



УКРАЇНА

(19) UA (11) 24753 (13) A

(51) C 22 C 37/00

ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДБез проведення експертизи по суті  
на підставі Постанови Верховної Ради України  
№ 3769-XII від 23 XII 1993 рПублікується  
в редакції заявника

(54) ЧАВУН ДЛЯ МОЛОЛЬНИХ ТІЛ

1

(21) 98073547

(22) 07.07.98

(24) 06.10.98

(46) 25.12.98. Бюл. № 6

(47) 06.10.98

(72) Севернюк Володимир Васильович,  
Барський Станіслав Миколайович, Макаров  
Григорій Орестович, Нечепоренко Володи-  
мир Андрійович, Омесь Микола Михайлович,  
Самойлов Віктор Миколайович, Любімов  
Іван Михайлович, Кекух Анатолій Володи-  
мирович, Тістечок Василь Дмитрович, Пу-  
зирков-Уваров Олег Васильович

2

(73) Товариство з обмеженою відповідаль-  
ністю Науково-виробнича фірма "ЯВІР"  
(ТОВ НВФ "ЯВІР")(57) Чавун для молільних тіл, що містить  
вуглець, кремній, марганець, бор, титан і  
залізо, який відрізняється тим, що  
містить вказані компоненти при такому їх  
співвідношенні, мас. %:

Вуглець	3,8-4,0
Кремній	0,8-1,6
Марганець	1,4-2,0
Бор	0,03-0,17
Титан	0,09-0,21
Залізо	Решта

Винахід відноситься до металургії і ли-  
варного виробництва, дослідження чавунів з  
підвищеними міцнісними і пластичними  
характеристиками, що працюють в умовах  
ударно-абразивного зносу, зокрема для мо-  
лольних тіл кульових млинів гірничорудної,  
вугільної і цементної промисловостей.

Відомий чавун для молільних тіл [Авт.св.  
СРСР № 496320, кл. С 22 С 37/00, бюл. № 47,  
1975] такого хімічного складу, 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

Недоліком відомого чавуну є значна  
транскристалічність структури відлитих з

нього молільних тіл. Ледебуритна евтектика  
в цьому чавуні кристалізується у вигляді  
грубого конгломерату фаз із масивними  
виділеннями цементиту, внаслідок чого він  
схильний до значних викришувань на  
робочій поверхні молільних тіл, що експлу-  
атуються в умовах абразивно-ударного зно-  
су.

Найближчим до заявлюваного за  
хімічним складом, технічною суттю і  
результатом, що досягається, є чавун для  
молільних тіл [Авт.св. СРСР № 834197, кл. С  
22 С 37/00, бюл. № 20, 1981] такого хімічного  
складу, мас. %:

Вуглець	2,8-3,7
Кремній	0,3-0,7
Марганець	0,3-0,7
Кальцій	0,005-0,01

(19) UA (11) 24753 (13) A

Титан	0,001-0,08
Бор	0,005-0,02
РЗМ	0,01-0,05
Залізо	Решта

Недоліком цього чавуну для молольних тїл є низькі критерії якості відбілу  $A_k$  та рівень твердості макроструктурної зони чистого відбілу у відлитих з нього молольних тїлах у зв'язку з наявністю в мікроструктурі включень дрібнодисперсного графіту, незначною кількістю ледебуриду і значною розрідженістю перліту. Він має малу ступінь евтектичності, а тому має низьку рідкоплинність і схильний до утворення усадкової дірчастості у відлитках, що знижує вихід придатного литва. Наявність у ньому дорогого кальцію та РЗМ (рідкісних земельних металів), що характеризуються низьким ступенем засвоєння металом, спричиняє високу собівартість відлитків, які одержують з нього.

В основу винаходу покладено завдання вдосконалення складу відомого чавуну для молольних тїл і шляхом оптимальної зміни співвідношення компонентів, що входять до нього і які позитивно впливають на відбілюваність, мікротвердість структурних складових, а також на величину вуглецевого еквівалента, забезпечити підвищення якості відбілу  $A_k$ , рівня ливарних властивостей, твердості (зносостійкості) макроструктурної зони чистого відбілу, збільшення виходу придатного литва і зниження собівартості відлитків молольних тїл.

Поставлене завдання вирішується тим, що чавун для молольних тїл, який містить вуглець, кремній, марганець, бор, титан і залізо, згідно з винаходом, містить вказані компоненти при такому їх співвідношенні, мас. %:

Вуглець	3,8-4,0
Кремній	0,8-1,6
Марганець	1,4-2,0
Бор	0,03-0,17
Титан	0,09-0,21
Залізо	Решта

Оскільки молольні тїла відливають з відбілених чавунів, основною загальною ознакою заявлюваного чавуну і чавуну-прототипу, який визначає рівень службових властивостей відлитків, які з нього отримують, є якість відбілу, що оцінюється критерієм якості  $A_k$  (Справочник по чугуно-му литью. Изд. 3-е Л., Мишаностроение, 1978; Гиршович Н.Г. Кристаллизация и свойства чугуна в отливках. М.-Л., Машиностроение, 1966; Бунин К.П., Отбеленный чугун. М., Металлургиздат, 1957) за такою формулою

$$A_k = \frac{X}{X+z},$$

де  $X$  – величина зони чистого відбілу зі структурою білого чавуну (перліт + цементит), мм;  $z$  – величина перехідної зони зі структурою половинчатого чавуну (перліт + цементит + графіт), мм.

