



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 41835

(13) A

(51) 7 C22C37/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЗНОСОСТІЙКИЙ ЧАВУН

(21) 2001042900

(22) 27.04.2001

(24) 17.09.2001

(46) 17.09.2001, Бюл. № 8, 2001 р.

(72) Кекух Анатолій Володимирович

(73) Кекух Анатолій Володимирович

(57) 1. Зносостійкий чавун, що має в своєму складі вуглець, кремній, марганець, ніобій, мідь, який **відрізняється** тим, що він додатково містить в собі цирконій при такому співвідношенні компонентів, мас. %:

Вуглець

3,8-4,8

Кремній

1,8-3,0

Марганець

4,0-6,0

Ніобій

2,0-4,0

Мідь

1,0-2,0

Цирконій

0,1-0,2

Залізо

решта.

2. Зносостійкий чавун по п.1, який **відрізняється** тим, що масове співвідношення цирконію, міді та ніобію складає 1:10:20.

Винахід стосується металургії, зокрема виробництва чавунних відливок для деталей, які експлуатуються в умовах корозійного та механічного зносу.

В даний час найбільш перспективні зносостійкі чавуни [1, 2], які мають метастабільну аустенітну матрицю з включеннями у вигляді твердих карбідів. В процесі зношення або при термообробці аустеніт переходить в мартенсит, що сприяє додатковому збільшенню зносостійкості.

До недоліків відомих чавунів, які обмежують область їх застосування, слід віднести незабезпечення одночасного досягнення високих значень зносостійкості та корозійної стійкості.

Відомий зносостійкий чавун [3] такого змісту, мас. %:

Вуглець	4,1-4,6
Марганець	4,0-9,0
Кремній	0,5-1,0
Алюміній	1,3-2,0
Ванадій	0,5-1,0
Кальцій	0,01-0,05
Церій	0,03-0,07
Залізо	решта.

Цей чавун має високу ударно-абразивну зносостійкість, але дуже низьку корозійну стійкість.

Найбільш близьким по технічній сутності та результату, що досягається, щодо об'єкта, який заявляється, є чавун [4], який містить в собі, мас. %:

Вуглець	3,1-4,5
Кремній	0,5-1,0
Марганець	4,0-8,0

Мідь

1,0-2,0

Ніобій

2,0-6,0

Кальцій

0,01-0,05

Церій

0,01-0,05

Залізо

решта.

Відомий чавун має аустенітну металеву основу, в якій знаходяться карбіди типу $(Fe, Mn)_3C$ і Nb_3C . Підвищення зносостійкості досягається шляхом включення в метастабільну аустенітну матрицю надтвердих карбідів ніобію.

Недоліком відомого чавуну є низька корозійна стійкість, оскільки в структурі сплаву присутні достатньо крупні карбіди ніобію, і аустенітна матриця має невисоку мікротвердість.

В основу винаходу поставлена задача розробки складу зносостійкого чавуну, в якому поява нових компонентів при заданому їх співвідношенні і нові співвідношення відомих компонентів дозволили б отримати відливки з високою і корозійною стійкістю при підвищеній зносостійкості.

Поставлена задача вирішується таким чином, що в склад чавуну, який містить в собі вуглець, кремній, марганець, мідь, ніобій та залізо додатково вводиться цирконій при такому співвідношенні, мас. %.

Вуглець	3,8-4,8
Кремній	1,8-3,0
Марганець	4,0-6,0
Ніобій	2,0-4,0
Мідь	1,0-2,0
Цирконій	0,1-0,2
Залізо	решта.

(13) A

(11) 41835

(19) UA

Структура чавуну, що заявляється, складається з метастабільної аустенітної металевої матриці і карбідів типу $(\text{Fe}, \text{Mn})_3\text{C}$, NbC , ZrC . Метастабільний аустеніт в процесі подальшої термообробки перетворюється в мартенсит. Мікроструктура чавуну після термічної обробки, являє собою розгалужений високоміцний каркас евтектичних карбідів, розташованих в матриці. Структура матриці - відпущений мартенсит і дрібнодисперсні вторинні складнолеговані карбіди. Вторинні карбіди відрізняються високою міцністю і твердістю. Така структура чавуну забезпечує найбільш високу зносо- та корозійностійкість відливок.

