



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **101695** (13) **C2**  
(51) МПК (2013.01)

**C21C 1/00**  
**C21C 7/00**  
**B22D 1/00**  
**C22C 35/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

(21) Номер заявки: **а 2011 06596**  
(22) Дата подання заявки: **26.05.2011**  
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: **25.04.2013**  
(41) Публікація відомостей про заяву: **26.11.2012, Бюл.№ 22**  
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **25.04.2013, Бюл.№ 8**

(72) Винахідник(и):  
**Іванова Людмила Харитонівна (UA),**  
**Колотило Євген Вікторович (UA),**  
**Хричиков Валерій Євгенович (UA),**  
**Хитько Олександр Юрійович (UA),**  
**Адаменко Людмила Андріївна (UA),**  
**Муха Денис Владиславович (UA)**  
(73) Власник(и):  
**НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА**  
**АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ,**  
пр. Гагаріна, 4, м. Дніпропетровськ, 49600 (UA)  
(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:  
SU, 1371973, A1, 07.02.1988  
SU, 1791462, A1, 30.01.1993  
SU, 836184, A, 07.06.1979  
SU, 1275046, A1, 07.12.1986  
JP, 4358039, A, 11.12.1992  
US, 6428598, B1, 06.08.2002

**(54) СУМІШ ДЛЯ МОДИФІКУВАННЯ ТА ЛЕГУВАННЯ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ**

**(57) Реферат:**

Винахід належить до чорної металургії. Суміш для модифікування та легування залізовуглецевих сплавів містить, мас. %: шлак алюмотермічного виробництва лігатур на основі рідкісноземельних металів – 73-77, відходи виробництва надпровідників – 10-20, оксид диспрозю – 5-7, оксид гадолінію – 2-6. Застосування запропонованої суміші дозволило досягти поставленої мети: при високому рівні міцності термостійкість чавуну збільшується на 10-24 %.

**UA 101695 C2**



Винахід належить до чорної металургії, зокрема до розробки складу сумішей для модифікування та легування залізовуглецевих сплавів.

Відомий шлак для одержання чавуну з кулястим графітом (А.с. № 458584 СРСР МКИ С21С 1/00 опубл. Б.І. № 4, 1975 р.), який містить за мас. %:

5

оксид кальцію	30-42
карбід кальцію	8-40
діоксид кремнію	10-52
оксид магнію	10-20.

Модифікування валкових чавунів, шлаком вказаного складу призводить через високий вміст графітізуючих елементів до виділення у структурі графітних включень, що значно зменшують механічні властивості та термостійкість чавуну.

10

Найбільш близьким по технічній сутності до складу, що заявляється, є суміш для модифікування та легування залізовуглецевих сплавів (А.с. № 1371973 СРСР МКИ С21С 1/00 опубл. Б.І. № 5, 1988 р.), що як найближчий аналог, яка містить за мас. %:

шлак алюмотермічного виробництва лігатур на основі рідкісноземельних металів	80-90
відходи виробництва надпровідників	10-20.

15

За цього шлак алюмотермічного виробництва лігатур на основі рідкісноземельних металів містить, мас. %:

оксид кальцію	40-45
оксид алюмінію	40-45
оксиди рідкісноземельних металів	5-7
діоксид кремнію	3-9.

Відходи виробництва надпровідників містять, мас. %:

20

ніобій	25-30
титан	25-30
мідь	40-50.

Недоліком цієї суміші є недостатньо високі термостійкість та міцнісні властивості чавунів.

В основу винаходу поставлена задача одержання суміші для модифікування та легування залізовуглецевих сплавів з метою підвищення їх термостійкості та міцнісних характеристик, яких потребує сучасне виробництво.

25

Технічний результат досягається тим, що суміш для модифікування та легування з додатковим вмістом оксидів гадолінію і диспрозію та меншим вмістом графітізуючих елементів кремнію та алюмінію, при модифікуванні чавуну призводить до того, що у його структурі істотно підвищується дисперсність структурних складових у чавуні, що дозволяє підвищити термостійкість та міцність чавуну.

