



УКРАЇНА

(19) UA (11) 89140 (13) C2

(51) МПК

C22C 37/08 (2009.01)

C22C 37/10 (2009.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ЗНОСОСТІЙКИЙ ЧАВУН

1

2

(21) а200814405

(22) 15.12.2008

(24) 25.12.2009

(46) 25.12.2009, Бюл.№ 24, 2009 р.

(72) КУЦОВА ВАЛЕНТИНА ЗИНОВІЇВНА, КРАВ-
ЧЕНКО ГАННА ВАЛЕРІЇВНА, КОВЗЕЛЬ МАКСИМ
АНАТОЛІЙОВИЧ, ГРЕБЕНЄВА АННА ВІКТОРІВНА
(73) НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ
УКРАЇНИ

(56) UA 9304 U, 15.09.2005

SU 392137 A1, 27.07.197

SU 440438 A1, 25.08.1974

WO 2008029305 A1, 13.03.2008

US 3951650 A, 20.04.1976

JP 60039146 A, 28.02.1985

JP 63126604 A, 30.05.1988

JP 01242754 A, 27.09.1989

JP 2008111156 A, 15.05.2008

(57) Зносостійкий чавун, який містить вуглець,
кремній, марганець, хром і залізо, який **відрізня-**
ється тим, що він додатково містить молібден і
нікель при наступному співвідношенні компонентів,
мас. %:

вуглець	2,4-3,2
кремній	0,5-0,8
марганець	0,7-1,4
хром	17,2-21,2
молібден	0,4-1,4
нікель	0,8-1,0
залізо	решта.

Винахід відноситься до металургійної промис-
ловості, зокрема, до зносостійких чавунів, що при-
значені для виготовлення деталей, які піддаються
інтенсивному ударно-абразивному зношуванню,
наприклад тіл, що мелють і прокатних валків.

Відомий зносостійкий чавун (торговельна на-
зва Клаймекс Аллой-42) Шерман А.Д. Чугун: спра-
вочник// А.Д. Шерман, А.А. Жуков. -М.: Металлур-
гия, 1991. - 574 с. - (С. 373-374, табл. 6.18, DIN
1695 1981)], що містить, мас. %:

Вуглець	2,3-2,9
Кремній	0,2-0,8
Марганець	0,5-1,0
Хром	18,0-22,0
Молібден	1,4-2,0
Нікель	0,8-1,2
Залізо	Інше

Цей чавун має високу твердість. Однак в умо-
вах ударно-абразивного зношування в середовищі
дроби його зносостійкість невисока.

Найбільш близьким до пропонованого винахо-
ду по технічній сутності й результату, що досяга-
ється є зносостійкий чавун [А. с. 720044 ССРС,
МПК² С 22 С 37/06. Чугун// Д.И. Станчев, М.А. Го-
льдфарб, С.А. Мамонов (ССРС). - № 2556475/22-
02; заявл. 19.12.77; опубл. 07.03.80, Бюл. № 9],
наступного хімічного складу, мас. %:

Вуглець	2,7-2,8
Кремній	0,5-1,1

Марганець	0,9-1,3
Хром	20,0-25,0
Ніобій	0,5-2,5
Залізо	Інше

Недоліками відомого зносостійкого чавуну є
відносно невисока ударно-абразивна зносостій-
кість у середовищі дробу й вміст дефіцитного ле-
гуючого елемента ніобію, що значно здорожує ча-
вун.

Ціль винаходу - підвищення зносостійкості, а,
отже, і твердості при ударно-абразивному зношу-
ванні.

Технічним результатом при використанні ви-
находу є утворення в структурі чавуну надлишко-
вого дисперсного карбіду Cr_7C_3 , бейніту й метас-
табільного аустеніту, що у процесі зношування в
поверхневому шарі перетерплює фазове $\gamma \rightarrow \alpha$
перетворення, що забезпечує додаткове самозмі-
цнення робочої поверхні й підвищення ударно-
абразивної зносостійкості. Використання винаходу
дозволяє значно підвищити термін служби виго-
товлених з цього чавуну деталей, що працюють в
умовах ударно-абразивного зношування.

