



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **112947** (13) **C2**
(51) МПК**C21C 5/52** (2006.01)
C21C 5/54 (2006.01)
C21C 1/02 (2006.01)
C21C 7/064 (2006.01)
C21C 5/36 (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

(21) Номер заявки: а 2015 12595	(72) Винахідник(и): Бродський Олександр Сергійович (UA), Поповченко Сергій Євгенійович (UA), Лященко Віталій Федорович (UA), Хейсон Олег Юрійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 21.12.2015	(73) Власник(и): Бродський Олександр Сергійович, пр. Леніна, 49, кв. 64, м. Дніпродзержинськ, Дніпропетровська обл., 51900 (UA), Поповченко Сергій Євгенійович, вул. Мандриківська, 64-а, м. Дніпропетровськ, 49085 (UA), Лященко Віталій Федорович, пров. Молодіжний, 1, смт Завалля, Гайворонський р-н, Кіровоградська обл., 26334 (UA), Хейсон Олег Юрійович, вул. Благовісна, 174, кв. 12, м. Черкаси, 18002 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.11.2016	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: RU 2479636 C1, 20.04.2013 SU 1447867 A1, 30.12.1988 SU 513088 A, 07.05.1976 RU 2203329 C1, 27.04.2003 RU 2067119 C1, 27.09.1996 US 3985546 A, 12.10.1976 CN 104004886 A, 27.08.2014 CN 101736135 A, 16.06.2010 Анциферов А. А., Хайдуков В. П. Совершенствование шлакового режима конвертерной плавки при использовании магнезиальных шлакообразующих // Вестник Череповецкого государственного университета. - 2012. - № 1. - С. 5-7
(41) Публікація відомостей про заявку: 24.06.2016, Бюл.№ 12	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.11.2016, Бюл.№ 21	

(54) СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА СТАЛІ**(57)** Реферат:

Винахід належить до чорної металургії. Спосіб виробництва сталі включає одержання напівпродукту в сталеплавильному агрегаті, випуск плавки в ківш, відсікання під час випуску пічного шлаку, присадку в ківш під час випуску плавки та при обробці плавки на агрегаті "під-ківш" з продуванням аргоном твердої шлакоутворюючої суміші, що складається з вапна і розріджувальної добавки, причому під час випуску плавки як розріджувальну добавку

UA 112947 C2

шлакоутворююча суміш містить доломіт полімінеральний фракції 20-40 мм в кількості 80-50 мас. % від маси вапна, а при обробці плавки - доломіт полімінеральний фракції 3-10 мм, який додатково включає оксид титану при наступному вмісті в ньому компонентів, мас. %: оксид кальцію 21-31, оксид магнію 16-21, оксид кремнію 16-18, оксид титану 0,2-1,2, сірка - не більше 0,05, фосфор - не більше 0,06 та оксид вуглецю - решта. Винахід підвищує десульфурацію сталі, скорочує матеріальні та енергетичні витрати.

Винахід належить до чорної металургії, а саме до способів виробництва сталі необхідного хімічного складу, зокрема, за вмістом сірки, і може бути використаний в сталеплавильних агрегатах та ковшах.

Для забезпечення високої якості одержуваного продукту в металургії використовують шлакоутворюючі суміші, що дозволяють очистити розплав заліза від непотрібних або шкідливих домішок. Однак найчастіше шлакоутворюючі суміші внаслідок недосконалості їх хімічного і фракційного складу мають обмежену здатність для підвищення якості одержуваного продукту. При їх застосуванні зберігаються агресивні фактори виробництва, що негативно впливають на ресурс роботи обладнання, а витрати на виробництво сталі залишаються досить високими.

Найбільш розповсюдженими в металургії є тверді шлакоутворюючі суміші, до складу яких входять вапно і плавиковий шпат. Однак таким сумішам притаманні істотні недоліки, обумовлені їх хімічним, мінералогічним і фракційним складом, одним із яких є відсутність можливості контролю ступеня рафінування металу. Крім того, при використанні такої суміші, шлаковий розплав поза плавильним агрегатом охолоджується настільки швидко, що не вдається повноцінно завершити процес рафінування металу. Нарешті, вплив окремих компонентів суміші на вогнетривку футерівку металургійних агрегатів призводить до швидкого її руйнування і збільшення витрат на виробництво.

Виходячи з цього, у сучасній металургії є актуальною потреба у шлакоутворюючій суміші такого хімічного, мінералогічного і фракційного складу, при якому зменшується небажаний вплив компонентів суміші на вогнетривку футерівку металургійного обладнання і підвищується якість одержуваних продуктів за рахунок більш глибокого очищення розплаву заліза від небажаних домішок. Крім того, важливим для зниження матеріальних витрат на виробництво чавуну і сталі є можливість використання однієї шлакоутворюючої суміші з оптимальним хімічним складом компонентів для різних способів та етапів виробництва чавуну і сталі.

