроструктуры при выплавке и кристаллизации чугуна с учетом требований по выполнению конкретных условий его использования как базового материала при производстве конечной продукции - литейного и передельного чугуна, ферроникеля, ванадиевого шлака, углеродистого полупродукта.

Заявленные пределы содержания никеля, кобальта и молибдена обусловлены влиянием их на расширение γ -области сплава при нагреве и повышению устойчивости аустенита при охлаждении. Кроме того, содержание молибдена в количестве 0,03-0,80% выбрано с учетом формирования твердого раствора, а именно количественного и качественного фазового состояния сплава в конечном продукте. В данном случае использована положительная роль молибдена как легирующего элемента,

способствующего "очищению" и блокированию границ аустенитного и действительного зерна от выделения вредных примесей и частиц вторых фаз, в том числе карбонитридных образований. Указанный эффект для заявленного состава чугуна экспериментально обнаружен при содержании молибдена 0,03% и более. Молибден также упрочняет матричный твердый раствор чугуна, причем наиболее эффективно до содержания 0,8%. Таким образом, упрочняя сплав, молибден косвенным образом способствует выделению карбонитридных фаз в объеме аустенитного и действительного зерна в конечной структуре чугуна, дополнительно упрочняя его за счет дисперсионного упрочнения мелкодисперсными частицами. В итоге, чугун с такой макро- и микроструктурой имеет высокие прочностные и пластические характеристики и низкую склонность к хрупким разрушениям.

Экспериментально установлено, что существенную роль на решение поставленной задачи и формирование благоприятной структуры и свойства чугуна оказывает заявленное содержание ванадия (0,055-0,8%) при наличии титана. В этом случае создаются термодинамические и кинетические условия для образования в процессе кристаллизации жидкого расплава или в процессе термообработки при $\gamma \leftrightarrow \alpha$ превращении комплексных титано-ванадиевых карбонитридных фаз переменного состава, которые в свою очередь являются центрами зарождения графита и цемента. Кристаллическая решетка этих фаз близка к решетке графита, близки также и параметры решеток. Это способствует тому, что на указанных включениях оседают атомы углерода, давая кристаллы графита. Процесс растворения и выделения комплексной карбонитридной фазы легко регулируется технологическими параметрами по температуре, скорости нагрева и охлаждения, которые обуславливают количество, размер и характер распределения фаз. В конечном итоге указанные обстоятельства обеспечивают заданный уровень механических и эксплуатационных характеристик чугуна и продукции от его передела.

Наиболее благоприятные условия для создания и реализации отмеченных выше процессов создаются при отношении содержания в чугуне ванадия к титану, равного 1...3.

При отношении содержания в чугуне ванадия к титану менее единицы в процессе кристаллизации жидкого расплава образуются относительно крупные карбонитриды титана. Крупные частицы не способствуют изменению зерна аустенита и структурных составляющих, снижают эффект дисперсного упрочнения, повышают вероятность охрупчивания чугуна, усложняя технологию его передела. Указанные негативные влияния на формирование структуры и свойства наблюдаются для сплава, содержащего ванадий и титан при их количественном соотношении более трех.

Связано это с тем, что в процессе технологического производства чугуна в структуре выделяется меньшее количество мелкодисперсных комплексных

карбонитридов ванадия и титана переменного состава, а увеличивается количество нестабильной фазы в виде карбида ванадия, не оказывающих определяющего влияния на процессы формирования структуры и эксплуатационные характеристики, например, при производстве серых и высокопрочных чугунов.

Сопоставительный анализ заявленного и известного составов чугунов указывает на то, что заявленный состав чугуна отличается от известного дополнительным содержанием молибдена, количественным содержанием никеля, кобальта и ванадия, а также взаимосвязанным отношением содержания ванадия и титана. Таким образом, заявленное техническое решение соответствует критерию "новизна".

При исследовании заявленного состава чугуна по научно-технической и патентной литературе не выявлены источники, содержащие новые существенные признаки, их сочетание по функциональному назначению и достигаемому положительному результату, что соответствует критерию "изобретательский уровень".

Пример выполнения. В печном агрегате ваграночного типа выплавлено три базовых состава чугуна (табл. 1, пл. 1, 2 и 3). Расплавы составов 1 и 2 при разливке в отдельные слитки дополнительно легировали химическими элементами в количествах, необходимых для получения (фракционного состава чугуна в пределах заявленного химического содержания компонентов. Плавка 3 соответствует химическому составу чугуна по прототипу. Условия кристаллизации, формирование структуры для всех вариантов составов были одинаковыми.

Изготовление образцов для механических испытаний, для микро- и макроструктурного анализа, а также определение эксплуатационных характеристик (табл. 2 и 3) осуществляли по принятым стандартным методикам.

Анализ экспериментальных данных, приведенных в табл. 2, подтверждает высокие эксплуатационные свойства составов чугуна заявленного состава, которые в зависимости от уровня прочностных свойств и формирования структуры могут быть

квалифицированы как серые чугуны различных марок и высокопрочные легированные чугуны. Кроме того, значительное количество никеля дает основание использовать сплав в качестве черного ферроникеля, а при содержании ванадия, например, в количестве 0,3 - 0,8 - использовать его в качестве передельного материала для получения чугунов, используемых в дальнейшем для конвертерного передела продувкой окислительным газом с одновременным получением товарного ванадиевого шлака и углеродистого никельсодержащего полупродукта.