30

Зазначена задача вирішується тим, що в суміші для модифікування та легування залізовуглецевих сплавів, що містить шлак алюмотермічного виробництва лігатур на основі рідкісноземельних металів та відходи виробництва надпровідників, згідно з винаходом додатково містяться оксиди диспрозію та гадолінію при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

35

шлак алюмотермічного виробництва лігатур на основі рідкісноземельних металів	73-77
відходи виробництва надпровідників	10-20

оксид диспрозію  
оксид гадолінію

5-7  
2-6.

За наявними у авторів відомостями сукупність ознак, що заявляються та характеризують сутність суміші для модифікування та легування залізовуглецевих сплавів є раніше невідомими. Таким чином, запропонований винахід відповідає умові патентоздатності "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, наприклад, карбідоутворюючих елементів не обов'язково посилює їх окремий вплив, а іноді нівелює його. Тому задача з підбирання модифікуючого та легуючого комплексу у суміші, зводилася до того, щоб нейтралізувати небажаний вплив окремих елементів і посилити їх спільний вплив.

При розробці складу суміші для модифікування та легування залізовуглецевих сплавів виходили з наступного. Для досягнення поставленої мети необхідно одержати ферито-перлітну структуру з рівномірно розподіленими дрібнодисперсними включеннями графіту кулястої форми. Співвідношення фериту і перліту у структурі та одержання дрібнодисперсних графітних включень кулястої форми досягалося, з одного боку, модифікуванням рідкісноземельним шлаком та оксидами диспрозію і гадолінію (феритизуючий та диспергуючий вплив), а з іншого - легуванням міддю (перлітизуючий вплив) та підвищенням ступеня дисперсності продуктів розпаду аустеніту за рахунок легування титаном та ніобієм.

Для одержання необхідного високого рівня міцнісних властивостей необхідно ввести у розплав компоненти шлаку, мас. %:  $R_2O_3$  0,15-0,35;  $SiO_2$  0,11-0,45;  $CaO$  1,5-2,2;  $Al_2O_3$  1,5-2,2; компоненти відходів надпровідників, мас. %: 0,2-0,4 % міді, 0,15-0,30% титану та 0,15-0,30% ніобію, а також оксиду диспрозію  $Dy_2O_3$  0,2-0,4 та оксиду гадолінію  $Gd_2O_3$  0,1-0,3.

При введенні  $R_2O_3$  та  $SiO_2$  менше 0,15 та 0,11 % відповідно, досягти необхідного ступеня дисперсності графітних включень неможливо, а збільшення присадок більше вказаної кількості сприяє виділенню великої кількості неметалевих включень, що зменшує механічні властивості. Для одержання в литому стані ферито-перлітної структури зі співвідношенням фаз 1:1 визначають величини присадок  $CaO$ ,  $Al_2O_3$  та міді. При присадках  $CaO$ ,  $Al_2O_3$  та міді більше та менше вказаних меж порушується співвідношення структурних фаз і відповідно зменшуються або пластичні або міцнісні характеристики чавуну та мета не досягається. Рівні вмісту легувальних елементів (титану та ніобію) повинні бути 0,15-0,30 %. За таких вмістів цих елементів досягаються максимальні міцності властивості.

Встановлені оптимальні вмісти оксидів диспрозію та гадолінію у суміші:  $Dy_2O_3$  0,2-0,4 % та  $Gd_2O_3$  0,1-0,3 %. За таких вмістів одержуються максимальні рівні термостійкості та міцнісних характеристик чавуну. При вмістах більше вказаних матриця погрублюється та зменшуються властивості. Концентрації оксидів диспрозію та гадолінію нижче за 0,2 та 0,1 % відповідно не забезпечують одержання графітних включень дрібної кулястої форми та досягнення необхідного рівня термостійкості та 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 перерахованих відмінних ознак дозволяє одержати новий технічний результат. Таким чином, винахід, що заявляється, відповідає умові патентоздатності "винахідницький рівень".

