



УКРАЇНА

(19) UA (11) 93800 (13) C2
(51) МПК (2011.01)
B22D 25/00
B22D 27/20 (2006.01)
C21C 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ЛИТТЯ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ З ЧАВУНУ З ВЕРМИКУЛЯРНИМ ГРАФІТОМ

1

(21) а200913016
(22) 14.12.2009
(24) 10.03.2011
(46) 10.03.2011, Бюл.№ 5, 2011 р.
(72) ХРИЧИКОВ ВАЛЕРІЙ ЄВГЕНОВИЧ, ІВАНОВА
ЛЮДМИЛА ХАРИТОНІВНА, КОЛОТИЛО ЄВГЕН
ВІКТОРОВИЧ, ШЛЯПІН ІВАН ВОЛОДИМИРОВИЧ,
ХАЗАНОВ АНДРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, ІВОНІН
ІЛЛЯ ВАЛЕРІЙОВИЧ
(73) НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ
УКРАЇНИ
(56) SU, 692 680, A, 25.10.1979
SU, 1 227 329, A1, 30.04.1986
SU, 1 303 260, A1, 15.04.1987
UA, 78 166, C2, 15.02.2007
RU, 2 280 534, C2, 27.07.2006

2

CS, 251 824, B1, 15.04.1988
WO, 99/29911, A1, 17.06.1999
EP, 0 004 819, B1, 08.06.1983
JP, 59-130667, A, 27.07.1984
US, 4 414 027, A, 08.11.1983
(57) Спосіб лиття прокатних валків з чавуну з вермикулярним графітом, що включає первинне та вторинне модифікування чавуну, який **відрізняється** тим, що первинне модифікування чавуну здійснюють у розливальному ковші комплексним модифікатором на основі рідкісноземельних елементів у кількості 0,5-0,7мас. %, а вторинне модифікування проводять на струмені чавуну при заливанні валкової форми з чавуном феросиліцієм при його витраті 0,2-0,4мас. %.

Винахід відноситься до чорної металургії, зокрема до розробки способів виготовлення литих валків високої якості.

Відомий спосіб лиття прокатних валків (А. с. СРСР №214555, МКИ С21С1/10, опубл. 1968р.), за яким підвищення зносостійкості та термостійкості досягається шляхом заповнення ливарної форми чавуном, що модифікований сплавом рідкісноземельних елементів з магнієм, з залишковим вмістом магнію в чавуні 0,005-0,015%.

Цей спосіб забезпечує одержання графіту кулястої форми у валках, внаслідок чого матеріал валка має низьку теплопровідність. Крім того, робочий шар таких валків містить велику кількість магнієвих неметалевих включень, що зменшує його термостійкість та фізико-механічні властивості.

Найбільш близьким за технічною сутністю та результату, що досягається, до пропонованого способу є спосіб лиття прокатних валків, за якого модифікування здійснюють магнієм або лігатура-

ми, що містять магній, в ливарному ковші та додатково передбачають введення на струм графітуючих модифікаторів, що також містять магній (А.с. СРСР №692680, МКИ В22Д25/00, опубл. 1979р.).

Недоліком цього способу є низька теплопровідність та забруднення робочого шару неметалевими включеннями, що зменшують фізико-механічні та спеціальні властивості матеріалу.

В основу винаходу поставлена задача підвищити теплопровідність, термостійкість, механічні властивості та одержати оптимальну перехідну зону у прокатному валку.

Технічний результат досягається тим, що за пропонованим способом лиття прокатних валків включає первинне та вторинне модифікування сприяють одержанню у робочому шарі, шийках і серцевині прокатного валка графіту вермикулярної форми, а тому й підвищенню теплопровідності та термостійкості, а також одержанню оптимального

(13) C2

(11) 93800

(19) UA

діапазону розмірів перехідної зони прокатного валка.

Зазначена задача вирішується розробкою способу лиття прокатних валків із чавунів з вермикулярним графітом, що включає обробку чавуну комплексним модифікатором на основі рідкісноземельних елементів у кількості 0,5-0,7% від маси металу у розливальному ковші та вторинне модифікування феросиліцієм на струмені чавуну при заливанні валкової форми при витраті 0,2-0,4% від маси металу.

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

При встановленні необхідних кількісних параметрів способу виходили з такого. Серією лабораторних і промислових експериментів для умов вальцеливарного виробництва було встановлено параметри технології модифікування розплаву модифікатором ФС30РЗМ30 (РЗМ - 35, Si - 40, Al - 4, Fe - решта), що забезпечувало коефіцієнт засвоєння РЗМ на рівні 0,5-0,6мас.%. У раніше виконаних роботах авторами був визначений інтервал концентрацій РЗМ, що забезпечував одержання в робочому шарі, у шийках та серцевині валка графіту вермикулярної форми, котрий складав 0,08-0,12мас.%. Ураховуючи коефіцієнт засвоєння РЗМ, встановили витрати модифікатора 0,5-0,7мас.% від маси розплаву. Збільшення або зменшення витрати комплексного модифікатора призводило до одержання графітних включень кулястої або пластинчастої форми і тому зменшувало або теплопровідність, або міцнісні характеристики матеріалу валка.

