



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **110401** (13) **C2**  
(51) МПК**C22C 37/06** (2006.01)**C22C 37/10** (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>а 2014 02939</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Іванова Людмила Харитонівна (UA),</b> <b>Колотило Євген Вікторович (UA),</b> <b>Хитько Олександр Юрійович (UA),</b> <b>Шапран Людмила Олександрівна (UA),</b> <b>Муха Денис Владиславович (UA),</b> <b>Вітер Дмитро Олександрович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>24.03.2014</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>25.12.2015</b>	
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заяву: <b>25.09.2015, Бюл.№ 18</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА</b> <b>АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ,</b> пр. Гагаріна, 4, м. Дніпропетровськ, 49600 (UA)
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.12.2015, Бюл.№ 24</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 104657 C2, 25.02.2014 UA 104658 C2, 25.02.2014 SU 1285047 A1, 23.01.1987 RU 200611860 A, 27.10.2007 JP S6411943 A, 17.01.1989

**(54) ЧАВУН****(57) Реферат:**

Винахід належить до чорної металургії, зокрема до розробки складу чавунів для лиття виливків. Заявлений чавун містить, мас. %: вуглець 2,8-3,1, кремній 2,5-3,5, марганець 0,5-1,3, хром 0,3-0,6, мідь 0,5-1,0, кальцій 0,01-0,08, олово 0,2-0,4, алюміній 0,2-0,4, ванадій 1,1-1,8, фосфор 0,15-0,4, гафній 0,04-0,09, залізо - решта. Додаткове введення гафнію істотно поліпшує структуру металевої матриці та підвищує дисперсність перліту. Задиркостійкість запропонованого чавуну вище, ніж відомого, на 5-11 %.

UA 110401 C2



Винахід належить до чорної металургії, зокрема до розробки складу чавунів для лиття виливків.

Відомий чавун (Ас. № 1447914 СРСР, МКИ С22С 37/06, опубл. 1988 р.), який містить вуглець, кремній, марганець, мідь, хром, олово, ніобій та залізо, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

5	вуглець	2,8-3,1
	кремній	2,5-3,5
	марганець	0,5-1,0
	мідь	1,0-1,5
	хром	0,3-0,6
	олово	0,2-0,35
	ніобій	0,3-0,5
	залізо	решта.

Недоліком наведеного чавуну є низький показник задиристості (опору утворенню задирів) чавуну.

Найбільш близьким по технічній суті до складу, що заявляється, є чавун, що узятий за прототип (А.с. № 1263720 СРСР, МКИ С22С 37/10, опубл. 1984 р.), який містить по мас. %:

вуглець	2,8-3,1
кремній	2,4-3,0
марганець	0,5-1,3
хром	0,3-0,6
мідь	1,1 - 2,0
кальцій	0,01-0,08
олово	0,01-0,05
алюміній	0,2-0,4
ванадій	1,1-1,8
фосфор	0,15-0,4
залізо	решта.

10 Недоліком цього чавуну є недостатньо високий показник задиристості.

В основу винаходу поставлена задача одержання чавуну з підвищеною характеристикою задиристості, яку потребує сучасне виробництво.

Технічний результат визначається тим, що у чавуні, додатково легованому гафнієм, досягається поліпшення структури матриці, а саме підвищений ступінь дисперсності продуктів евтектоїдного перетворення аустеніту, що дозволяє підвищити задиристість чавуну.

15 Зазначена задача вирішується тим, що в чавуні, який містить вуглець, кремній, марганець, мідь, хром, кальцій, олово, алюміній, ванадій, фосфор, додатково міститься гафній при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

вуглець	2,8-3,1
кремній	2,5-3,5
марганець	0,5-1,3
хром	0,3-0,6
мідь	0,5-1,0
кальцій	0,01-0,08
олово	0,2-0,4
алюміній	0,2-0,4
ванадій	1,1-1,8
фосфор	0,15-0,4
гафній	0,04-0,09
залізо	решта.