Якість одержуваного кінцевого продукту при реалізації різних способів виробництва сталі і чавуну значною мірою залежить від типу шлакоутворюючої суміші, що використовується, її складом і фізико-хімічними властивостями.

Відомий класичний спосіб виробництва сталі, який передбачає отримання продукту в плавильному агрегаті, випуск розплаву в сталерозливний ківш, подачу в ківш розкислювачів, легуючих та шлакоутворюючих матеріалів у вигляді твердої шлакоутворюючої суміші, що складається з вапна - шлакоутворюючого компонента, який підвищує основність шлаку, а також шлакоутворюючого компонента, який підвищує рідкорухливість утворюваного шлаку. Крім того, спосіб включає позапічну обробку металу на установці "піч-ківш" (УПК) різноманітними реагентами, його доведення до заданої температури і необхідного хімічного складу сталі (Див. Кудрин В. А. Теория и технология производства стали. - М.: Издавництво "АСТ", 2003. - 528 стор.).

У способі виробництва сталі з використанням як суміш шлакоутворюючих компонентів вапна, магнезиту і розріджувального компонента, які сумарно з пічним шлаком, продуктами розкислення та легування формують шлак у ковші та його робочі властивості (Див. Авторське свідоцтво СРСР № 773086, МПК² C21C 5/54, публ. 1980 р.).

Шлак являє собою розплав оксидів змінного складу, а головними формуючими компонентами є CaO, MgO, SiO₂, MnO, Al₂O₃.

До того, крім власної сірки і фосфору, він додатково поглинає в певній кількості сірку і фосфор, які вносяться розплавом металу та іншими неметалічними компонентами.

Для підвищення рідкорухливості утворюваного шлаку використовують розріджувальні компоненти, що містять фтористі сполуки, плавиковий шпат або плавиково-шпатові металургійні концентрати у відповідності до ГОСТ 29220-91.

Хімічний склад компонентів наведеної суміші, джерела надходження інших компонентів та типові склади шлаків, що формують склад кінцевих шлаків після обробки на установці "піч-ківш", наведені в Таблиці 1.

Таблиця 1

Компоненти у складі шлаків і додаткових матеріалів	Хімічний склад, мас. %										
	MgO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	S	P	CaF ₂	F (газ)	Основність CaO/SiO ₂ ≤ 3
Шлак із сталеплавильного агрегату	6-8	46-50	16-18	2-3	3-4	7-11	0,18	2,17	0	0	3-3,5
Вапно	2-6	85,6	4,2	3,9	0	1,3	0,15	0,15	0	0	
Плави́ковий шпат (Концентрати плави́ково-шпатові металургійні ГОСТ 29220-91 (Вологість 7-15 %))	0	0	5-30	0	0	0	0,2-0,3	0,2-0,3	65-92	0	2,2-18,4
Шлаки у ковші при розкисленні кремнієм	4-5	55-65	20-30	5-10	0,5	0,5			5-10	0	3-3,5
Шлаки у ковші при розкисленні кремнієм, алюмінієм	4-5	55-65	5-10	20-30	0,25	0,25			5-10	0	6-14

Недоліком відомого способу є його низька технологічність з огляду на безпечні умови праці та екології, а також експлуатації вогнетривких матеріалів, вмісту сірки, фосфору та водню

вологи. Представлені технологічні фактори стають визначальними в економіці процесів кінцевої позапічної обробки та доводки до заданої температури і необхідного хімічного складу сталі.

Під час взаємодії з розплавом металу та шлаку фтористий кальцій спочатку плавиться без розкладання, а потім починає випаровуватись і розкладатись. Причому фтор і летючі фтористі сполуки виділяються в атмосферу цеху, забруднюючи повітря. Слід зазначити, що фтористий кальцій належить до речовин другого класу небезпечності.

Крім того, фтористий кальцій, який має температуру плавлення 1418 °С, концентрується вздовж периметру на межі зони "шлак-футерівка", інтенсивно розмиваючи вогнетривку магнезитову цеглу з утворенням складних сполук оксиду магнію з низькою температурою плавлення, що локально знижує стійкість вогнетривкої футерівки. Саме основною причиною виведення з експлуатації ковшів і є локальна руйнація вздовж шлакового поясу в зоні "шлак-футерівка". Як наслідок, обмежується кількість наливів металу в ковші.

