



УКРАЇНА

(19) UA (11) 37878 (13) A

(51) 7 C22C37/00, 37/08

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ЧАВУН ДЛЯ МОЛОЛЬНИХ ТІЛ

(21) 2000042417

(22) 27.04.2000

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Дубіна Олег Вікторович, Шеремет Володимир  
Олександрович, Омесь Микола Михайлович, Са-  
мойлов Віктор Миколайович, Тістечок Василь Дми-  
трович(73) Товариство з обмеженою відповідальністю  
науково-виробнича фірма "Явір"(57) Чавун для молоткових тіл, що містить вуглець,  
кремній, марганець, хром, титан і залізо, який від-різняється тим, що додатково містить нікель при  
такій пропорції компонентів (у мас.%):

Компоненти	Мас.%
Вуглець	2,3-3,0
Кремній	0,7-1,1
Марганець	0,6-1,0
Хром	0,2-0,8
Нікель	0,8-1,1
Титан	0,04-0,08
Залізо	решта

Винахід відноситься до металургії і ливарного  
виробництва, до дослідження чавунів з підвище-  
ними міцністими і пластичними характеристика-  
ми, що працюють в умовах ударно-абразивного  
зносу, зокрема, для крупних молоткових тіл ку-  
льових млинів гірничорудної і цементної промис-  
ловостей (кулі діаметром 100-125 мм).

Відомий чавун для молоткових тіл (Авторское  
свидетельство СССР № 834197, C22C 37/00, бюл.  
№ 20, 1981) такого хімічного складу, мас.%:

Компоненти	Мас.%
Вуглець	2,8-3,7
Кремній	0,3-0,7
Марганець	0,3-0,7
Кальцій	0,005-0,01
Титан	0,001-0,08
Бор	0,005-0,02
РЗМ	0,01-0,05
Залізо	решта

Недоліками відомого чавуну є низький крите-  
рій якості Ак і рівень твердості макроструктурної  
зони чистого відбілу у відлитої з нього молоткових  
тілах у зв'язку з наявністю в їх структурі включень  
дрібнодисперсного графіту, виділення яких викли-  
кається дією сильних графітизуючих елементів -  
кальцію і РЗМ. Наявність у чавуні дорогих кальцію  
і РЗМ, що характеризуються низьким ступенем за-  
своєння металом, є причиною високої собівартості  
відливок, які з нього одержують.

Найближчим до запропонованого, за хімічним  
складом, технічною суттю і результатом, що дося-

гається, є чавун для молоткових тіл (Авторское  
свидетельство СССР № 496320, C22C 37/00, Бюл.  
№ 47, 1975) такого хімічного складу, мас.%:

Компоненти	Мас.%
Вуглець	3,1-3,5
Кремній	1,2-1,4
Марганець	1,1-1,5
Хром	1,1-1,3
Титан	0,1-0,4
Залізо	решта

Недоліками цього чавуну для молоткових тіл є  
низька дисперсність перліту в його структурі, а та-  
кож наявність у ній великої кількості ледебуритної  
евтектики, що кристалізується в ньому у вигляді  
грубого конгломерату фаз з масивними виділен-  
нями цементиту, внаслідок чого він схильний до  
значного викришування на робочій поверхні мо-  
лоткових тіл, які експлуатуються в умовах ударно-  
абразивного зносу. У зв'язку з наявністю в його  
структурі великої кількості неметалевих включень  
у вигляді карбонітрідів і оксидів титану на  
міждендритних межах, відлитої з нього молоткові ті-  
ла мають низький рівень ударостійкості.

В основу винаходу покладено задачу вдоско-  
налення складу відомого чавуну для молоткових  
тіл і, шляхом оптимальної зміни пропорції компо-  
нентів, що входять до нього, і які впливають на кі-  
лькість і морфологію карбідної складової структу-  
ри, а також ступінь дисперсності продуктів евтек-  
тоїдного перетворення аустеніту забезпечити під-

(19) UA (11) 37878 (13) A

вищення ударостійкості молоткових тіл без зниження рівня їх зносостійкості.