20 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 окремий вплив, а іноді нівелює його. Тому задача з підбирання легувального комплексу, зводилася до того, щоб нейтралізувати небажаний вплив окремих елементів і

25 посилити їх спільний вплив.

Вміст хімічних елементів у чавуні обґрунтовується наступним:

Вуглець. Вуглець є основним елементом, що визначає кількість та співвідношення карбідної зони та графіту. При збільшенні його концентрацій понад 3,1 % підвищується кількість графіту,

що призводить до зниження задиркостійкості. При вмісті вуглецю менше нижньої рекомендованої границі значно зменшується кількість карбідної фази у робочому шарі валків, що призводить до зниження твердості й, як наслідок, задиркостійкості.

Кремній у вибраних границях 2,5-3,5 % врівноважує дію карбідоутворюючих елементів. При зменшенні вмісту кремнію нижче за 2,5 % параметр графітизації чавуну (Kg) низький, і такий чавун має низьку міцність. Збільшення вмісту кремнію вище за 3,5 % не дозволяє одержати безграфітну структуру у виливках і зменшує властивості чавуну.

Марганець. Нижня границя марганцю відповідає його мінімальному вмісту, що забезпечує нейтралізацію шкідливого впливу сірки. При вмістах марганцю понад 1,3 % рівень задиркостійкості зменшується внаслідок появи включень цементиту, які викришуються в процесі тертя.

Хром. Запропонована концентрація хрому в комплексі з рештою легувальних компонентів забезпечує підвищення задиркостійкості чавуну. При концентраціях хрому менше 0,3 % його вплив незначний, а при збільшенні їх понад 0,6 % різко збільшується кількість карбідної фази, що призводить до зменшення задиркостійкості.

Мідь. Мідь у рекомендованих кількостях поліпшує задиркостійкість за рахунок поліпшення структури матриці. При вмістах міді менше 0,5 % задиркостійкість чавуну знижена через загальний низький рівень легування цим компонентом, а також через появу включень цементиту. При концентраціях міді понад 1,0 % поліпшення задиркостійкості практично не спостерігається, а вартість такого чавуну збільшується.

Кальцій. Встановлено, що максимальну мікротвердість фериту дозволяє одержати модифікування кальцієм. Зменшення концентрацій кальцію нижче за границі, що рекомендуються, не дозволяє повністю одержати підвищення задиркостійкості. Верхню границю концентрацій кальцію визначали зі ступенем зростання мікротвердості фериту. При концентраціях 0,08 % кальцію мікротвердість фериту та задиркостійкість були максимальними. Подальше збільшення вмісту цього елемента призводило до утворення значної кількості неметалевих включень, які зменшували задиркостійкість.

Олово. У чавунах пропонованого класу олово забезпечує стабільність властивостей по перерізу виливка. При вмістах олова менше 0,2 % не досягається необхідний рівень рівномірності структури та задиркостійкості, а при концентраціях понад 0,4 % збільшується крихкість чавуну, що призводить до зменшення задиркостійкості.

Алюміній. Вмісти алюмінію в рекомендованих границях забезпечують сумісно із запропонованим легуючим комплексом збільшення задиркостійкості. При вмістах алюмінію менше 0,2 % вплив незначний, а при вмістах понад 0,4 % значних підвищень задиркостійкості не спостерігається.

Ванадій у вказаних границях (1,1-1,8 %) забезпечує підвищення задиркостійкості за рахунок утворення спеціальних карбідів ванадію, які мають високий ступінь дисперсності та рівномірний розподіл в об'ємі чавуну. Крім того, на поверхні тертя формується рел'єф з виступаючими карбідами ванадію, які утримують рідке мастило, що зменшує вірогідність утворення задирок. При вмісті ванадію менше за 1,1 % такий його вплив виявляється малим, а вміст його більше за 1,8 % вже не призводить до значного підвищення задиркостійкості, а вартість чавуну збільшується.

