



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 44100

(13) A

(51) 6 C22C37/10

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ  
ВЛАСНИКА  
ПАТЕНТУ

(54) ЗНОСОСТІЙКИЙ ЧАВУН

1

2

(21) 2001042913

(22) 27 04 2001

(24) 15 01 2002

(46) 15 01 2002, Бюл. № 1, 2002 р.

(72) Ігнатів Володимир Олексійович, Подлужний  
Олександр Григорович, Ярмоленко Анатолій  
Іванович, Пахомов Олександр Анатолійович, Со-  
болев Олександр Миколайович, Сольоний Воло-  
димир Костянтинович, Босий Володимир Мико-  
лайович(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО  
"МАКІВСЬКИЙ ТРУБОЛИВАРНИЙ ЗАВОД"(57) Зносостійкий чавун, що містить вуглець,  
кремній, марганець, хром, титан, ванадій та залізо,який відрізняється тим, що він додатково містить  
нікель та кальцій при такому співвідношенні ком-  
понентів, мас. %

Вуглець	2,8 - 3,6
Кремній	0,9 - 1,6
Марганець	0,3 - 1,0
Хром	0,2 - 0,8
Титан	0,05 - 0,40
Ванадій	0,1 - 0,25
Нікель	0,1 - 0,5
Кальцій	0,001 - 0,01
Залізо	решта

Винахід відноситься до металургії, зокрема до  
низьколегованих зносостійких чавунів, що призна-  
чені для виготовлення молоткових тіл, які викорис-  
товуються для роздрібнення різних матеріалів, та  
може бути використаний в металургійній, цемент-  
ній, вугільній та інших галузях промисловості.

Відомий зносостійкий чавун, який містить,  
мас. %

Вуглець	2,6 - 3,6
Кремній	1,0 - 2,0
Марганець	0,5 - 1,0
Хром	0,2 - 1,0
Мідь	0,6 - 1,4
Титан	0,15 - 0,40
Ванадій	0,1 - 0,25
Алюміній	0,1 - 0,3
Кальцій	0,03 - 0,3
Рідкоземельні метали	0,02 - 0,15
Залізо	решта

Під час лиття в коїть твердість цього чавуну  
не перевищує твердість 400НВ. Знос чавуну в аб-  
разивних середовищах становить 160 - 190 мг/м<sup>2</sup> г  
(див. авторське свідоцтво СРСР №831851, МПК  
C22 C37/10, 1981 р.).

У об'єкта, що заявляється, й аналога збігають-  
ся такі суттєві ознаки: наявність в чавуні вуглецю,  
кремнію, марганцю, хрому, титану, ванадію, каль-  
цію і заліза.

Одержанню очікуваного технічного результату  
при використанні аналога перешкоджають такі  
причини:

Вміст в чавуні кремнію більш ніж 1,6 мас. %, а  
також наявність міді та алюмінію створюють умови  
для графітизації чавуну, що призводить до недо-  
статньо високої твердості чавуну за рахунок утво-  
рення великої кількості вільного графіту в матриці  
під час первинної кристалізації чавуну. При роботі  
в таких абразивних середовищах, як клинкер, або  
руди чорних та кольорових металів простежується  
підвищений знос молоткових тіл, що відліті з дано-  
го чавуну.

Найбільше близьким по сукупності ознак до  
зносостійкого чавуну, що заявляється, є, обраний  
в якості прототипу, чавун такого хімічного складу,  
мас. %

Вуглець	2,6 - 3,6
Кремній	1,3 - 2,8
Марганець	0,5 - 1,0
Хром	0,2 - 1,0
Титан	0,05 - 0,40
Ванадій	0,1 - 0,25
Алюміній	0,1 - 0,3
Залізо	решта

В литому стані цей чавун має наступні влас-  
тості:

(13) A

(11) 44100

(19) UA

- коефіцієнт відносної зносостійкості (по відношенню до еталону з сталі Ст 3) 2, 28 - 2, 32,
- кількість ударів кулі діаметром 60мм, що падає з висоти 4м, до руйнування 431 - 461,
- твердість 400 - 480НВ та наскрізний вибіл по всьому перерізу, (див авторське свідоцтво СРСР №496321, МПК С 22 С 37/00, 1974р)

У об'єкта, що заявляється, і прототипу збігаються такі суттєві ознаки наявність в чавуні вуглецю, кремнію, марганцю, хрому, титану, ванадію та заліза

Аналіз технічних властивостей прототипу, обумовлених його ознаками, показує, що одержанню очікуваного нового технічного результату при використанні прототипу перешкоджають, такі причини

