



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 88121

(13) C2

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

(54) ЧАВУН ДЛЯ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ

1

2

(21) а200813125

(22) 12.11.2008

(24) 10.09.2009

(46) 10.09.2009, Бюл.№ 17, 2009 р.

(72) ХРИЧИКОВ ВАЛЕРІЙ ЄВГЕНОВИЧ, ІВАНОВА
ЛЮДМИЛА ХАРИТОНІВНА, КОЛОТИЛО ЄВГЕН
ВІКТОРОВИЧ, ІВОНІН ІЛЛЯ ВАЛЕРІЙОВИЧ, ХА-
ЗАНОВ АНДРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ(73) НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ
УКРАЇНИ

(56) SU, 1696562, A1, 07.12.1991

SU, 981430, 15.12.1982

SU, 199408, 13.07.1967

JP, 2001321807, A, 20.11.2001

JP, 61157656, A, 17.07.1986

JP, 61153257, A, 11.07.1986

(57) Чавун для прокатних валків, що містить вуг-
лець, кремній, марганець, нікель, мідь, хром, ніо-
бій, рідкісноземельні метали та залізо, який **відри-**
зняється тим, що він додатково містить титан при
наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

вуглець	3,2-3,5
кремній	1,0-1,8
марганець	0,5-0,8
нікель	0,7-0,8
мідь	0,4-0,6
хром	0,15-0,30
рідкісноземельні метали	0,15-0,25
ніобій	0,05-0,10
титан	0,10-0,15
залізо	решта.

Винахід відноситься до чорної металургії, зок-
рема до розробки складу зносостійких та високо-
міцних білих чавунів для прокатних валків.

Відомий чавун (А.с. №199408 СРСР МКИ
C22C 37/04 опубл. 1967р.), який містить по мас. %:

вуглець –	2,7-3,5
кремній –	1,5-2,5
марганець –	0,3-0,6
фосфор –	0,05-0,15
сірка –	0,002-0,02
хром –	0,05-0,3
нікель –	1,5-2,5
молібден –	0,2-0,5
ніобій –	0,05-0,25
залізо –	решта.

Недоліком цього чавуна є низька зносостій-
кість, яка обумовлена тим, що евтектика являє
собой ледобурит, а також високий вміст кремнію
не дозволяє одержати білий без графітний чавун.

Найбільш близьким по технічній сутності до
складу, що заявляється, є чавун узятий за най-
ближчий аналог (А.с. №981430 СРСР МКИ C22C
37/10 опубл. 1982р.), який містить вуглець, крем-
ній, марганець, нікель, мідь, молібден, хром, маг-
ній, церій, ніобій, залізо, при наступному співвід-
ношенні компонентів, мас. %:

вуглець –	3,3-3,5
кремній –	1,5-1,8
марганець –	0,5-0,8
нікель –	0,7-0,8
мідь –	0,4-0,6
молібден –	0,1-0,2
хром –	0,2-0,3
магній –	0,05-0,07
церій –	0,03-0,05
ніобій –	0,03-0,05
залізо –	решта.

Недоліком наведеного чавуну є наявність у
складі його магнію, який забруднює білий чавун
великою кількістю неметалевих включень, а також
те, що карбідна фаза представлена ледобуритом,
який зменшує зносостійкість та міцність білого
чавуну.

В основу винаходу поставлена задача одер-
жання чавуну з підвищеними характеристиками
зносостійкості та міцності, яку потребує сучасне
виробництво.

Технічний результат досягається тим, що у
чавуні, який містить вуглець, кремній, марганець,
нікель, мідь, молібден, хром, церій, ніобій, залізо,
вміст ніобію збільшується до концентрацій, що
забезпечують утворення карбідів ніобію, вміст рід-
кісноземельних металів ($\Sigma P3M$) збільшується до

(19) UA (11) 88121 (13) C2

концентрацій, що забезпечують придушення виділення ледебуритної евтектики та у його склад додатково вводять титан, також у кількості, що забезпечує утворення спеціальних карбідів титану. Крім того, із складу чавуну виводиться магній та молібден. Зважено й те, що у чавунах легованих ніобієм карбіди мають розгільковану форму, причому гілки розміщені переважно під кутом 120° , сумісне же легування титаном і ніобієм призводить до зміни форми карбідів ніобію на найбільш схвальну - кубічну, крім того у структурі виділяється велика кількість дрібнодисперсних карбідів титану. Крім того, модифікування РЗМ у вказаних границях сприяє кристалізації чавуну за метастабільною системою, що дозволяє підвищити міцність чавуну.

Зазначена задача вирішується тим, що в чавуні, що містить вуглець, кремній, марганець, нікель, мідь, хром, церій, ніобій, залізо, додатково міститься титан при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

Вуглець –	3,2-3,5
Кремній –	1,0-1,8
Марганець –	0,5-0,8
Нікель –	0,7-0,8
Мідь –	0,4-0,6
Хром –	0,15-0,30
Рідкісноземельні метали –	0,15-0,25
Ніобій –	0,05-0,10
Титан –	0,10-0,15
Залізо –	решта.