Производство чугунов заявляемого состава может быть осуществлено на существующем промышленном, металлургическом и технологическом оборудовании с использованием известных сырьевых материалов (никельсодержащая окисленная руда, техногенные отходы, лигатуры и т.п.).

Источники информации

1. Патент Российской Федерации N 1389315.
2. Патент Российской Федерации N 1792446.
3. Патент Российской Федерации N 1763505.

Формула изобретения:

1. Чугун, содержащий углерод, кремний, хром, марганец, никель, кобальт, ванадий, титан и железо, отличающийся тем, что он дополнительно содержит молибден, а компоненты взяты в следующем соотношении, мас. %:

Углерод - 2,5 - 5,0
Кремний - 0,6 - 2,8
Марганец - 0,5 - 2,0
Хром - 1,0 - 3,0
Никель - 3,0 - 15,0
Кобальт - 0,25 - 1,0
Молибден - 0,03 - 0,8
Ванадий - 0,055 - 0,8
Титан - 0,01 - 0,3
Железо - Остальное

2. Чугун по п.1, отличающийся тем, что содержание ванадия к титану взято в соотношении 1 ... 3.

RU 2148103 C1

RU 2148103 C1

Таблица 1

Содержание компонентов в составах чугунов, мас. %

№ п/п	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Co	Ti	V	V/Ti
1.	3,5	1,8	1,4	2,1	16,0	0,01	0,15	0,25	0,03	0,12
1.1.	— " —	— " —	— " —	— " —	15,0	0,03	0,25	— " —	0,055	0,22
1.2.	— " —	— " —	— " —	— " —	10,0	0,09	0,30	— " —	0,10	0,40
1.3.	— " —	— " —	— " —	— " —	6,0	0,25	0,50	— " —	0,40	1,6
1.4.	— " —	— " —	— " —	— " —	4,0	0,50	0,80	— " —	0,60	2,4
1.5.	— " —	— " —	— " —	— " —	3,0	0,80	1,00	— " —	0,80	3,2
1.6.	— " —	— " —	— " —	— " —	2,5	0,90	1,50	— " —	1,00	4,0
2.	3,7	1,75	1,5	2,0	10,0	0,45	0,5	0,30	0,06	0,2
2.1	— " —	— " —	— " —	— " —	— " —	— " —	— " —	0,095	0,08	0,8
2.2	— " —	— " —	— " —	— " —	— " —	— " —	— " —	0,08	0,09	1,1
2.3	— " —	— " —	— " —	— " —	— " —	— " —	— " —	0,065	0,15	2,3
2.4	— " —	— " —	— " —	— " —	— " —	— " —	— " —	0,05	0,17	3,4
2.5	— " —	— " —	— " —	— " —	— " —	— " —	— " —	0,04	0,20	5,0
3.	3,6	1,7	1,5	2,1	1,0	-	0,2	0,30	0,05	0,17

Таблица 2

Качественные и эксплуатационные свойства чугунов

№ п/п	Предел прочности на растяжение, МПа _{0,2}	Предел прочности на изгиб, МПа	Хрупкая прочность, МПа	Относительная циклическая трещиностойкость	Удельная герметичность, кг/см ²	Характеристика структуры		
						Степень дисперсности перлита, межпластинчатое расстояние, МК	Длина графитовых включений, МК	Балл зерна
1.	520	930	700	1,82	735	среднепластинч. (1,3-1,6)	150-300	9
1.1.	525	935	710	1,85	740	—	150-300	10
1.2.	530	945	710	1,90	740	—	150-300	10
1.3.	550	960	740	1,91	750	мелкопластинч. (0,8-1,3)	80-150	11
1.4.	560	970	760	1,92	760	—	80-150	12
1.5.	550	960	750	1,90	760	—	80-150	10
1.6.	530	925	730	1,80	740	среднепластинч. (1,3-1,6)	150-300	9
3.	390	740	550	1,52	576	крупнопластинч. (300-500)	300-500	8

Таблица 3

Качественные и эксплуатационные свойства чугунов

№ п/п	Предел прочности на растяжение, МПа	Предел прочности на изгиб, МПа	Хрупкая прочность, МПа	Относительная циклическая трещиностойкость	Удельная герметичность, кг/см ²	Характеристика структуры		
						Степень дисперсности перлита, межпластинчатое расстояние, МК	Длина графитовых включений, МК	Балл зерна
2.	540	945	715	1,87	740	среднепластинч. (1,3-1,6)	150-300	10
2.1.	550	950	720	1,90	740	мелкопластинч. (0,8-1,3)	80-150	11
2.2.	570	975	760	1,92	760	—	80-150	12
2.3.	575	970	765	1,91	760	—	80-150	12
2.4.	570	970	760	1,90	750	—	80-150	12
2.5.	560	955	730	1,85	740	среднепластинч. (1,3-1,6)	150-300	10