Вміст в чавуні кремнію більш ніж 1,6мас %, та наявність алюмінію в хімічному складі чавуну прототипу створюють умови для графітизації чавуну, що приводить до недостатньо високої твердості та зносостійкості чавуну за рахунок утворення в його матриці великої кількості вільного графіту під час первинної кристалізації чавуну. Вміст в чавуні вуглецю менш ніж 2,8мас % та наявність більше ніж 1,0мас % хрому в хімічному складі прототипу приводить до наскрізного вибілу матриці чавуну по всьому перерізу відливка. Наявність наскрізного вибілу чавуну по всьому перерізу молочної типу, що зазнає при роботі в млині високі ударні навантаження, спричинює його швидке руйнування

В основу винаходу поставлено задачу розробити такий зносостійкий чавун, в якому вміст нових елементів дозволив би забезпечити в литому стані підвищення твердості та зносостійкості чавуну

На рішення поставленої задачі спрямований винахід, що заявляється, який характеризується такими суттєвими ознаками, що виражені визначеними поняттями і достатні для досягнення очікуваного технічного результату в усіх випадках, на які поширюється обсяг правової охорони

Зносостійкий чавун, що заявляється, містить вуглець, кремній, марганець, хром, титан, ванадій та залізо. Від прототипу зносостійкий чавун, що заявляється, відрізняється тим, що він додатково містить нікель та кальцій при такому співвідношенні компонентів, мас %

Вуглець	2,8 - 3, 6
Кремній	0,9 - 1,6
Марганець	0,3 - 1,0
Хром	0,2 - а, 8
Титан	0,05 - 0,4,0
Ванадій	0,1 - 0,25
Нікель	0,1 - 0,5
Кальцій	0,001 - 0,01
Залізо	решта

Інтервал значень кількісного співвідношення компонентів в складі зносостійкого чавуну, що заявляється, обумовлений таким

Вміст вуглецю в інтервалі 2,8 - 3,6мас % забезпечує відсутність в сплаві первинних карбідів, які знижують комплекс механічних властивостей та визначає мінімально допустиму об'ємну частку карбідної складової з точки зору зносостійкості

Нижня границя вмісту кремнію - 0,9мас % - ви-

брана виходячи з мінімально допустимої його концентрації для забезпечення необхідної рідкоплинності розплаву. Верхня границя вмісту кремнію - 1,6мас % - обумовлена необхідністю забезпечення великої прогартуваності чавуну та запобігання процесу графітизації

Марганець в кількості не менше 0,3мас % необхідний для пригнічення розливної плінності при литті та забезпечення необхідної прогартуваності чавуну. Підвищення вмісту марганцю більше ніж 1,0мас % приводить до появи великої кількості залишкового аустеніту, що знижує твердість сплаву

Інтервал вмісту хрому - 0,2 - 0,8мас % - забезпечує одержання в структурі чавуну легованого цементиту з високою твердістю. Нижня границя вмісту хрому в чавуні (0,2мас %) вибрана з врахуванням початку прояви його легуючої дії. Верхня границя (0,8мас %) є межею після якої хром починає різко підсилювати свою карбідестабілізуючу дію, знижуючи якості міцності чавуну (знижуючи ударостійкість відливків)

Вміст титану та ванадію менше вказаних нижніх границь неефективний, а їхня концентрація вище вказаних верхніх границь приводить до підвищеного виділення шлаку та ускладнення технологічного процесу одержання відливок

Введення в сплав нікелю в кількості 0,1 - 0,5мас % приводить до гальмування дифузійного розпаду аустеніту, а отже і до його стабілізації, та сприяє утворенню аустенітно-мартенситної структури сплаву, підвищуючи його ударну в'язкість. При цьому введення в чавун нікелю більше ніж 0,5мас % приводить до підвищення стабілізації аустенітно-структурної складової сплаву і до зниження за рахунок цього зносостійкості чавуну, а введення в чавун нікелю менше ніж 0,1мас % не сприяє підвищенню твердості та ударної в'язкості чавуну

Кальцій, введений в сплав в вказаних границях (0,001 - 0,01мас %), сприяє десульфурзації чавуну та очищенню границь зерен від неметалевих включень, що підвищує твердість чавуну, а отже і його зносостійкість. Введення кальцію нижче ніж 0,001мас % не ефективно, а вміст його більший ніж 0,01мас % не бажаний, так як при цьому порушується однорідність структури на границях зерен утворюються скупчення карбідів, які знижують ударну в'язкість та зносостійкість чавуну

В результаті використання винаходу, що заявляється, досягається технічний результат, який полягає в підвищенні твердості і зносостійкості та в підвищенні ударостійкості в порівнянні з прототипом

Між сукупністю суттєвих ознак винаходу, що заявляється, і технічним результатом, що досягається, є такий причинно-наслідковий зв'язок