Особливістю макроструктури прокатних валків по глибині бочки є наявність трьох макрозон: робочий (поверхневий) шар з білого або половинчастого чавуну - 20-35мм, перехідна зона - 40-60мм та центральна частина (чавун перліто-графітного класу). Якість прокатних валків залежить від величин протяжності робочого шару та перехідної зони. Глибина робочого шару у пропонованому способі забезпечується модифікуванням рідкісноземельними металами. Для регулювання глибини перехідної зони рекомендується вторинне модифікування феросиліцієм. При концентраціях його нижче за 0,2мас.% перехідна зона збільшується, що у ряді випадків призводить до зниження міцнісних характеристик матеріалу валка та до його зламу. Збільшення ж присадки феросиліцію вище за 0,4мас.% зменшує глибину перехідної зони й може призвести до повного її зникнення, що визиває відшарування робочого шару під час експлуатації валка. Таким чином, виходячи з надійності одержати глибину перехідної зони суворо регламентованих розмірів вторинне модифікування необхідно проводити застосовуючи 0,2-0,4% феросиліцію від маси розплаву.

Спосіб здійснюється наступним чином.

У лабораторних та промислових умовах встановили параметри запропонованого способу обробки чавуну. Були відлиті дослідні партії валків з розмірами 0460×1016мм за способом прототипу та запропонованим. Плавку здійснювали в індукційній печі промислової частоти ІЧТ-6. Як шихтові матеріали застосовували: лом прокатних валків, переробні та ливарні чавуни, сталевий лом, феросплави. Як модифікатори використовували для лиття за способом прототипу лігатуру на основі магнію та феросиліцій, а для лиття за запропонованим способом комплексний модифікатор ФС30РЗМ30 та феросиліцій. Для заливання валкових форм використовували ківш місткістю 10т. Чавунний розплав з температурою $1410 \pm 5^\circ\text{C}$ з печі випускали у ливарний ківш, на дно котрого завантажували необхідну кількість подрібненої (фракція 70-90мм) лігатури. Після витримки протягом 5-10хв. розплав заливали у ливарну форму. За цього на струмінь розплаву вводили необхідну кількість такої ж фракції вторинного модифікатора або суміші модифікаторів за прототипом.

Кількість модифікаторів, що застосовувалися, та результати проведених досліджень наведені у таблиці. Випробовування проводили на зразках, вирізаних при механічному обробленні валків. Міцнісні характеристики та мікроструктуру чавунів досліджували за стандартними методиками. Визначення теплопровідності проводили на зразках діаметром 15 та висотою 5мм з використанням вимірювача теплопровідності ІТ-λ-400 з діапазоном вимірювання теплопровідності від 0,1 до 5Вт/м К при температурах від -100 до 400°C (похибка вимірювання $\pm 10\%$).

Термостійкість оцінювали за протяжністю тріщин на одиниці шліфа розмірами $10 \times 10 \times 15$ мм після 100 термоциклів при температурах нагрівання до 650°C та охолодження до 20°C . В ході експерименту фіксували утворення перших макро- та мікротріщин. Так перші мікротріщини у цементиті утворювалися після 4 циклів у зразках з чавуну, одержаного за способом прототипу, та після 7 циклів у зразках з чавуну, що був одержаний за пропонованим способом, а перші макротріщини (що було видно без мікроскопу) - після 14 та 20 теплових змін, відповідно.

З даних таблиці видно, що поставлена мета була досягнута. При первинному модифікуванні у робочому шарі, шийках і серцевині одержано графіт вермикулярної форми. Теплопровідність такого чавуну у 2 рази, а термостійкість - на 25% вище, ніж у матеріалу валків, відлитої за способом прототипу, рівень міцнісних властивостей підвищився на 5%, а діапазон глибини перехідної зони збільшився з 3 до 13мм.

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

Результати випробовування прокатних валків

Таблиця

Спо- сіб	Витрата модифікаторів, % за масою			Вміст хімічних елементів у чавуні, %										Властивості валкових чавунів					Гли- бина перехід- ної зони, мм
	КМг7	ФС30 РЗМ30	ФС75	C	Si*	Mn	P	S*	Cr	Ni	Mg	РЗМ	Fe	Тепло- провід- ність, кал/смс °С	Термо- стій- кість, мм/см ²	Межа міц- ності σ _{виг} , МПа	Межа міц- ності σ _в , МПа	Тип гра- фіту	
Спо- сіб, що заяв- ля- ється	-	0,5	0,2	3,51	$\frac{1,25}{1,55}$	0,56	0,18	$\frac{0,03}{0,01}$	0,2	2,0	-	0,081	реш- та	0,17	14,0	815	600	ВГр1, ВГр3	55
	-	0,7	0,4	3,52	$\frac{1,28}{1,51}$	0,59	0,15	$\frac{0,03}{0,009}$	0,99	1,0	-	0,11	«	0,16	14,8	820	600	ВГр1, ВГр3	42
Спо- сіб за про- тоти- пом	3,8	-	-	3,49	$\frac{1,24}{1,53}$	0,55	0,17	$\frac{0,04}{0,01}$	1,0	1,5	0,010	0,12	«	0,085	19,0	770	555	ШГф2 ШГф4	48
	3,5	-	-	3,50	$\frac{1,22}{1,49}$	0,59	0,15	$\frac{0,04}{0,01}$	0,75	2,0	0,015	0,15	«	0,085	19,6	780	550	ШГф2 ШГф4	51

* У знаменнику – вміст елемента після модифікування, у чисельнику – до модифікування.