



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **121059** (13) **C2**

(51) МПК (2020.01)

B22D 25/00**B22D 27/20** (2006.01)**B22D 1/00****C21C 1/00****C21C 7/00****C22B 9/10** (2006.01)**C22C 33/08** (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: а 2018 02243	(72) Винахідник(и): Іванова Людмила Харитонівна (UA), Колотило Євген Вікторович (UA), Щепакін Дмитро Олександрович (UA)
(22) Дата подання заявки: 05.03.2018	
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.03.2020	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ, пр. Гагаріна, 4, м. Дніпро, 49600 (UA)
(41) Публікація відомостей про заявку: 10.09.2019, Бюл.№ 17	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.03.2020, Бюл.№ 6	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 93800 C2, 10.03.2011 UA 113931 C2, 27.03.2017 UA 97729 C2, 12.03.2012 UA 101695 C2, 25.04.2013 US 6428598 B1, 06.08.2002 CN 103484759 A, 01.01.2014 KR 101637509 B1, 08.07.2016 CN 1718822 A, 01.11.2006

(54) СПОСІБ ЛИТТЯ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ З ЧАВУНУ З ВЕРМИКУЛЯРНИМ ГРАФІТОМ**(57) Реферат:**

Винахід належить до галузі чорна металургія. Спосіб лиття прокатних валків з чавуну з вермикулярним графітом включає первинне та вторинне модифікування чавуну, при цьому вторинне модифікування проводять на струмені чавуну при заливанні валкової форми з чавуном механічною сумішшю з феросиліцію ФС75, оксиду гадолінію та оксиду диспрозію у співвідношенні 8:1:1 при витраті суміші 0,24-0,48 % від маси розплаву. Пропонований винахід дозволяє підвищити рівень міцності при вигині валкового чавуну на 2,5-3,7 %.

UA 121059 C2

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

Відомий спосіб лиття прокатних валків (А.с. СРСР № 692680, МКИ В22Д 25/00, опубл. 1979 р.), за яким модифікування чавунного розплаву здійснюють магнієм або лігатурами, що містять магній, в ливарному ковші та додатково передбачають введення на струм графітізуючих модифікаторів, що також містять магній.

Недоліком цього способу є наявність у робочому шарі та серцевині таких валків великої кількості магнісвих неметалевих включень, що зменшує міцнісні властивості матеріалу валків.

Найбільш близьким аналогом за технічною сутністю та результатом, що досягається, до пропонованого способу є спосіб лиття прокатних валків з чавуну з вермикулярним графітом, що включає первинне та вторинне модифікування чавуну, за якого первинне модифікування здійснюють у розливальному ковші комплексним модифікатором на основі рідкісноземельних елементів, а вторинне передбачає введення на струмені феросиліцію (Пат. України № 93800, МПК (2011.01) В22Д 25/00, опубл. 2011 р.).

Недоліком цього способу є недостатньо високі міцнісні властивості валкового матеріалу.

В основу винаходу поставлена задача підвищити показники міцності валкових чавунів, яких потребує сучасне виробництво.

Технічний результат полягає в тому, що за пропонованим способом вторинне модифікування здійснюється механічною сумішшю з феросиліцію, оксиду гадолінію та оксиду диспрозію та сприяє підвищенню міцнісних властивостей чавуну прокатного валка за рахунок зміни форми включень графіту та підвищення дисперсності перлітної складової у його структурі.

Зазначена задача вирішується розробкою способу лиття прокатних валків, що включає первинне модифікування у розливальному ковші комплексним модифікатором на основі рідкісноземельних елементів 0,5-0,7 % від маси розплаву та вторинне модифікування, яке здійснюється механічною сумішшю з феросиліцію ФС75, оксиду гадолінію та оксиду диспрозію у співвідношенні 8:1:1 на струмені металу при заливанні валкової форми з чавуном при витраті суміші у кількості 0,24-0,48 % від маси розплаву.

Особливістю макроструктури прокатних валків по глибині бочки є наявність трьох макрозон: робочий (поверхневий) шар з білого або половинчастого чавуну - 20-35 мм, перехідна зона - 40-60 мм 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 підвищення міцності перехідної зони та центральної частини валка рекомендується вторинне модифікування здійснювати механічною сумішшю з феросиліцію ФС75, оксиду гадолінію та оксиду диспрозію. При присадках її нижче за 0,24 мас. % це призводить до зниження міцносних характеристик матеріалу валка та до його зламу. Збільшення ж присадки суміші вище за 0,48 мас. % може привести до відшарування робочого шару під час експлуатації валка. Таким чином, вторинне модифікування необхідно проводити застосовуючи 0,24-0,48 % від маси розплаву механічної суміші з феросиліцію, оксиду гадолінію та оксиду диспрозію у співвідношенні 8:1:1.

При встановленні необхідних кількісних параметрів способу виходили з такого.

Первинне модифікування валкового чавуну здійснювали за способом, що викладений у патенті України № 93800, тобто у розливальному ковші комплексним модифікатором на основі рідкісноземельних елементів 0,5-0,7 % від маси розплаву з метою одержання графітних включень вермикулярної форми. Збільшення або зменшення витрати комплексного модифікатора призводило до одержання графітних включень кулястої або пластинчастої форми і тому зменшувало міцнісні властивості матеріалу валка.

Вторинне модифікування на струмені чавуну при заливанні валкової форми з чавуном за пропонованим способом необхідно проводити механічною сумішшю з феросиліцію ФС75, оксиду гадолінію та оксиду диспрозію у співвідношенні 8:1:1 застосовуючи присадку 0,24-0,48 % від маси розплаву. Збільшення або зменшення витрати механічної суміші не призводило до необхідної дисперсності перлітної складової у його структурі та поліпшення форми включень вермикулярного графіту і тому зменшувало міцність при вигині матеріалу прокатного валка.