Введення в сплав нікелю в кількості 0,1 - 0,5мас % приводить до стабілізації аустеніту в матриці чавуну та сприяє утворенню твердої аустенітно-мартенситної структури сплаву з високою ударною в'язкістю, а введення в сплав кальцію в кількості 0,001 - 0,01мас % сприяє десульфурзації сплаву та очищенню границь зерен матриці від неметалевих включень, що підвищує твердість матриці, а отже і її зносостійкість

Використання зносостійкого чавуну, що заявляється, для відливки молотьних тіл приводить, за рахунок підвищення ударостійкості молотьного тіла, до підвищення строку їх служби та зниження витрат молотьних тіл у споживачів при подрібненні сировини

Зносостійкий чавун, що заявляється, одержують, наприклад, таким способом. Виплавку чавуну здійснювали в індукційній печі ІСТ 016 вмістом 200кг з основною футерівкою. Основою для виплавки чавуну був сталевий лом та електродне биття. В індукційну піч додавали феромарганець, ферохром, ванадієвий шлак. Силікокальцій в кусках та електричний нікель додавали в піч разом з усіма шихтовими матеріалами. При досягненні розплавлення металом температури 1500°C проводили присадку титану (марки ТГ-1100). Виплавлений чавун розливали в сталеві кокільні форми для відливки молотьних куль діаметром 60мм. Температура металу перед заливкою молотьних куль складала 1350 - 1400°C. Після кристалізації чавуну молотьні кулі вибивали з коклів та охолоджували на спокійному повітрі до температури навколишнього середовища. Так виплавили п'ять сплавів зносостійкого чавуну, що заявляється, з співвідношеннями компонентів, що дорівнювали

граничним значенням, виходили за граничні значення та мали оптимальні значення. Для порівняльного аналізу з прототипом був виплавлений також чавун з відомим співвідношенням компонентів.

Зносостійкість молотьних куль оцінювали по відношенню величини зносу еталону до величини зносу чавуну, що досліджується. За еталон вибрали зразки, які виготовлені з сталі Ст3. Випробування проводили на машині МЗ-ІМ шляхом сухого тертя ковзання зразку діаметром 10мм по абразивному кругу при тиску 2Па та швидкості обертання 1,05м/с.

Ударостійкість визначали по кількості ударів, які витримала молотьна куля до руйнування при її вільному падінні на ковадло з висоти 4м. В лабораторних умовах були проведені порівняльні дослідження ударостійкості і зносостійкості молотьних куль, відлитих з зносостійкого чавуну, що заявляється, та чавуну прототипу.

Результати експериментів зведені в таблицях 1 і 2.

В таблиці 1 надані п'ять хімічних складів зносостійкого чавуну, що заявляється, та склад чавуну прототипу, з яких були відлиті молотьні кулі діаметром 60мм.

Таблиця 1

№ сплаву	Склад чавуну, мас %									
	C	Si	Mn	Cr	Ti	V	Ni	Ca	Al	Fe
1	3,2	1,2	0,7	0,6	0,32	0,17	0,2	0,005		решта
2	2,8	0,9	0,3	0,2	0,05	0,12	0,1	0,002		решта
3	3,6	1,6	1,0	0,8	0,39	0,25	0,5	0,010		решта
4	3,8	1,8	1,2	0,9	0,50	0,30	0,7	0,020		решта
5	2,6	0,8	0,2	0,1	0,03	0,06	0,1	0,001		решта
Прототип	3,12	1,72	0,46	0,22	0,32	0,21	-	-	0,12	решта

В таблиці 2 надані механічні властивості молотьних куль діаметром 60мм, відлитих з зносостійкого чавуну, що заявляється, та відомого чавуну. Коефіцієнт зносостійкості визначений по відношенню до сталі Ст3.

Таблиця 2

№ сплаву	Кількість ударів до руйнування	Твердість, HB	Коефіцієнт зносостійкості
1	506	465	3,17
2	470	485	3,26
3	620	535	3,35
4	750	415	2,45
5	412	477	3,20
Прототип	435	400	2,30

Як показали наведені в вищезгаданих таблицях 1 і 2 дані проведених випробувань, зносостійкий чавун, що заявляється, характеризується кращою якістю за рахунок додаткового введення в його склад нікелю та кальцію. Внаслідок використання винаходу досягається технічний результат, який полягає в підвищенні твердості, зносостійкості

та ударостійкості відливок з запропонованого чавуну. Запропонований зносостійкий чавун має більшу, ніж в 1,3 рази вищу твердість, зносостійкість та ударостійкість в порівнянні з прототипом. Строк служби відлитих з цього чавуну молотьних тіл при подрібненні залізної руди буде збільшено в 1,2 - 1,4 рази.