Поставлена задача вирішується тим, що чавун для молоткових тіл, який містить вуглець, кремній, марганець, хром, титан і залізо, згідно з винаходом, додатково містить нікель при такій їх пропорції, мас. %:

Компоненти	Мас. %
Вуглець	2,3-3,0
Кремній	0,7-1,1
Марганець	0,6-1,0
Хром	0,2-0,8
Титан	0,04-0,08
Нікель	0,8-1,1
Залізо	решта

При створенні винаходу були використані такі теоретичні та експериментальні дані, які свідчать про те, що зі зниженням вмісту вуглецю і хрому в білих чавунах знижується частка крихкої карбідної структурної складової (цементиту), а міцність і пластичність підвищується (Гиршович Н.Г. Кристаллизация и свойства чугуна в отливках. М.-Л.: Машиностроение, 1966 - С. 324). Ще значніше пластичність і міцність білих чавунів підвищуються при зниженні вуглецевого еквіваленту за рахунок одночасного зменшення вмісту вуглецю і кремнію, оскільки при цьому змінюється будова карбідно-аустенитної евтектики від грубого конгломерату фаз до ледебуриту сотової побудови і пластинчатого ледебуриту (Бунин Л.П., Малиночка Я.Н., Таран Ю.Н. Основы металлографии чугуна. - М.: Металлургия. 1969. - С. 181-185). Для компенсації зниження твердості при зменшеному вмісті хрому, до чавуну запропонованого складу введено нікель, який разом з марганцем підвищує ступінь дисперсності перліту, частка якого зі зменшенням вуглецевого еквіваленту зростає.

Дослідження авторів також показали, що низька ударостійкість молоткових тіл з відомого чавуну пов'язана із завищеним вмістом у ньому титану, котрий, маючи високу хімічну схожість з вуглецем, азотом, киснем і сіркою утворює велику кількість неметалевих включень у вигляді нітридів, карбонітридів і оксисульфідів титану, що розташовуються на межах дендритів аустеніту і евтектики.

Відповідно до вищевикладеного, оптимізація складу відомого чавуну здійснювалася шляхом зменшення вуглецевого еквіваленту, концентрації хрому і титану. Граничні межі вмісту компонентів у чавуні заявленого складу є оптимальними і їх обґрунтовано експериментальними даними:

При вмісті вуглецю більш ніж 3,0% збільшується кількість крихкого цементиту, що призводить до зниження ударостійкості виробів. При вмісті вуглецю менш ніж 2,3% знижується твердість (зносо-стійкість) чавуну і погіршуються його ливарні властивості.

Кремній є основним регулятором відбілюваності чавуну і його вміст у межах 0,7-1,1% визначається необхідністю компенсації відбілювального впливу хрому і марганцю. При вмісті кремнію більш ніж 1,1% не забезпечується одержання безграфітної структури і твердість (зносо-стійкість) чавуну знижується. При вмісті його менш ніж 0,7%

знижується ступінь евтектичності чавуну, що призводить до погіршення його ливарних властивостей і підвищенню схильності до утворення гарячих тріщин.

Марганець кількістю 0,6-1,1% забезпечує підвищення ступеню дисперсності продуктів евтектичного перетворення аустеніту. При вмісті марганцю менш ніж 0,6% його вплив на структуру металевої матриці незначний і перліт характеризується значною розрідженістю, що є причиною зниження рівня твердості. При вмісті його більш ніж 2,0% вплив його на ступінь дисперсності перліту знижується, збільшується його карбидизуючий вплив і значно зростає трансхристалічність макроструктури молоткових тіл.

Вміст хрому в межах 0,2-0,8% забезпечує одержання безграфітної структури і вирівнювання рівня твердості по всьому перетину відливки. При вмісті його менш ніж 0,2% у структурі з'являються графітні включення, що призводить до зниження зносостійкості. При вмісті хрому більш ніж 0,8% збільшується товщина карбідної сітки, евтектика кристалізується з більшим розділенням фаз, що призводить до зниження ударостійкості.

Титан обсягом 0,04-0,08% сприятливо впливає на макроструктуру відливки, подрібнюючи його зерно, значно звужуючи зону стовпчастих кристалів, що забезпечує підвищення ударостійкості. При вмісті титану менш ніж 0,04% такий його вплив на структуру виявляється незначно. Оскільки титан має високу хімічну схожість з азотом, вуглецем, киснем і сіркою, то при вмісті його більш ніж 0,08% у чавуні утворюється велика кількість неметалевих включень у вигляді карбідів, нітридів і оксисульфідів титану, які розташовуються на межах дендритів аустеніту і евтектичних колоній, що призводить до зниження ударостійкості.

Нікель обсягом 0,8-1,1% так само, як і марганець, збільшує ступінь дисперсності перліту. При вмісті нікелю більш ніж 1,1% у структурі з'являється вільний графіт, який понижуює твердість (зносо-стійкість) чавуну. При вмісті нікелю менш ніж 0,8% його вплив на структуру не виявляється.

Із запропонованого чавуну на КДГМК "Криворіжсталь" було зроблено серію плавів і заливок молоткових куль діаметром 100 мм.

Запропонований чавун для молоткових тіл, що містить вуглець, кремній, марганець, хром, нікель, титан, залізо, згідно з винаходом, а також вказані компоненти в такій пропорції (у мас. %):

Компоненти	Мас. %
Вуглець	2,3-3,0
Кремній	0,7-1,1
Марганець	0,6-1,0
Хром	0,2-0,8
Титан	0,04-0,08
Нікель	0,8-1,1
Залізо	решта

можна одержати таким способом.