При цьому величиною зони чистого відбілу ( $X$ ) та її твердістю визначається тривалість експлуатації молольних тїл. Низькі значення цих показників чавуну-прототипу пов'язані з наявністю в ньому великої кількості сильних графітизуючих елементів (кальцій, бор, титан, РЗМ), які в сукупності викликають утворення у відбілі дрібнодисперсних графітних включень.

При створенні винаходу було використано теоретичні та експериментальні дані, що свідчать про екстремальний вплив титану і бору на відбілюваність чавуну. Тому в чавуні заявлюваного складу ці елементи містяться в концентрації, що забезпечує зміну їх графітизуючого впливу на відбілюваний. Для компенсації їх відбілюваного впливу на критерій якості відбілу  $A_k$  в чавуні заявлюваного складу збільшено вміст кремнію, вплив якого на величину перехідної зони ( $z$ ) більш значний, ніж на величину зони чистого відбілу ( $X$ ). Підвищення концентрації вуглецю в заявлюваному чавуні забезпечує збільшення в зоні чистого відбілу молольних тїл кількості твердої ледебуридної евтектики, а підвищення кількості марганцю збільшує ступінь дисперсності перліту. Така зміна структури супроводжується значним підвищенням твердості (зносостійкості) молольних тїл, виготовлених з чавуну заявлюваного складу, порівняно з молольними тїлами, виготовленими з відомого чавуну.

Граничні межі вмісту компонентів у чавуні заявлюваного складу є оптимальними і їх обґрунтовано експериментальними даними.

При вмісті вуглецю менш ніж 3,8% збільшується протяжність зони з половинчатою структурою, що призводить до погіршення критерію якості відбілу  $A_k$ , знижується кількість ледебуриду в структурі молольних тїл, що супроводиться зниженням твердості (зносостійкості) відбіленого шару і погіршуються ливарні якості (зменшується рідкоплинність і збільшується усадження). При вмісті вуглецю більш ніж 4,0% в структурі відбіленого шару з'являється графіт, що є бракувальною ознакою для відлитків з відбіленого чавуну.

Кремній є основним регулятором відбілюваності чавуну і його вміст у межах

0,8–1,6% визначається необхідністю компенсації відбілювального впливу марганцю, бору і титану. При вмісті кремнію менш ніж 0,8% не забезпечується компенсація вказаних елементів, знижується вуглецевий еквівалент, що призводить до погіршення ливарних властивостей чавуну. При вмісті кремнію більш ніж 1,6% погіршується критерій якості відбілу  $A_k$  і не забезпечується необхідний рівень твердості молочних тіл.

Марганець у межах 1,4–2,0% забезпечує підвищення ступеню дисперсності продуктів евтектичного перетворення аустеніту і зниження ступеню його аномальності. При вмісті марганцю менш ніж 1,4% його вплив на структуру металічної матриці незначний і перліт характеризується значною розрідженістю, що призводить до зниження рівня твердості. При вмісті марганцю більш ніж 2,0% зростає транскристалічність макроструктури і збільшується протяжність зони з половинчатою структурою, що призводить до погіршення критерію якості відбілу  $A_k$ .

Бор підвищує відбілюваність і твердість чавуну. Однак при вмісті його менш ніж 0,03% він зв'язує азот чавуну в тугоплавкі нітриди бору, що мають кристалографічну схожість з графітом і є внаслідок цього підкладками для кристалізації його включень, які знижують критерій якості відбілу  $A_k$ . При вмісті бору більш ніж 0,17% збільшується крихкість чавуну через виділення його евтектики на міжзеренних межах, а також підвищується його усадження.

Титан підвищує відбілюваність чавуну, але його вплив на відбілюваність, як і вплив бору, має екстремальний характер. Тому при вмісті титану менш ніж 0,09% він діє як графітизуючий елемент, що погіршує критерій якості відбілу  $A_k$ . Маючи високу хімічну спорідненість з вуглецем, титан в рідкому чавуні утворює власні тверді карбіди, що підвищують зносостійкість чавуну і знижують транскристалічність макроструктури, обумовлену підвищеною концентрацією в чавуні марганцю. При вмісті титану більш ніж 0,21% утворюється велика кількість карбідів і карбонітридів титану, що погіршують рідкоплинність чавуну. Оскільки вони виділяються на межах ледебуритних колоній, то міцність і в'язкість чавуну знижується.