Фосфор. Вмісти фосфору в рекомендованих границях забезпечують сумісно із запропонованим легуючим комплексом збільшення задиркостійкості. При вмістах фосфору менше 0,15 % вплив незначний, а при вмістах понад 0,4 % значних підвищень задиркостійкості не спостерігається.

Гафній у запропонованому чавуні виявляє перлітоутворюючий вплив на структуру металевої матриці та підвищує дисперсність перліту, за цього збільшується задиркостійкість. При вмістах гафнію менше за 0,04 % цей вплив незначний, підвищення ж вмісту вище за 0,09 % призводить до зменшення задиркостійкості.

Таблиця

Хімічний склад і властивості чавуну, що заявляється, та прототипу

Сплав	№ вар	Вміст хімічних елементів, мас. % (Fe-основа)											Опір утворенню задирок, МПа
		C	Si	Mn	Cu	Cr	Ca	Sn	Al	V	P	Hf	
Чавун, що заявляється	1	2,7	2,0	0,3	0,3	0,1	0,008	0,10	0,15	1,0	0,13	0,03	19,2
	2	2,8	2,5	0,5	0,5	0,3	0,01	0,20	0,2	1,1	0,15	0,04	22,6
	3	2,95	3,0	0,9	0,75	0,45	0,5	0,3	0,3	1,5	0,28	0,065	23,3
	4	3,1	3,5	1,3	1,0	0,6	0,08	0,4	0,4	1,8	0,40	0,09	24,0
	5	3,2	3,65	1,5	1,2	0,8	0,1	0,5	0,5	1,9	0,50	0,10	21,3
Чавун за прототипом	6	2,95	3,0	0,9	0,75	0,45	0,45	0,3	0,3	1,45	0,28	-	21,6

Примітки. 1. Як домішок у чавун містить сірку - до 0,08 %.

2. Плавка №1 - сплав з вмістом елементів нижче рекомендованих границь; № 2-4 - сплави за заявкою;

№ 5 - сплав з вмістом елементів вище рекомендованих границь.

5 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.

10 Експериментальні плавки проводили в силітовій печі. Після розплавлення шихти та досягненні температури  $1500 \pm 5$  °C зчищали шлак періоду плавлення, заміряли температуру та вводили гафній у вигляді гафнієвої лігатури такого складу, мас. %: гафній 90, залізо - решта. Легуючі елементи вводили у вигляді феросплавів, а олово, алюміній та силікокальцій давали наприкінці плавки. При досягненні температури 1320-1340 °C заливали зразки висотою 120 і

15 діаметром 50 мм. Чавун відомого сплаву виплавляли за тією ж технологією.

З виливків вирізали зразки для випробування задиркостійкості. Опір задирки визначали за методикою ("Исследование тепловозных цилиндрических втулок, выпускаемых заводами МПС и промышленностью, с разработкой рекомендаций по повышению их качества и совершенствованию технологии". - М, 1978 р.) на машині тертя зі зворотно-поступальним рухом МТВ-1 при реверсивному терті з рідким мастилом. Дослідні склади чавунів та результати випробувань наведені у таблиці.

20 Як видно з таблиці, поставлена задача вирішена. Задиростійкість (опір утворенню задирів) запропонованого чавуну вище, ніж відомого, на 5-11 %.

25 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".

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

30

Чавун, що містить вуглець, кремній, марганець, мідь, хром, кальцій, олово, алюміній, ванадій, фосфор та залізо, який **відрізняється** тим, що він додатково містить гафній при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

вуглець	2,8-3,1
кремній	2,5-3,5
марганець	0,5-1,3
хром	0,3-0,6
мідь	0,5-1,0
кальцій	0,01-0,08
олово	0,2-0,4
алюміній	0,2-0,4

ванадій	1,1-1,8
фосфор	0,15-0,4
гафній	0,04-0,09
залізо	решта.

---

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601