Поставлена мета досягається тим, що зносо-
стійкий чавун, який містить вуглець, кремній, мар-
ганець, хром, молібден, нікель, залізо додатково
містить молібден і нікель при наступному співвід-
ношенні компонентів, мас. %:

Вуглець	2,4-3,2
---------	---------

(13) C2

(11) 89140

(19) UA

Кремній	0,5-0,8
Марганець	0,7-1,4
Хром	17,2-21,2
Молібден	0,4-1,4
Нікель	0,8-1,0
Залізо	Інше

Аналіз відомих складів зносостійких чавунів показав, що вміст деяких елементів (наприклад, вуглецю, марганцю, хрому й т.д.), введених до складу чавуну, який заявляють, не забезпечує останнім таких властивостей, які вони проявляють у сукупності з новими компонентами в технічному рішенні, що заявляють (Ni, Mo), а саме, підвищення ударно-абразивної зносостійкості.

Істотними ознаками, загальними для найбільш близького чавуну й чавуну, що заявляють, є наявність вуглецю, кремнію, марганцю, хрому, заліза.

Ознаками, що відрізняють чавун, що заявляють, є наявність у ньому 0,9 % молібдену й 0,9 % нікелю, відсутність у ньому ніобію, а також зменшення вмісту хрому на 3,8 %.

Необхідність вмісту в чавуні компонентів у вказаних співвідношеннях обумовлена наступними обставинами.

При вмісті вуглецю нижче 2,4 % помітно знижується ударно-абразивна зносостійкість внаслідок зменшення кількості карбідної фази. При збільшенні його вмісту більше 3,2 % зносостійкість також зменшується в результаті появи в структурі великих заевтектичних карбідів, які окрихчують чавун і сприяють викрашуванню.

Кремній у даному діапазоні концентрацій сприяє утворенню евтектики на базі карбиду хрому (Cr, Fe)₇C₃. Вміст кремнію менш 0,5 % недостатньо для прискорення протікання $\gamma \rightarrow \alpha$ перетворення й забезпечення виділення карбідів з пересиченого аустеніту, а також чавун має недостатню рідкотекучість. Збільшення його вмісту більше 0,8 % збільшує його схильність до крихкого руйнування й утворення тріщин.

Марганець вводиться для стабілізації аустеніту й одержання переважно аустенітної металевої основи. При вмісті марганцю менш 0,7 % у структурі збільшується кількість мартенситу й зменшується частка залишкового метастабільного аустеніту, що знижує зносостійкість чавуну. Підвищення концентрації марганцю більше 1,4 % викликає надмірну стабілізацію аустеніту, що знижує ефект

поверхневого самозміцнення в процесі зношування й зменшує зносостійкість сплаву.

При зниженні вмісту хрому нижче 17,2 % зносостійкість чавуну зменшується внаслідок утворення карбідів переважно цементитного типу (Fe, Cr)₃C. Збільшення концентрації хрому більше 21,2 % (при обраному вмісті вуглецю) робить чавун заевтектичним, який містить у структурі надлишкові великі карбіди витягнутої форми, які мають пластинчасту будову, що викликає викришування, окрихчування й зниження зносостійкості. Крім того, хром при вмісті понад 21,2 % розчиняється не стільки в карбідах, скільки в металевій основі, підвищуючи її крихкість.

Введення молібдену в чавун у кількості 0,4-1,4 % підвищує зносостійкість чавуну за рахунок того, що молібден, розчиняючись у хромистих карбідах, сприяє збільшенню твердості цих карбідів. Крім того, добавки молібдену подрібнюють зерно. Введення молібдену в кількості до 0,4 % істотно не впливає на зносостійкість чавуну, а понад 1,4 % приводить до утворення стабільного аустеніту замість необхідного для зносостійкості метастабільного аустеніту, внаслідок чого зносостійкість знижується.