За наявними у авторів відомостями сукупність ознак, що заявляються та характеризують сутність чавуну є раніше невідомими. Таким чином, запропонований винахід відповідає критерію «новизна».

Вплив окремих елементів на структуру і властивості чавуну дуже різноманітний, і так само є багато додаткових факторів, які можуть змінювати вплив того або іншого елементу. Змінний якісний і кількісний вплив різних елементів на структуроутворення сплавів ускладнює можливість їхньої класифікації за ознакою інтенсивності цього впливу, тим більше, що в багатьох випадках, наявність у сплаві двох карбідоутворюючих елементів не обов'язково посилює їх окремий вплив, а іноді нівелює його. Тому задача з підбирання легуючого комплексу, зводилася до того, щоб нейтралізувати небажаний вплив окремих елементів і посилити їх спільний вплив.

Вміст хімічних елементів у чавуні обґрунтовується наступним:

Вуглець. При максимальній концентрації вуглецю в структурі чавуну спостерігається найбільша кількість карбідів, що забезпечує найбільшу високу його зносостійкість. Однак при подальшому збільшенні його вмісту у шийках валків виділяються крупні графітні включення, що приводить до різкого зменшення міцності. При вмісту вуглецю менше нижньої рекомендуємої границі значно зменшується кількість карбідної фази у робочому шарі валків, що приводить до зниження твердості й, як наслідок, зносостійкості.

Кремній в обраних границях 1,0-1,8мас.% забезпечує одержання необхідного ступеня графітизації чавуну. При зменшенні вмісту кремнію нижче

за 1,0мас.% параметр графітизації чавуну (Kg) низький, тому у структурі шийок валків виділяється цементит, що зменшує їх міцність. Збільшення вмісту кремнію вище за 1,8мас.% не дозволяє одержати без графітну структуру у робочому шарі валків.

Марганець. Вміст у чавуні марганцю у вказаних границях дозволяє регулювати структуру матриці шляхом зміни ступеня дисперсності продуктів розпаду аустеніту. При вмістах марганцю нижче за 0,5мас.% він витрачається на нейтралізацію сірки. Збільшення вмісту марганцю вище за 0,8мас.% призводить до виділення цементиту у шийках валків.

Нікель. У вказаних границях нікель сприяє підвищенню ступеня дисперсності продуктів розпаду аустеніту. При вмістах менше нижньої границі такий вплив не спостерігається. Підвищення вмісту нікелю вище за 0,8мас.% (до концентрацій, що дозволяють одержати голчасті структури) до значних структурних змін не призводить, тому, урахувавши його велику собівартість, вважаємо можливим обмежити верхню границю вмісту 0,8мас.%.

Мідь. Виявляє перлітизуючий вплив на структуру металевої матриці, зменшує ступінь аномальності перліту та підвищує його дисперсність. При вмістах міді менше за 0,4мас.% цей вплив незначний, підвищення ж вмісту вище за 0,6мас.% призводить до виділення її по границях дендритів аустеніту та до зменшення міцностних властивостей.

Хром є основним регулятором твердості (зносостійкості) чавуну. В міру як підвищується його концентрації в обраних границях збільшується мікротвердість цементиту за рахунок підвищення ступеня легованості його хромом. У запропонованому чавуні при концентрації понад 0,3мас.% значною мірою підвищується твердість шийок валка, що ускладнює їх механічне оброблення. При вмістах хрому менше за 0,15мас.% вплив його незначний.

Рідкісноземельні метали. У вказаних границях модифікування рідкісноземельними металами призводить до зміни типу евтектики, тобто одержанню пластиноподібної замість ледебуритної, а також до підвищення дисперсності матриці, що сприяє збільшенню зносостійкості та міцності. При концентраціях менше за 0,15мас.% кристалізація ледебуриту повністю не придушується, а при вмістах вище за 0,25мас.% - у структурі виділяється велика кількість неметалевих включень, які зменшують зносостійкість чавуну.

Ніобій. У запропонованому чавуні однією з причин підвищення зносостійкості є утворення високотвердих спеціальних карбідів найсприятливішої форми. Досягається це сумісним введенням ніобію та титану. За нашими даними оптимальним вмістом ніобію є 0,05-0,10мас.%. При вмісті ніобію менше за 0,05мас.% в комплексі з 0,15-0,20мас.% титану кількість карбідів ніобію мала й зносостійкість таких чавунів менше оптимальної. Підвищення ж вмісту ніобію вище за 0,10мас.% (при 0,10-0,15мас.% титану) не призводить до подальшого збільшення зносостійкості через погрублення матриці.

Титан. Роль титану у запропонованому чавуні подвійна: утворення дисперсних високотвердих карбідів титану та зміна на більш сприятливу форми карбідів ніобію. У вказаних границях титан забезпечує, як і ніобій, утворення карбідів титану, які підвищують зносостійкість чавуну. При вмісті титану менше за 0,10мас.% цей вплив незначний, а збільшення його концентрацій понад 0,15мас.% призводить до погрублення матриці.