Дякуючи використанню винаходу, що заявляється, досягається технічний результат, який полягає в тому, що у зносостійкому чавуні покращується значення основної характеристики - зносостійкості і з'являється нова властивість - висока корозійна стійкість.

Між суттєвими ознаками винаходу, що заявляється, та технічним результатом, що досягається, є причинно-наслідковий зв'язок, який здійснюється шляхом збалансування хімічного складу чавуну та синергетичністю впливу на його структуру легованих добавок у вигляді цирконію, міді, ніобію, вміст яких підібраний в оптимальному співвідношенні, що забезпечує після термообробки отримання високоміцної мартенситної матриці чавуну, яка містить дрібнодисперсні вторинні складнолеговані карбіди, рівномірно розподілені і міцно закріплені по всьому об'єму відливки.

Легування чавуну ніобієм сприяє дисперсному зміцненню основи сплаву стійкими надтвердими карбідами ніобію, що збільшує зносостійкість.

Цирконій збільшує в'язкість матриці, усуває транскристалічну структуру чавуну, зменшує розмір карбідів ніобію, сприяє їх рівномірному і міцному закріпленню в матриці, що дозволяє підвищити корозійну стійкість відливок.

Мідь зменшує структурну чутливість по товщині виливки та підвищує зносостійкість.

Однчасна дія цирконію, міді та ніобію забезпечує високу зносостійкість і різке підвищення корозійної стійкості шляхом отримання після термообробки високоміцної мартенситної матриці чавуну, яка містить супердисперсні вторинні складнолеговані карбіди ніобію, цирконію, щільно і рівномірно розподілені по об'єму відливки.

Аналіз відомих складів чавунів, показав, що вміст деяких введених до складу чавуну, що заявляється, відомих, наприклад вуглецю, кремнію, міді, ніобію. Проте, застосування цих концентрацій вказаних компонентів у відомих чавунах не забезпечує останнім такі якості, які вони виявляють у сукупності з новим компонентом - цирконієм, а саме - підвищення зносо- та корозійної стійкості.

Границі вмісту компонентів встановлені, виходячи з необхідності отримання найбільш сприятливого поєднання властивостей структури чавуну.

Вміст вуглецю у межах 3,8-4,8 мас. % забезпечує отримання необхідної кількості карбідів типу $(\text{Fe}, \text{Mn})_3\text{C}$, NbC , ZrC . Верхня межа вмісту вуглецю обумовлена евтектичним складом, тобто, при більш високому вмісті вуглецю з'являються більш грубі карбіди, схильні до руйнування, що веде до зменшення зносостійкості. При вмісті вуглецю ниж-

че нижньої межі значно зменшується кількість карбідної фази, що також веде до зменшення зносостійкості.

При вмісті марганцю (4,0-6,0) мас. % структура відливок складається з нестабільного аустеніту, який має здатність до інтенсивного зміцнення при подальшій термічній обробці. Зниження вмісту марганцю менше меншого значення не впливає на формування аустенітної структури. Підвищення вище верхнього значення не призводить до подальшого поліпшення властивостей, оскільки аустеніт стабілізується та ефект зміцнення при термообробці знижується.

Кремній при вмісті у межах (1,8-3,0) мас. % нейтралізує карбідуючу дію марганцю, тобто забезпечує задовільні технологічні властивості: гарну рідкотекучість та відсутність структурно-вільного цементиту. Вихід за межі цього інтервалу супроводжується зниженням зносостійкості.

Ніобій при вмісті (2,0-4,0) мас. % забезпечує підвищення зносостійкості чавуну. Вихід за межі цього інтервалу веде до зниження зносостійкості.

Мідь при вмісті у межах (1,0-2,0) мас. %, забезпечує рівномірну прокалюваність, сприяє стабілізації властивостей по всьому перетину відливок і сприяє збільшенню зносостійкості. При вмісті менше меншого значення вплив міді незначний, при вмісті верхньої межі - можливі появи лікваций, які призводять до технологічного браку виливок.