Вміст нікелю в чавуні знаходиться в межах 0,8-1,0 %. Нікель вводиться в якості аустенітоутворюючого елемента. При вмісті нікелю нижче 0,8 % чавун схильний до утворення тріщин, помітного збільшення корозійної стійкості матриці й підвищення пластичності аустеніту не спостерігається. Збільшення вмісту нікелю більше 1,0 % недоцільно, оскільки приводить до збільшення стабільності аустеніту й, як наслідок, до зниження твердості й зносостійкості чавуну.

Спільне легування молібденом і нікелем сприяє одержанню дисперсної й однорідної структури.

Виключення ніобію із запропонованого чавуну сприяє збільшенню твердості, ударо- й зносостійкості внаслідок усунення сегрегації карбідів ніобію у вигляді великих гексагональних утворень, які гетерогенізують і окрихчують чавун.

Таким чином, запропоновані сукупність і концентрації легуючих елементів надають винаходу нову якість, а саме підвищена ударно-абразивна зносостійкість.

Хімічний склад і значення відносної зносостійкості чавуну, що заявляють й відомого наведені в таблиці.

Таблиця

Зносостійкий чавун	Химический состав (масс. %)								Показник відносної зносостійкості
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Nb	Fe	
Пропонований									
1	2,2-2,6	0,3-0,7	1,2-1,6	17,0-17,4	0,2-0,6	0,6-1,0	-	Основа	3,12
2	2,6-3,0	0,5-0,9	0,8-1,2	19,0-19,4	0,7-1,1	0,7-1,1	-	Основа	6,69
3	3,0-3,4	0,6-1,0	0,5-1,9	21,0-21,4	1,2-1,6	0,8-1,2	-	Основа	5,01
Прототип	2,7-2,8	0,5-1,1	0,9-1,3	20,0-25,0	-	-	0,5-2,5	Основа	1,39

Експериментальні склади чавунів були виплавлені в лабораторних умовах Національної металургійної академії України у відкритій індукційній печі, ємністю 60 кг із основною футеровкою тигля.

Метал перегрівали до 1450-1500 °С, а розливання здійснювали при 1400-1450 °С у просушені й профіті до 150-200 °С піщано-глинисті форми.

Як шихтові матеріали використали наступні: передільний чавун, сталевий лом, ферохром (ФК001) - 19,2 % (ГОСТ 4757-67), феромолібден (ФМ-60) - 1,5 %, феромарганець (ФМ-60) - 1,35 %, нікель - 0,9 %.

Випробування зносостійкості робили після термообробки зразків за наступним режимом: нагрівання від 950 °С, витримка протягом 1 години, охолодження у воді. Твердість пропонованого чавуну після загартування становить 65 HRC. Для випробувань застосовували механічно оброблені зразки у формі паралелепіпеда, розмірами 10x10x27 мм. Випробування чавунів запропонованих складів проводили на спеціально сконструйованій установці, принцип дії якої заснований на ударно-абразивному зношуванні випробуваних зразків, що обертаються у горизонтальній площині в абразивному середовищі дробу (сталевий або чавунний). Зразки закріплювали на робочому валу, розташованому вертикально й нагвинченому на вал електродвигуна. Вал зі зразками розташовувався в спеціальній склянці із дробом. Швидкість

обертання зразків становила 2850 хв⁻¹. У процесі роботи дріб чинив ударно-абразивний вплив на випробувані зразки. За еталон була прийнята сталь 45 твердістю 190 HRC. Відносно, ударно-абразивну зносостійкість визначали відповідно до ГОСТ 27674-88.

Приготування чавуну-прототипу робили в аналогічних умовах за тими ж технологіям.

Порівняння властивостей зносостійких чавунів різних складів показує, що зносостійкість в умовах ударно-абразивного зношування в дробі пропонованого чавуну оптимального складу (2) перевершує зносостійкість відомого в 5 разів, що дозволяє підвищити термін служби виготовлених з нього деталей.

Ефективність технічного рішення, що заявляють, полягає в підвищенні якості зносостійкого чавуну, економії металу за рахунок збільшення експлуатаційної довговічності, а також відсутності в його складі дефіцитного легуючого елемента (Nb).