Суть винаходу, що заявляється, не визначена у явному вигляді з відомого авторам рівня техніки. Сукупність ознак, які характеризують відомі рішення, не забезпечують досягнення нових властивостей, і тільки наявність перерахованих відмінних ознак дозволяє одержати новий технічний результат. Таким чином, винахід, що заявляється відповідає критерію «винахідницький рівень».

Для оцінки властивостей, запропонованого чавуну і його структурного стану, у порівнянні із прототипом, отримали експериментальний чавун. Були застосовані наступні шихтові матеріали:

- чавун переробний ПВК1, ПВК2, ПВК3 ДСТУ 3133-95;

- чавун ливарний Л1, Л2 ДСТУ 3132-95;
- чавун валковий ЧВ-1, ЧВ-2 ГОСТ 1465-80;
- лом сталі 1А, 2А, 3А ГОСТ 2787-75;
- феросиліцій ФС75 ГОСТ 1415-91;
- феромарганець ФМн78, ФМн70 ДСТУ 3547-

97.

Експериментальні плавки проводили в індукційній печі з кислотою футеровкою, вага шихти 40кг. Після розплавлення шихти потужність печі знижували до 30-40% від максимальної, зчитували шлак періоду плавлення, заміряли температуру. Легувальні елементи (хром, молібден, мідь) вводили у вигляді феросплавів у піч. Модифікування магнієм здійснювали у ковші методом примусового завантаження при температурі чавуну 1400±5°C, а рідкісноземельні метали, ніобій, титан і нікель вводили у вигляді лігатури такого складу, мас. %: ΣРЗМ - 30, Nb - 10, Ti - 15, Ni - 30, Fe - решта, на дно ковша. Температура модифікування за цього була 1500±5°C. Частину нікелю вводили у вигляді нікелю гранульованого. Дослідні склади чавунів наведені у таблиці.

Таблиця

Хімічний склад і властивості чавуну, що заявляється, та прототипу

Сплав	№ вар	Вміст хімічних елементів, мас. %													Властивості	
		C	Si	Mn	Ni	Cu	Cr	Mo	ΣРЗМ	Nb	Ti	Mg	Ce	Fe	Зносостійкість, г	σ _p , МПа
Чавун, що заявляється	1	3,2	1,8	0,8	0,8	0,6	0,3	-	0,25	0,1	0,15	-	-	решта	0,021	740
	2	3,5	1,8	0,8	0,7	0,4	0,15	-	0,25	0,05	0,15	-	-	«	0,023	725
	3	3,2	1,0	0,8	0,8	0,4	0,15	-	0,15	0,05	0,1	-	-	«	0,025	720
	4	3,5	1,0	0,8	0,7	0,6	0,3	-	0,15	0,1	0,1	-	-	«	0,024	720
	5	3,2	1,8	0,5	0,7	0,6	0,15	-	0,15	0,05	0,1	-	-	«	0,025	725
	6	3,5	1,8	0,5	0,8	0,4	0,3	-	0,15	0,1	0,1	-	-	«	0,025	730
	7	3,2	1,0	0,5	0,7	0,4	0,3	-	0,25	0,1	0,15	-	-	«	0,020	730
	8	3,5	1,0	0,5	0,8	0,6	0,15	-	0,25	0,05	0,15	-	-	«	0,022	730
	9	3,35	1,8	0,65	0,75	0,5	0,22	-	0,1	0,02	0,05	-	-	«	0,030	670
	10	3,35	1,4	0,65	0,75	0,5	0,22	-	0,15	0,05	0,1	-	-	«	0,024	710
	11	3,35	1,4	0,65	0,75	0,5	0,22	-	0,20	0,08	0,13	-	-	«	0,023	730
	12	3,35	1,4	0,65	0,75	0,5	0,22	-	0,25	0,1	0,15	-	-	«	0,020	740
	13	3,35	1,4	0,65	0,75	0,5	0,22	-	0,30	0,15	0,20	-	-	«	0,024	700
Чавун за найближчим аналогом	14	3,4	1,6	0,65	0,75	0,4	0,20	0,1	0,10	0,030	-	0,05	0,03	0,028	0,045	585
	15	3,4	1,8	0,65	0,85	0,6	0,25	0,2	0,06	0,045	-	0,05	0,05	0,020	0,040	605

При досягненні металом температури 1320±5°C заливали кокільні форми. З одержаним виливків (висота 200, діаметр - 50мм) вирізали зразки для металографічних досліджень, випробування міцності при вигині та зносостійкості. Випробування міцності проводили за стандартною методикою. Зносостійкість сплаву визначали на установці СМЦ-2 при терті ковзання з зусиллям 700МПа. Дослідні склади чавунів та результати випробувань наведені у таблиці.

Як видно з таблиці, поставлена мета досягнута. Зносостійкість запропонованого чавуну вище, ніж відомого у 1,5-2,1 рази, границя міцності при вигині - на 12,6-24,4%.

Винахід, що заявляється, засновано на теоретичних розробках, підтверджених експериментальними даними та може бути багаторазово відтворений у виробництві. Таким чином, винахід, що заявляється, відповідає критерію «промислова застосовність».

