



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **114364** (13) **C2**

(51) МПК (2017.01)

C22C 35/00

C22C 33/06 (2006.01)

C22C 30/00

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: **а 2015 10422**
(22) Дата подання заявки: **26.10.2015**
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: **25.05.2017**
(41) Публікація відомостей про заявку: **10.05.2017, Бюл.№ 9**
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **25.05.2017, Бюл.№ 10**

(72) Винахідник(и):
Іванова Людмила Харитонівна (UA),
Хричиков Валерій Євгенович (UA),
Колотило Євген Вікторович (UA),
Білий Олександр Петрович (UA),
Афонін Сергій Юрійович (UA),
Хитько Олександр Юрійович (UA),
Алексєєнко Андрій Сергійович (UA)

(73) Власник(и):
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА
АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ,
пр. Гагаріна, 4, м. Дніпропетровськ, 49600
(UA)

(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:
SU 821522 A1, 15.04.1981
SU 857290 A1, 23.08.1981
SU 901326 A1, 30.01.1982
SU 969772 A1, 30.10.1982
RU 2191213 C1, 20.10.2002
GB 525706 A, 03.09.1940

(54) ЛІГАТУРА ДЛЯ БІЛИХ ЧАВУНІВ

(57) Реферат:

Винахід належить до чорної металургії, зокрема до розробки складу лігатури для модифікування залізовуглецевих сплавів. Лігатура містить, мас. %: рідкісноземельні метали 35-45; вуглець 0,5-0,8; кремній 20-25; титан 20-25; гафній 3-6; кальцій 0,5-2,0; алюміній 0,5-2,0; залізо - решта. Технічний результат: підвищення міцності та зносостійкості залізовуглецевих сплавів.

UA 114364 C2

Винахід належить до галузі чорної металургії, зокрема стосується розробки складу лігатури для модифікування залізовуглецевих сплавів.

Відома лігатура (А.с. № 417521 СРСР МКВ С22С 35/00 опубл. Бюл. № 8, 1974 р.), яка містить, мас. %:

РЗМ-ітрій	25-35
ітрій	5-10
алюміній	4-6
кремній	40-50
вуглець	0,2-0,3
кальцій	1-12
бор	2-5
залізо	решта.

5 Недоліком цієї лігатури є високий вміст графітізуючих елементів, що не дозволяє застосовувати її для модифікування білих чавунів. Модифікування білих, зокрема валкових чавунів, лігатурою вказаного складу призводить з-за високого вмісту графітізуючих елементів (Si+Al) до виділення у структурі графітних включень, що значно зменшують міцність та зносостійкість прокатних валків.

10 Найбільш близьким по технічній сутності до складу, що заявляється, є лігатура (Пат. № 87086 Україна МПК С22С 35/00 опубл. Бюл. № 11, 2009 р.), що узята за прототип, яка містить, мас. %:

рідкісноземельні метали	35-45
вуглець	0,5-0,8
кремній	20-25
титан	25-30
кальцій	0,5-2,0
алюміній	0,5-2,0
залізо	решта.

Недоліком цієї лігатури є недостатня міцність та високий рівень залишкових напружень у виливках, модифікованих лігатурою.

15 В основу винаходу поставлена задача одержання лігатури для білих чавунів з підвищеною характеристикою міцності та зменшеними напруженнями, яку потребує сучасне виробництво.

Технічний результат досягається тим, що лігатура, яка додатково містить гафній, при модифікуванні чавуну призводить до того, що у його структурі подавляється кристалізація ледебуриту, виділяються високотверді карбіди титану та додатково підвищується дисперсність структурних складових, що сприяє підвищенню міцності та зносостійкості.

20 Зазначена задача вирішується тим, що в лігатурі, що містить рідкісноземельні метали, вуглець, кремній, титан, кальцій, алюміній, залізо, згідно з винаходом додатково міститься гафній, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

рідкісноземельні метали	35-45
вуглець	0,5-0,8
кремній	20-25
титан	20-25
кальцій	0,5-2,0
алюміній	0,5-2,0
гафній	3-6
залізо	решта.

