



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 87947

(13) C2

(51) МПК (2009)
C22C 37/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ЗНОСОСТІЙКИЙ ЧАВУН

1

2

(21) а200810815

(22) 01.09.2008

(24) 25.08.2009

(46) 25.08.2009, Бюл.№ 16, 2009 р.

(72) ЧЕЙЛЯХ ОЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ, ПРЕКРА-
СНИЙ СЕРГІЙ ВАЛЕРІЙОВИЧ, КЛІМАНЧУК ВЛА-
ДИСЛАВ ВЛАДИСЛАВОВИЧ, КИРИЛЬЧЕНКО ПЕ-
ТРО МИКОЛАЙОВИЧ, ФОМІЦКИЙ ЄВГЕН
ІВАНОВИЧ(73) ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(56) UA, 64843, C2, 15.03.2004

SU, 665014, A1, 30.05.1979

SU, 1715876, A1, 29.02.1992

CN, 1350898, A, 29.05.2002

GB, 1218035, 06.01.1971

WO, 2005073424, A1, 11.08.2005

(57) Зносостійкий чавун, який містить вуглець,
хром, марганець, кремній, титан, алюміній, каль-
цій, залізо та домішки, який **відрізняється** тим, що
він додатково містить азот при такому співвідно-
шенні компонентів, мас. %:

вуглець	2,5-3,0
хром	12,0-15,0
марганець	5,0-8,0
кремній	0,4-0,8
титан	0,05-0,19
алюміній	0,01-0,1
кальцій	0,0005-0,04
азот	0,001-0,1
залізо та домішки	решта.

Винахід відноситься до галузі металургії, зокрема до зносостійких чавунів для роботи в умовах інтенсивного ударно-абразивного зношення.

Відомо зносостійкий чавун [патент №56-47944, C22C37/06], який містить (у мас. %):

вуглець	2,5-3,5
хром	8-30
марганець	2-4
кремній	0,3-1,5
залізо та домішки	решта.

Крім того, відомо білий чавун для мелючих тіл [А.с. №1715876, 5 C22C37/06], який містить (у мас. %):

вуглець	2,0-2,9
хром	15-20
марганець	4,1-6,0
кремній	0,2-0,9
алюміній	0,3-1,0
РЗМ	0,001-0,06
вісмут	0,001-0,02
залізо та домішки	решта.

Однак відомі чавуни мають недостатню ударно-абразивну зносостійкість в умовах розігріву, що обмежує можливість його використання для деталей металургійного обладнання.

Найбільш близьким за спільним та досягнутим результатом до запропонованого є зносостійкий чавун [патент №64843, 6 C22C37/06], який містить (у мас. %):

вуглець	2,5-3,0
хром	12,5-16,0
марганець	4,0-6,5
кремній	0,4-0,8
титан	0,2-0,5
алюміній	0,01-0,15
кальцій	0,05-0,1
залізо та домішки	решта.

Він застосовується для деталей працюючих в умовах гаряче-ударно-абразивного зносу, але має недостатню зносостійкість та ударну в'язкість.

В основу винаходу поставлена задача: розробити склад чавуну, в якому вагове співвідношення введених компонентів, дозволяє підвищити гаряче-ударно-абразивну зносостійкість в умовах розігріву, та ударну в'язкість.

Для вирішування поставленої задачі в зносостійкий чавун, який містить вуглець, хром, марганець, кремній, титан, алюміній, кальцій, залізо та домішки, згідно запропонованому винаходу, додатково містить азот при такому співвідношенні компонентів (у мас. %):

(13) C2

(11) 87947

(19) UA

вуглець	2,5-3,0
хром	12,0-15,0
марганець	5,0-8,0
кремній	0,4-0,8
титан	0,05-0,19
алюміній	0,01-0,1
кальцій	0,0005-0,04
азот	0,001-0,1
залізо та домішки	решта.

У запропонованому складі, на відміну від найближчого аналога, додатковий вміст азоту, а також підвищений вміст марганцю забезпечує отримання в структурі метастабільного аустеніту (у литому стані та після термообробки). Введення азоту сприяє отриманню додаткових карбонітридів титану та нітридів алюмінію. Це забезпечує підвищення ударно-абразивної зносостійкості (ϵ) в умовах розігріву, та ударної в'язкості (КС).

Вміст у чавуні вуглецю менш як 2,5мас.% значно зменшує кількість карбідних фаз та, як результат, знижує ударно-абразивну зносостійкість (таблиця), а понад 3,0мас.% - робить чавун більш крихким.

При концентрації хрому нижче 12,0мас.% знижується зносостійкість, ударна в'язкість, так як в структурі чавуну формуються переважно карбіди Cr_7C_3 і $(\text{Fe,Cr})_3\text{C}$ та суттєво зменшується кількість більш дисперсних карбідів типу Cr_{23}C_6 .

Концентрація хрому більш як 15,0мас.% при обраних концентраціях інших елементів практично не збільшує зносостійкість, а тільки робить чавун дорожче.