Для порівняльного аналізу в індукційній печі ДСП-08 з кислою футерівкою виплавляли чавуни, використовуючи як шихту ливарний чавун, сталевий обріз, металевий марганець, ферохром ФХ010А, металонікель. Феротитан ФТ35 і фероси-

ліцій ФС45 вводили до ковша при заповненні його металом на одну третину.

Температуру перед заливанням заміряли термомпарою занурення. Температура перебувала у межах 1300-1330°C.

Відбіл визначали за клинковою пробою. Глибина відбілу мала 30-50 мм і перехідної зони - 10-25 мм.

Залиті кулі вибивали через 10-15 хвилин після заливання і відбивали від ливарно-живильної системи через 24 години після вибивання.

Відлиті кулі випробовували на ударостійкість, ударну в'язкість і об'ємну твердість.

Твердість визначали на діаметрально розрізаних кулях на глибині 3-5 мм (поверхня); 20-30 мм (1/2 радіуса); 45-50 мм (центр) методом Брінеля. Ударостійкість куль визначали на бойковому копрі з енергією удару 1250 Дж ТУ 14-2-809-88. Відповідно до цих технічних умов, кулі діаметром 100 мм з такого ж чавуну повинні витримати не менш ніж 40 ударів до руйнування. Усі кулі діаметром 100 мм із заявленого чавуну витримали 100 ударів, після чого випробування було припинено. Жодна з куль не розкололась, що свідчить про необхідність розроблення нових технічних умов для куль діаметром 100 мм.

Через неможливість визначення ударостійкості було проведено випробування куль на ударну в'язкість, за якою можна опосередковано судити про їх ударостійкість. Випробування вели відповідно до ГОСТу 9454-78. Зразки для випробувань вирізали із центру кулі.

Хімічний склад порівнювальних чавунів наведено у таблиці 1, а результати їх випробування - у таблиці 2.

Як видно з даних, наведених у таблиці 2, чавун запропонованого складу переважає відомий чавун, щодо твердості, в 1,01-1,04 рази на поверхні, у 1,02-1,04 рази - на 1/2 радіуса і в 1,02-1,05 рази - у центрі, а щодо ударної в'язкості - в 1,9-2,0 рази. Як зазначалося вище, за ударною в'язкістю можна судити про ударостійкість, котра, відповідно, у 1,9-2,0 рази перевершує ударостійкість куль з відомого чавуну.

Із запропонованого чавуну було відлито партію куль діаметром 100 мм обсягом 60 тонн, котра пройшла промислові випробування на НКГЗК КДГМК "Криворіжсталь".

Після 527,0 годин роботи у барабанному млині на першій стадії подрібнення, де є максимальні ударні навантаження, розколювання куль заявленого складу чавуну не спостерігалось.

Знос випробовуваних куль склало 0,834 кг/тонну руди, що на 0,491 кг/тонну руди менше від зносу серійних куль.

Виробництво запропонованого чавуну для молоткових тіл може бути освоєно промисловим способом на ливарному виробництві будь-якого металургійного чи машинобудівного заводу, наприклад, КДГМК "Криворіжсталь", оскільки компоненти, що входять до його складу, не є гостродефіцитними і дорогими.

Таблиця 1

Чавун	Вміст компонентів, мас. %						
	вуглець	кремній	марганець	хром	нікель	титан	залізо
1	3,3	1,3	1,3	1,2	—	0,7	решта
2	2,2	0,6	0,5	0,1	0,7	0,03	решта
3	2,3	0,7	0,6	0,2	0,8	0,04	решта
4	2,65	0,9	0,8	0,5	0,95	0,06	решта
5*	3,0	1,1	1,0	0,8	1,1	0,08	решта
6	3,1	1,2	1,1	0,9	1,2	0,09	решта

\* відомий чавун (А.С. СССР № 496320, С22С 37/00, Бюл. 47, 1975)

\*\* чавун пропонованого складу

Таблиця 2

Чавун	Твердість, НВ			Ударна в'язкість, Дж/см <sup>2</sup>
	Поверхня	1/2 радіуса	Центр	
1	465	459	453	1,0
2	462	459	455	1,9
3	471	467	464	1,9
4	475	471	468	1,9
5	482	479	475	2,0
6	502	495	489	1,3

\* відомий чавун (А.С. СССР № 496320, С22С 37/00, Бюл.47,1975)

\*\* чавун пропонованого складу

---

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
(044) 295-81-42, 295-61-97

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2001 р. Формат 60x84 1/8.  
Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

---

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
(044) 268-25-22

---