25 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 легуючого комплексу

30 у лігатурі, зводилася до того, щоб нейтралізувати небажаний вплив окремих елементів і посилити їх спільний вплив.

Вміст хімічних елементів у лігатурі обґрунтовується наступним.

35 Оскільки модифікування валкових чавунів є позапічним обробленням, тому величина присадки повинна бути мінімальною щоб уникнути великих теплових втрат. У теперішній практиці вальцеливарного виробництва температура заливання валкових форм складає 1320...1350 °С. Температура перегрівання при застосуванні великих мас металу (30...50 т) обмежується на рівні 1430...1450 °С. Елементарний розрахунок теплових втрат при

модифікуванні вказує, що присадка модифікатора у кількості 0,75...1,0 % викликає зниження температури металу на 50...60 °С, втрати на розігрівання заливального ковша складають 30...40 °С, втрати на переливання - 10...30 °С, тому сумарні втрати складають 90...130 °С. Через те, що температура заливання валкових форм, яка обумовлена якістю прокатних валків, знаходиться у межах 1320...1350 °С, то виходячи з вищенаведеного раціональною величиною присадки є присадка 0,75...1,0 %.

З іншого боку засвоєння модифікуючих елементів з лігатури складає 50...60 %. Дослідження, які проведені авторами запропонованої лігатури показали, що повне подавлення кристалізації ледебуриту відбувається при вмістах 0,20...0,30 % сумі рідкісноземельних металів (Σ РЗМ). Таким чином, нижня межа вмісту Σ РЗМ у лігатурі складе 35 %, а верхня - 45 %. При вмістах нижче 35 % у чавуні засвоюються РЗМ у кількостях, що не забезпечують повного подавлення виділення ледебуриту та міцність таких чавунів зменшується. Підвищення вмісту Σ РЗМ у лігатурі вище за верхню межу приведе до високих концентрацій Σ РЗМ у чавуні, наслідком чого є виділення великої кількості неметалевих включень, які також зменшують міцність білих чавунів.

У серії експериментів досліджено вплив титану на зносостійкість білих валкових чавунів. Встановлено, що при вмістах нижче 0,2 % титану у структурі виділяється незначна кількість спеціальних високотвердих карбідів та вплив їх на зносостійкість не помітний. При збільшенні вмісту титану вище 0,3 % відбувається погрублення структури, і, як слідство, зменшення міцності чавуну. Таким чином, виходячи з передумов, які наведені вище (засвоєння та величина присадки лігатури), межі концентрацій титану у лігатурі складають 20...25 %.

У той же серії експериментів досліджено вплив гафнію на міцність матеріалу прокатних валків. Встановлено, що при вмістах нижче 0,04 % гафнію у структурі підвищення дисперсності структурних складових незначне та вплив цього на міцність не помітний. При збільшенні вмісту гафнію вище 0,08 % відбувається погрублення структури, і, як наслідок, зменшення міцності та зносостійкості. Таким чином, виходячи з передумов, які наведені вище (засвоєння та величина присадки лігатури), межі концентрації гафнію у лігатурі складають 3...6 %.

Нижня межа кремнію визначена з урахуванням можливостей алюмосилікотермічного та карботермічного способів одержання лігатури. При вмістах кремнію у лігатурі більше 25 % одержати білий чавун без графітних включень, які зменшують його зносостійкість, утруднено, тому верхня межа вмісту кремнію обмежена 25 %.

Межі вмісту вуглецю, кальцію та алюмінію пов'язані з технологічними особливостями виробництва лігатур алюмосилікотермічним, карботермічним та кальцієтермічним способами. Крім того, верхня межа вмісту кальцію обумовлена впливом його на в'язкість шлаку: при вмістах кальцію вище 2,0 % в'язкість шлаку дуже росте.

