



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **97439** (13) **C2**
(51) **МПК**
C22C 37/10 (2006.01)

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) **ЧАВУН**

1

2

(21) а201010221

(22) 19.08.2010

(24) 10.02.2012

(46) 10.02.2012, Бюл.№ 3, 2012 р.

(72) ІВАНОВА ЛЮДМИЛА ХАРИТОНІВНА, КОЛОТИЛО ЄВГЕН ВІКТОРОВИЧ, ХРИЧИКОВ ВАЛЕРІЙ ЄВГЕНОВИЧ, ХАЗАНОВ АНДРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, ШЛЯПІН ІВАН ВОЛОДИМИРОВИЧ, КАЛАШНІКОВА АЛІНА ЮРІЇВНА

(73) НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ

(56) SU 1035084 A1, 15.08.1983

SU 1285047 A1, 23.01.1987

GB 1205113 A, 16.09.1970

US 4450019 A, 22.05.1984

(57) Чавун, що містить вуглець, кремній, марганець, фосфор, церій, лантан та залізо, який **відрізняється** тим, що він додатково містить гафній при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

вуглець	2,8-3,5
кремній	1,1-2,5
марганець	0,5-0,8
фосфор	0,3-0,8
церій	0,1-0,15
лантан	0,08-0,10
гафній	0,05-0,10
залізо	решта.

Винахід належить до чорної металургії, зокрема до розробки складу чавуну для виготовлення литих деталей, що мають підвищені ударостійкість та міцність (молотні тіла, прокатні валки та ін.).

Відомий чавун (А.с. №523956 СРСР МКИ C22C 37/00 опубл. Б.І. №29, 1976 р.), який містить по мас. %:

вуглець	2,8-3,3
кремній	0,5-1,2
марганець	0,5-0,8
церій	0,04-0,08
ітрій	0,02-0,07
залізо	решта.

Недоліком цього чавуну є недостатня міцність через наявність у структурі великої кількості ледебуритної евтектики.

Найбільш близьким по технічній суті до складу, що заявляється, є чавун (А.С. №1092200 СРСР МКИ C22C 37/00 опубл. Б.І. №18, 1984 р.), що взятий за прототип, який містить вуглець, кремній, марганець, фосфор, церій, лантан, залізо, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

вуглець	3,2-3,8
кремній	2,0-3,0
марганець	0,5-0,8
фосфор	0,3-0,8
церій	0,16-0,2
лантан	0,08-0,1
залізо	решта.

Цей чавун має недостатню міцність та ударостійкість.

В основу винаходу поставлена задача одержання чавуну з підвищеними характеристиками ударостійкості та міцності, яких потребує сучасне виробництво.

Технічний результат досягається тим, що у чавуні, додатково легованому гафнієм, досягається підвищений ступінь дисперсності продуктів евтектичного перетворення аустеніту, що дозволяє підвищити міцність чавуну та його ударостійкість.

Зазначена задача вирішується тим, що в чавуні, що містить вуглець, кремній, марганець, фосфор, церій, лантан та залізо, додатково міститься гафній при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

вуглець	2,8-3,5
кремній	1,1-2,5
марганець	0,5-0,8
фосфор	0,3-0,8
церій	0,1-0,15
лантан	0,08-0,10
гафній	0,05-0,1
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".

(13) **C2**

(11) **97439**

(19) **UA**

Вплив окремих елементів на структуру і властивості чавуну дуже різноманітний, і так само є багато додаткових факторів, які можуть змінювати вплив того або іншого елемента. 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 окремих 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. Є основним елементом, що визначає кількість карбідної фази, а також структуру металевої матриці. При концентраціях його у межах 2,8-3,5 % забезпечується необхідна структура і підвищення міцності чавуну. Верхня практична границя вмісту вуглецю у більшості випадків обумовлюється евтектичним складом, тому що при більш високому вмісті вуглецю з'являються надлишкова карбідна фаза (первинний цементит), що відповідно призводить до окрихчування чавуну і зменшенню його міцності. При вмісті вуглецю менше нижньої границі, що рекомендується, значно зменшується кількість карбідної фази, що приводить до зниження міцності.

Кремній в вибраних границях нейтралізує карбідоутворюючу дію марганцю, тобто забезпечує одержання необхідного ступеня графітизації чавуну (Кг). При зменшенні вмісту кремнію нижче 1,1 % параметр графітизації чавуну Кг низький, спостерігається пухкість металу, а тому такий чавун має недостатню міцність. Збільшення вмісту кремнію вище верхньої границі, що рекомендується, призводить до зменшення фізико-механічних властивостей та ударостійкості.

Марганець у межах 0,5-0,8 % сприяє знесірчуванню та розкисленню чавуну, дозволяє регулювати структуру металевої матриці. При збільшенні вмісту його вище за 0,8 % збільшується зерно, з'являється транскристалічність у макроструктурі чавуну. При зменшенні вмісту марганцю менше за 0,5 % знижуються фізико-механічні властивості та ударостійкість.

Фосфор у вказаних межах сприяє підвищенню рідкотекучості та твердості чавуну. При вмістах фосфору нижче 0,3 % вказаний вплив виявляється незначним. При вмістах вище за 0,8 % у структурі різко збільшується кількість крихкої фосфідної евтектики, яка зменшує ударостійкість чавуну.