Серією лабораторних досліджень встановлено, що для одержання необхідного високого рівня міцності при вигині матеріалу прокатного валка необхідно додати у сплав, мас. %: 0,16-0,32 кремнію, 0,02-0,04 оксиду гадолінію та 0,02-0,04 оксиду диспрозію. Для забезпечення введення у розплав мінімальних рекомендованих кількостей кремнію, оксиду гадолінію та оксиду диспрозію необхідно ввести індивідуально 0,16 мас. % феросиліцію, 0,02 мас. % оксиду гадолінію та 0,02 мас. % оксиду диспрозію. Виходячи з цього для досягнення поставленої мети кількості феросиліцію, оксиду гадолінію та оксиду диспрозію у механічній суміші повинні

знаходиться у співвідношенні 8:1:1. Цим вимогам відповідають складові суміші, що містять, мас. %: 1) феросиліцій марки ФС75 ДСТУ 4127:2002; 2) оксид гадолінію; 3) оксид диспрозію.

Оскільки запропоноване технічне рішення є позапічним обробленням, то величина присадки для мінімальної витрати суміші складе 0,24 % від маси розплаву, і відповідно максимальна - 0,48 % від маси розплаву. Підвищення або зменшення частки феросиліцію, або оксиду гадолінію, або оксиду диспрозію у суміші не дозволить одержати необхідні концентрації кремнію та оксидів гадолінію та диспрозію, і тому приведе до недосягненню поставленої мети.

Спосіб здійснюється наступним чином. У лабораторних та промислових умовах встановили параметри запропонованого способу обробки чавуну. Були відлиті дослідні партії валків з розмірами $\varnothing 460 \times 1016$ мм за способом найближчого аналога та пропонуваним. Плавку здійснювали в індукційній печі промислової частоти ІЧТ-6. Як шихтові матеріали застосовували: лом прокатних валків, ливарні чавуни, сталевий лом, феросплави. Як модифікатори використовували для первинного модифікування лігатуру на основі рідкісноземельних металів марки СРЗМ30, а для вторинного модифікування за пропонуваним способом механічну суміш з феросиліцію марки ФС75, ультрадисперсного оксиду гадолінію та ультрадисперсного оксиду диспрозію у співвідношенні 8:1:1, а за найближчим аналогом тільки феросиліцій марки ФС75. Для заливання валкових форм використовували ківш місткістю 10 т. Чавунний розплав з температурою 1410 ± 5 °С з печі випускали у ливарний ківш, на дно якого завантажували необхідну кількість подрібненої (фракція 70-90 мм) лігатури, що містить РЗМ. Після витримки протягом 5-10 хв. розплав заливали у стаціонарну комбіновану ливарну форму до надливу та робили витримку протягом 3-4 хв. Далі продовжували заливання та на струм розплаву вводили необхідну кількість вторинного модифікатора - феросиліцію (фракції 10-15 мм) за найближчим аналогом або механічної суміші з феросиліцію такої ж фракції, ультрадисперсного оксиду гадолінію та ультрадисперсного оксиду диспрозію.

Кількість модифікаторів, що застосовувалися, та результати проведених досліджень наведені у таблиці. Випробовування проводили на зразках, вирізаних при механічному обробленні валків. Міцнісні властивості та мікроструктуру чавунів досліджували за стандартними методиками.

Результати випробовування прокатних валків

З даних таблиці видно, що поставлена мета була досягнута, рівень міцності при вигині валкового чавуну підвищився на 2,5-3,7 %.

Винахід, що заявляється, засновано на теоретичних та промислових розробках, підтверджених експериментальними даними та може бути багаторазово відтворений у виробництві.

Таблиця

Спосіб	Витрата модифікаторів, % за масою				Вміст хімічних елементів у чавуні, %									Структура валкових чавунів		Межа міцності $\sigma_{\text{виг}}$, МПа
	CP3M30	FC75	Gd ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	C	Si*	Mn	P	S*	Cr	Ni	P3M	Fe	Форма включень графіту	Дисперсність перліту	
Спосіб, за найближчим аналогом	0,5	0,2	-	-	3,51	1,25 1,55	0,56	0,18	0,03 0,01	0,2	2,0	0,081	решта	ВГф1	ПД1,0	815
	0,7	0,4	-	-	3,52	1,28 1,51	0,59	0,15	0,03 0,009	0,99	1,0	0,11	решта	ВГф1	ПД1,0	820
Спосіб, що заявляється	0,5	0,16	0,02	0,02	3,49	1,24 1,56	0,55	0,17	0,04 0,01	1,0	1,5	0,086	решта	ВГф2	ПД1,0; ПД0,5	835
	0,7	0,32	0,04	0,04	3,50	1,22 1,59	0,60	0,15	0,04 0,01	0,75	2,0	0,097	решта	ВГф2	ПД1,0; ПД0,5	850

У знаменнику - вміст елемента після модифікування, у чисельнику - до модифікування.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб лиття прокатних валків з чавуну з вермикулярним графітом, що включає первинне та вторинне модифікування чавуну, який **відрізняється** тим, що вторинне модифікування проводять на струмені чавуну при заливанні валкової форми з чавуном механічною сумішшю з феросиліцію ФС75, оксиду гадолінію та оксиду диспрозію у співвідношенні 8:1:1 при витраті суміші 0,24-0,48 % від маси розплаву.

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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