У лабораторних умовах Національної металургійної академії України у шахтній печі сплавленням двох лігатур (хімічний склад лігатури № 1, мас. %:

РЗМ	35-45
вуглець	0,5-0,8
кремній	20-25
титан	25-30
кальцій	0,5-2,0
алюміній	0,5-2,0
залізо	решта,

хімічний склад лігатури № 2, мас. %: гафній 90 %, залізо решта) виплавили лігатури, складі яких наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Номер лігатури	Вміст хімічних елементів, %							
	Σ РЗМ	C	Si	Ti	Hf	Ca	Al	Fe
1	35,2	0,8	20,0	20,1	3,1	0,7	0,5	решта
2	40,3	0,6	22,1	22,0	4,5	1,1	0,75	решта
3	43,9	0,5	23,1	24,1	5,7	1,0	0,5	решта
4	35,0	0,7	20,1	25,2	-	0,5	0,5	решта
5	40,1	0,6	22,0	27,0	-	1,2	0,74	решта
6	45,0	0,5	20,1	30,0	-	2,0	1,0	решта

Примітка. Лігатури 4-6 - за прототипом.

У високочастотній індукційній печі ЛПЗ-67М виплавили валковий чавун складу, мас. %:

вуглець	3,32
кремній	0,80
марганець	0,54
фосфор	0,06
сірка	0,02
залізо	решта.

Після досягнення температури 1450 ± 5 °С та витримки протягом 5 хв випускали порціями у розігрітий розливальний ківш з заздалегідь завантаженою на дно лігатурою. Усі лігатури присаджувалися у кількості 1,0 %. Після зняття шлаку та досягнення температури 1320 ± 5 °С заливали чавуном кокільні форми для виливків діаметром 50 мм та висотою 200 мм. З одержаних виливків вирізали зразки для металографічних досліджень, для визначення межі міцності при вигині та зносостійкості. Визначення межі міцності робили за стандартною методикою. Зносостійкість визначали на машині СМЦ-2 при терті ковзанні з наважкою 750 Н та при кількості обертів 3000. Результати випробувань наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Номер чавуну та лігатури	Хімічний склад чавуну, %				Межа міцності при вигині σ , МПа				Зносостійкість Z , г			
	$\Sigma P3M$	Si	Ti	Hf	σ_1	σ_2	σ_3	$\bar{\sigma}$	Z_1	Z_2	Z_3	\bar{Z}
1	0,205	0,98	0,19	0,04	675	670	675	673	0,030	0,031	0,032	0,031
2	0,22	0,99	0,20	0,06	690	720	735	715	0,032	0,031	0,033	0,032
3	0,27	1,00	0,21	0,08	705	715	725	715	0,026	0,024	0,024	0,025
4	0,21	0,97	0,20	-	650	670	630	650	0,032	0,032	0,031	0,032
5	0,23	1,01	0,22	-	660	650	670	660	0,037	0,035	0,035	0,036
6	0,29	0,96	0,26	-	695	700	700	698	0,029	0,026	0,024	0,026

Примітка. Чавуни 4-6 модифікували лігатурою прототипу.

Результати проведених досліджень показали, що модифікування білих чавунів лігатурою пропонованого складу (№ 1-3 у табл. 1) дозволяє підвищити у порівнянні з модифікуванням лігатурою прототипу (№ 4-6 у табл. 1) їх зносостійкість в середньому на 6,5 %, а межу міцності при вигині - на 4,8 %. Вказане підвищення властивостей білого чавуну пов'язане з підвищенням дисперсності структурних складових.

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 ВІНАХОДУ

Лігатура для білих чавунів, що містить рідкісноземельні метали, вуглець, кремній, титан, кальцій, алюміній та залізо, яка **відрізняється** тим, що вона додатково містить гафній, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

рідкісноземельні метали	35-45
вуглець	0,5-0,8
кремній	20-25
титан	20-25
гафній	3-6
кальцій	0,5-2,0
алюміній	0,5-1,0
залізо	решта.

Комп'ютерна верстка О. Рябко

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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