Концентрація марганцю менш 5,0мас.% недостатньо забезпечує стабілізацію аустеніту, отримує нижчу кількість, зменшує ударно-абразивну зносостійкість та ударну в'язкість, так як при цьому помітно знижується вміст фазових перетворень метастабільного аустеніту в процесі зношування у фазових перетворень метастабільного аустеніту в процесі зношування у формуванні властивостей чавуна. Підвищення концентрації марганцю більш 8,0мас.%, навпаки, надмірно стабілізує аустеніт, що зменшує ступінь само зміцнення і процесі зношування та знижує зносостійкість чавуну.

Підвищення концентрації кремнію менш як 0,4мас.% знижується рідкотекучість чавуна, а збільшення його концентрації більш як 0,8мас.%, збільшує схильність до евтектоїдного розпаду аустеніту.

Введення у склад чавуна титану у кількостях менш як 0,05мас.% не забезпечує модифікуючого впливу і помітного підвищення зносостійкості порівняно з найближчим аналогом, так як створюється дуже мало високо твердих карбідів TiCN . Введення в чавун більш як 0,19мас.% титану, подальшого

підвищення зносостійкості вже суттєво не викликає.

Введення у склад чавуна алюмінію менш як 0,01мас.% малоефективно для підвищення жаростійкості та зносостійкості при отриманні нітридів алюмінію, а більш 0,1мас.% може викликати створення алюмосилікатів, які знижують зносостійкість сплаву.

Введення у склад чавуна кальцію у кількості менш як 0,0005мас.% не забезпечує рафінування чавуна, внаслідок чого знижуються ударна в'язкість, ливарні властивості. Введення його більш як 0,04мас.% малоефективне, так як це робить чавун дорожче.

Вміст азоту у складі менш як 0,001мас.% забезпечує неефективне отримання кількості карбонітридів титану та нітридів алюмінію, а більш як 0,1мас.% може викликати утворення газових дефектів.

Чавуни заявлених складів виплавлялись в умовах фасово-сталеливарного цеху ВАТ "ММК ім. Ілліча". Виплавку робили в печах ДСП ЗА з основою футеровкою, а розлив здійснювався при температурах 1400-1450°C у попередньо просушені пісчано-глинисті форми. Відлиті зразки чавуну піддавали гартуванню при 920°C (охолодження на повітрі) та відпуску при 250°C, 2 години.

Випробування зразків запропонованих складів чавуну і найближчого аналога на ударно-абразивне зношування робили згідно ГОСТ 23.207-79 на спеціальній споруді [А.с. 1820300 G01N3/56 (СРСР), 1993, Бюл. №21].

Ударно-абразивне зношування робили обертанням зразків у попередньо розігрітому до 450°C середовищі чавуно-литого дробу зі швидкістю 2850хвил.⁻¹. Час зношування - 120 хвилин. Еталоном була сталь 45 після відпалу твердістю HB 160. Твердість вимірювали на твердомірі ТК-2 (Роквелла) з навантаженням 1500Н (ГОСТ 9013-59). Ударну в'язкість отримували на маятниковому копір MK-30 на зразках без надрізу (для чавунів) (ГОСТ 9454-78).

Хімічний склад, відносна ударно-абразивна зносостійкість (ϵ), твердість (HRC) та ударна в'язкість (КС) чавунів заявленого складу та найближчого аналога після термообробки приведені у таблиці.

Із таблиці випливає, що заявлений зносостійкий чавун оптимального складу №3 значно перевищує за ударно-абразивною зносостійкістю (ϵ) та ударної в'язкістю (КС) відомий чавун ЧХ15Г5Т, взятий за найближчий аналог.

Ефективність заявленого зносостійкого чавуна міститься в підвищенні довговічності футеровочних плит металургійного обладнання, які виготовлені з нього, зниженні витрат металу та економії дорогих легуючих елементів - титану та хрому.

Таблиця

Хімічний склад, ударно-абразивна зносостійкість,
твердість та ударна в'язкість запропонованого та відомого чавунів

№ плавки	Кількість елементів, мас. %								ε	HRC	КС кДж/м ²
	C	Cr	Mn	Si	Ti	Al	Ca	N			
1	2,15	11,02	3,1	0,39	0,03	0,008	0,0002	0,0009	5,4	46	60
2	2,50	12,00	5,0	0,68	0,05	0,01	0,0005	0,001	6,7	46	59
3(оптим.)	2,71	13,87	6,9	0,76	0,18	0,08	0,032	0,007	8,1	51	56
4	3,0	15,0	8,0	0,80	0,19	0,1	0,04	0,1	7,9	56	51
5	3,2	16,30	8,5	1,54	0,23	0,15	0,06	0,15	7,8	61	45
Найближчий аналог ЧХ15Г5Т	2,63	15,3	4,2	0,75	0,27	0,07	0,08	-	7,1	60	62