Церій та лантан. При виборі модифікаторів для подавлення виділення ледебуритної евтектики у чавуні та підвищення властивостей було прийнято до уваги, що ці модифікатори значною мірою відрізняються один від одного за хімічною активністю, модифікуючим впливом, мають різні температури плавлення, кипіння, теплоти утворення сполук та енергії Гібса. Однозначно встановлено, що, наприклад, максимальну мікротвердість цементиту та перліту дозволяє одержати модифікування лантаном, а фериту - модифікування церієм. Меха-

нізм такого впливу на теперішній час вивчено недостатньо. Комплексне модифікування вказаними модифікаторами призводить до переважного утворення оксиду CeO_2 , енергія Гібса котрого значно нижча, ніж у оксидів La_2O_3 . Таким чином, ураховуючи вищевикладене, встановили нижні границі вмісту вказаних елементів, що забезпечує подавлення виділення ледебуритної евтектики та перетворення її в пластиноподібну. За нашими даними нижні границі концентрацій модифікаторів повинні бути такими, мас. %: церій - 0,1, лантан - 0,08. Зменшення концентрацій модифікаторів (будь-якого з вказаних) нижче за границі, що рекомендуються, не дозволяє повністю одержати пластиноподібну евтектику, у структурі присутній ледебурит, який призводить до зниження міцності та ударостійкості. Верхні границі концентрацій лантану визначали зі ступенем зростання мікротвердості карбідної фази. При концентраціях 0,1 % лантану мікротвердість карбідної фази була максимальною. Подальше збільшення вмісту цього елемента призводило до утворення великої кількості неметалевих включень, які зменшували міцність чавуну. Ураховуючи, що церій у першу чергу витрачається на рафінування розплаву розраховували максимально необхідні його вмісти, а потім за ступенем зростання мікротвердості матриці визначали максимальну його концентрацію. При вмістах 0,15 % церію (в комплексі з 0,1 % лантану) мікротвердість матриці була максимальною. Подальше збільшення концентрацій вказаних елементів не призводило до підвищення мікротвердості. Слід відмітити, що ступінь модифікуючого впливу індивідуальних елементів-модифікаторів, що розглянуто, значною мірою зростає при комплексному використанні та у більшості випадків модифікування індивідуальним елементом-модифікатором не дозволяє досягти результатів, що були одержані при комплексному модифікуванні. Механізм такого взаємного впливу у технічній літературі практично не описаний.

Гафній. У запропонованому чавуні виявляє перлітоутворюючий вплив на структуру металевої матриці та підвищує дисперсність перліту, за цього збільшуються показники міцності та ударостійкості. При вмістах гафнію менше за 0,05 % цей вплив незначний, підвищення ж вмісту вище за 1,0 % призводить до зменшення міцнісних властивостей.

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 означеної відмінної ознаки 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;

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 футерівкою, вага шихти 40 кг. Після розплавлення шихти потужність печі знижували до 30-40 % від максимальної, зчитували шлак періоду плавлення, заміряли температуру та вводили гафній у вигляді гафнієвої лігатури такого складу, мас. %: гафній 90, залізо решта. Модифікування виконували таким чином: модифікувальні елементи (церій, лантан) вводили у ківш перед випуском металу у вигляді лантан-церієвої лігатури такого складу, мас. %: лантан 8...10; церій 10...15; вуглець 0,3...0,5; кальцій 0,4...0,5; кремній 40...45; залізо решта. При температурі 1500 ± 5 °C чавун випускали у ківш з необхідною наважкою модифікаторів та при досягненні температури $1330...1340$ °C заливали у кокільні форми. Виливки мали розміри: 1) куля діаметром 60 мм, 2) циліндр діаметром 50 мм та висотою 200 мм. З цих

виправок вирізали зразки для хімічного аналізу, металографічних досліджень, випробування границі міцності при розтягу та ударостійкості. Випробування границі міцності при розтягу проводили за стандартним методом. Випробування ударостійкості проводили за кількістю ударів до руйнування литої кулі при падінні її з висоти 6 м. Хімічний аналіз та властивості запропонованого чавуну та прототипу наведені у таблиці.

Як видно з таблиці, поставлена мета досягнута. Ударостійкість запропонованого чавуну вище, ніж відомого на 11-29 %, а міцність - на 4-8 %.

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".

Таблиця

Хімічний склад і властивості чавуну, що заявляється, та прототипу

Сплав	№ вар	Хімічний склад, мас. %								Властивості		
		C	Si	Mn	P	Ce	La	Hf	Fe	Ударостійкість, разів	σ_B виг, МПа	Дисперсність перліту за ГОСТ 3443-87
Чавун, що заявляється	1	2,8	1,1	0,5	0,3	0,10	0,08	0,05	решта	25	735	ПД 0,5
	2	3,5	2,5	0,8	0,8	0,15	0,10	0,10	«	29	760	ПД 0,5; ПД 0,3
	3	3,15	1,8	0,65	0,55	0,13	0,09	0,075	«	28	745	ПД 0,5; ПД 0,3
Чавун за прототипом	4	3,5	2,5	0,65	0,55	0,18	0,09	-	«	23	690	ПД 1,0; ПД 0,5
	5	3,8	2,0	0,8	0,8	0,16	0,10	-	«	22	722	ПД 1,0; ПД 0,5