У промислових умовах одержують дослідні партії рідкісноземельних шлаків, оксидів диспрозію й гадолінію - відходів виробництва рідкоземельних лігатур та легувального комплексу - відходів виробництва надпровідників. Склади дослідних сумішей наведені у таблиці.

У високочастотній індукційній печі ЛПЗ-67М виплавляли валковий чавун складу, мас. %: вуглець 3,32, кремній 0,80, марганець 0,54, фосфор 0,06, сірка 0,02, залізо решта. Після досягнення температури  $1450 \pm 5$  °C та витримки протягом 5 хв. випускали порціями у розігрітий розливальний ківш із заздалегідь завантаженою на дно сумішшю. Усі суміші присаджувалися у кількості 5,0 %. Після зняття шлаку та досягнення температури  $1320 \pm 5$  °C заливали розплавом кокільні форми для одержання виливків діаметром 50 мм та висотою 200 мм. З одержаних виливків вирізали зразки для металографічного аналізу, визначення термостійкості та границі міцності при розтягу. Визначення міцності при розтягу здійснювали за стандартним методом. Термостійкість визначали за протяжністю тріщин після 100 термоциклів: нагрівання при температурі  $650 \pm 5$  °C, охолодження у воді -  $20 \pm 2$  °C. Одержані результати випробувань наведені у таблиці.

Таблиця

Номер чавуну	Кількість компонентів у суміші, мас. %				Кількість структурних складових у чавуні, %			Розподіл включень графіту за ГОСТ 3443-87	Властивості матеріалу виливків	
	Шлак алюмотермічного виробництва лігатур на основі рідкісноземельних металів	Відходи виробництва надпровідників	Оксид дис.-прозію	Оксид гадолінію	Графіт	ферит	перліт		МПа	Термостійкість, см
1	73	20	5	2	9,0	45,0	46,0	ШГр4	790	0,12
2	75	15	6	4	10,5	46,0	43,5	ШГр4	805	0,11
3	77	10	7	6	11,0	44,5	44,5	ШГр4	820	0,13
4	71	25	3	1	7,5	39,5	53,0	ВГр5	765	0,15
5	79	5	8	8	12,5	56,5	31,0	ШГр3	785	0,14
6	80	20	-	-	10,0	44,0	46,0	ПГр8	785	0,14
7	90	10	-	-	12,0	44,0	44,0	ПГр8	770	0,15

Примітка. Чавуни 6 та 7 оброблювали сумішшю за найближчим аналогом.

Застосування запропонованої суміші для модифікування та легування дозволило досягти поставленої мети: при високому рівні міцності (більше на 2-5 %) термостійкість чавуну збільшилися на 10-24 %. Використання запропонованої суміші для модифікування та легування залізовуглецевих сплавів дозволить підвищити їх довговічність.

Винахід, що заявляється, засновано на теоретичних розробках, підтверджених експериментальними даними, та може бути багаторазово відтворений у виробництві. Таким чином, винахід, що заявляється, відповідає умові патентоздатності "промислова придатність".

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Суміш для модифікування та легування залізовуглецевих сплавів, що містить шлак алюмотермічного виробництва лігатур на основі рідкісноземельних металів та відходи виробництва надпровідників, яка **відрізняється** тим, що вона додатково містить оксид диспрозію та оксид гадолінію при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

шлак алюмотермічного виробництва лігатур на основі рідкісноземельних металів 73-77  
 відходи виробництва надпровідників 10-20  
 оксид диспрозію 5-7  
 оксид гадолінію 2-6.

2. Суміш за п. 1, яка **відрізняється** тим, що шлак алюмотермічного виробництва лігатур на основі рідкісноземельних металів містить, мас. %:

оксид кальцію 40-45  
 оксид алюмінію 40-45  
 оксиди рідкісноземельних металів 5-7  
 діоксид кремнію 3-9.

3. Суміш за п. 1, яка **відрізняється** тим, що відходи виробництва надпровідників містять, мас. %:

ніобій 25-30  
 титан 25-30  
 мідь 40-50.

---

Комп'ютерна верстка І. Мироненко

---

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

---

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