Цирконій, при вмісті у межах (0,1-0,2) мас. % забезпечує підвищення корозійної стійкості. При вмісті нижче нижчої межі вплив цирконію незначний, збільшення вмісту вище верхнього не забезпечує покращання властивостей чавуну, і водночас здорожує виливки.

Введення цирконію дозволяє обмежити вміст міді та ніобію у співвідношенні 1:10:20. Зменшення вмісту міді та ніобію призводить до зниження зносостійкості, зменшення вмісту цирконію знижує корозійну стійкість.

В результаті описаних структурних змін чавун набуває високої корозійної стійкості при підвищеній зносостійкості.

Чавун такого вмісту компонентів, що заявляється, отримують таким чином. Плавку чавуну проводять в індукційних печах. Як шихтові матеріали використовують переробний чавун сумісно з лігатурою №1 (Mn - 8,0%, Si - 25%, C - 20%) та лігатурою №2 (Zr - 60%, Cu - 40%). Ніобій вводять у вигляді феросплавів у піч при доводці. Чавун після доведення по всім легуючим елементам при досягненні температури 1330-1340°C заливають у ливарні форми. Відливки мають розміри: діаметр 50 мм, висота 200 мм. Відливки піддають термообробці при температурі 900-1000 °C і відпуску при 200-250 °C.

Для визначення властивостей чавуну, що заявляється, були виготовлені чавуни з граничними, які виходять за межі, та оптимальними концентраціями всіх компонентів. Для забезпечення порівняльного аналізу був виготовлений чавун з відомих вмістом компонентів. Дані по хімічному складу чавунів і результати випробувань по визначенню властивостей чавуну, що заявляється, та прототипу наведені в таблиці.

Випробування по визначенню відносної зносо-

стійкості проводилися згідно ГОСТ 17367-71, корозійної стійкості - по ГОСТ 6032-89.

Відносна зносостійкість визначає на випробувальному стенді в порівнянні з еталоном - сірим чавуном СЧ-18 твердістю HRC15. Відносну корозійну зносостійкість визначають вісовим методом.

Порівняльний аналіз даних, які наведені в таблиці, показує, що мета винаходу не була досягнута в чавунах №№1, 5, бо вміст легуючих компонентів виходить за межі, що заявляються. Чавун, що заявляється, перевершує характеристики прототипу за відотною зносостійкістю в 1,2 рази, по корозійній стійкості - в 3 рази.

Таким чином, використання чавуну, що заявляється, дозволяє отримувати відливки з високими

зносо- та корозійними властивостями, що сприяє збільшенню терміну служби відливок скороченням витрат, пов'язаних з ремонтом обладнання, в якому вони експлуатуються.

Джерела інформації

1. Авторське свідоцтво СРСР, № 1731855, 1992, кл. С22С37/06

2. Авторське свідоцтво СРСР, № 1713966, 1992, кл. С22С37/06

3. Патент Російської Федерації № 2039846, кл. С22С37/06

4. Патент Російської Федерації № 2039841, кл. С22С37/00

Таблица

№ чавуну	Вміст компонентів, мас. %									Відносна зносо-стійкість, ε	Відносна корозійна стійкість при pH4
	C	Mn	Si	Nb	Cu	Zr	Ca	Ce	Fe		
Прототип	3,7	5,8	0,65	4,3	1,6	-	0,04	0,03	решта	124,8	1,00
1	3,6	3,5	1,4	1,6	0,8	0,05	-	-	""	124,0	0,95
2	3,8	4,0	1,8	2,0	1,0	0,10	-	-	""	145,0	0,47
3	4,3	5,0	2,4	3,0	1,5	0,15	--	-	""	160,0	0,32
4	4,8	6,0	3,0	4,0	2,0	0,20	-	-	""	152,0	0,32
5	5,0	6,5	3,5	4,5	2,2	0,25	-	-	""	150,0	0,31