Заявлюваний чавун для молочних тіл, що містить вуглець, кремній, марганець, бор, титан і залізо, згідно з винаходом, містить вказані компоненти в такому їх співвідношенні, мас. %:

Вуглець	3,8–4,0
Кремній	0,8–1,6
Марганець	1,4–2,0
Бор	0,03–0,17
Титан	0,09–0,21
Залізо	Решта

можна одержати таким способом.

Для порівняльного аналізу в індукційній печі ЛПЗ–67М з кислою футеровкою виплавляють чавуни, використовуючи як шихту ливарний чавун і сталевий брухт. Навуглецювання розплаву здійснюють присадкою в піч розрахованої кількості карбюризатора у вигляді графітованого коксика фракцією 3–5 мм. Феробор з фракцією 3–5 мм вводять у піч перед випуском з неї металу. Феротитан, силікокальцій і РЗМ (у вигляді мішметалу) вводять у ковш при заповненні його металом на одну третину.

Критерій якості відбілу  $A_k$  визначають за вже наведеною формулою за співвідношенням величини макроструктурних зон білого і половинчатого чавуну на поверхні злому технологічних проб, відлитих у піщаних формах з торцевим холодильником у вигляді металевої плити. Рідкоплинність чавуну контролюють за стандартною методикою з використанням спіральної проби Кері. Схильність чавуну до утворення усадкової дірчастості визначають замірюванням зайнятої дірчастістю в перерізі приросту в процентах відносно площі перерізу відлитку кулі. Зносостійкість чавунів визначають на зразках, вирізаних з молочних тіл (куль) у радіальному напрямку при сухому терті ковзання по абразивному колу, що обертається, на стандартній машині МІ–1М.

Хімічний склад порівняльних чавунів наведено у табл.1, а результати їх випробування – у табл.2.

Як видно з даних, наведених у табл.2, чавун заявлюваного складу переважає відомий чавун за критерієм якості відбілу  $A_k$  на 180%, за зносостійкістю відбіленої зони на 47,6%, за рідкоплинністю на 28,8% і за схильністю до утворення усадкової дірчастості на 14,6%.

Отже, поставлене у винаході завдання досягається при такій зміні концентрації компонентів у чавуні відомого складу: вуглецю у 2,4 раза, кремнію – 2,6 раза, марганцю – 3,4 раза, бору – 8 разів, титану – 3,8 раза. При цьому вміст усіх компонентів виходить за концентраційні межі, обмежені формулою винаходу на відомий чавун-прототип за авторським свідоцтвом СРСР № 834197.

Пропонований чавун було апробовано в ливарному виробництві КГМК "Криворіжсталь" при виготовленні пробних

партій молоткових тіл (куль) для гірничо-збагачувальних комбінатів Кривбасу. Одержані результати показали можливість при застосуванні чавуну заявлюваного складу зниження браку литва за рахунок підвищення рідкоплинності, збільшення виходу придатного литва шляхом скорочення розмірів живильних приростів за рахунок меншої схильності до утворення усадкової дірчастості, а також зниження собівартості відливок за рахунок вилучення зі складу чавуну дорогих компонентів. Молодні тіла

(кулі) з чавуну заявлюваного складу пройшли випробування на РЗФ-2 НКГЗКу з контрольним заміррюванням зносу, що виявили їх високі експлуатаційні властивості.

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

Таблиця 1

Чавун	Вміст компонентів, мас. %							
	вуглець	кремній	марганець	бор	титан	кальцій	РЗМ (церій)	залізо
1*	3,25	0,50	0,50	0,012	0,040	0,007	0,02	решта
2	3,70	0,40	1,10	0,010	0,030	-	-	решта
3**	3,80	0,80	1,40	0,030	0,090	-	-	решта
4**	3,90	1,20	1,70	1,100	0,150	-	-	решта
5**	4,00	1,60	2,00	0,170	0,210	-	-	решта
6	4,10	2,00	2,30	0,210	0,240	-	-	решта

\*Відомий чавун (Авт.св. СРСР № 834197).

\*\* Чавун пропонованого складу.

Таблиця 2

Чавун	Вуглецевий еквівалент $C_{\text{в}}$	Критерій якості $A_k$	Зносостійкість, г/хв	Рідкоплинність $\lambda$ , мм	Розмір усадкової дірчастості
1*	3,25	0,26	0,042	382	26,6
2	3,49	0,38	0,031	518	19,8
3**	3,62	0,47	0,022	529	17,2
4**	3,75	0,51	0,018	536	16,4
5**	3,88	0,43	0,021	543	14,7
6	4,01	0,29	0,036	532	12,3

\*Відомий чавун (Авт.св. СРСР № 834197).

\*\*Чавун пропонованого складу.

Упорядник

Техред М.Келемеш

Коректор М. Керецман

Замовлення 4608

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,  
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101