Вміст сірки і фосфору в розріджувальному компоненті в 2-4 рази перевищує їх кількість у вапні. При виробництві певних марок сталі застосування плави́кового шпату з таким вмістом сірки і фосфору не тільки небажане, але і неприпустиме.

Окрім цього, вміст води відповідно до ГОСТ 29220-91 в межах 15 % також небажано з точки зору надходження водню в оброблюваний розплав металу, особливо на кінцевій стадії його доводки.

Вміст масової долі часток розріджувальної добавки з розміром менше 5 мм у кількості до 10 % призводить до втрат матеріалу, що являє глиноподібну масу, під час технологічного переміщення і може стати причиною її злипання або змерзання.

В цілому, у відомому способі застосування магнезитового порошку у суміші для збереження вогнетривків ковша та для досягнення ступеня десульфурації на рівні 55-65 % витримується, але з дуже значними витратами. Витрати суміші такого складу коливаються у межах 10-15 кг/т оброблюваної сталі, що робить процес її обробки неконкурентоспроможним. Такі показники десульфурації на рівні 55-65 % можна досягти меншими витратами суміші, тільки з іншими фізико-хімічними властивостями.

З рівня техніки найбільш близьким до технічного рішення, що заявляється, за призначенням і кількістю спільних ознак є спосіб виробництва сталі з низьким вмістом сірки, описаний в патенті Російської Федерації № 2479636, МПК C21C 7/076, публ. 13.03.2012, та вибраний авторами як найближчий аналог.

Спосіб включає одержання напівпродукту в сталеплавильному агрегаті, випуск плавки в ківш, відсікання під час випуску пічного шлаку, присадку в ківш під час випуску твердої шлакоутворюючої суміші, позапічну обробку на агрегаті "під-ківш". Причому, шлакоутворюючу суміш, що містить 75-80 мас. % вапна та 20-25 мас. % розріджувальної добавки у вигляді

5 флюоритселаїтового концентрату, присаджують в ківш під час випуску плавки в кількості 2,0-2,7 кг/т та додатково в кількості 0,3-0,6 кг/т для завершення десульфурації металу на установці "під-ківш" при обробці протягом 45-75 хвилин з продуванням аргонем через донні пористі фурмени блоки з витратою 20-50 м³/год.

10 Необхідно зазначити, що описаний спосіб, як і попередній аналог, не забезпечує зниження виділення фтору і летючих фтористих сполук в робочу зону і повітря цеху, оскільки початковий вміст фтору у вихідній суміші такий же, а то і більше, ніж при застосуванні плавикового шпату. Зменшується лише вміст фтористого кальцію до 50 % за рахунок часткової його заміни на фтористий магній.

15 Відомо, що фтористий магній не є вибухо- та пожежонебезпечним, але для людини вважається надзвичайно небезпечним. Цій речовині притаманна яскраво виражена загальнотоксична дія, передусім направлена на нервову систему, кісткову тканину та зуби, порушення білкового обміну в організмі людини. Магній фтористий, як і інші фториди, також належить до речовин другого класу небезпечності.

20 Хімічний склад флюорит-селаїтового концентрату, згідно з ТУ 1769-003-56402667-2010, наведений в таблиці 2.

Таблиця 2

Матеріал: Сума флюориту (CaF ₂) + селаїт (MgF ₂) складає 75-94 %	Хімічний склад, % (мас.)								
	Mg ₂	CaF ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O	Інші	S	P	Основність
Флюорит-селаїтовий концентрат	38-47	37-47	2-20	Н.д.	Н.д.	3,97-4,40	0,02-0,30	0,01-0,30	3,8-48

25 До недоліків способу належать значна нестабільність технологічного процесу обробки на агрегаті "під-ківш" та високі затрати, що пояснюється великим розкидом, не менше 10 %, кількості сполук, які визначають хімічний склад суміші. Це наглядно показує таблиця 2. По фтористих сполуках 3-10 %, оксид кремнію 18 %, нижня межа вмісту сірки та фосфору в 10 і 30 разів, відповідно, відрізняється від верхньої. Такі коливання по фториду магнію дуже позначаються на працездатності шлаку з точки зору його розрідження та підтримання в рідкорухливому стані.

30 Температура плавлення фтористого магнію становить 1255 °С, а в сполученні з фтористим кальцієм температура плавлення утвореної евтектики ще більше знижується і досягає 955 °С, магній окислюється до оксиду магнію. Оксид магнію інтенсивно вступає в процес, знижуючи агресивність шлаку відносно футерівки поступово, тільки у міру усереднення шлаку. Одночасно оксид магнію зменшує його рідкорухливість, що не дає відчутних результатів з видалення сірки з металу під час обробки на агрегаті "під-ківш".

35 Відносно стійкості футерівки ковшів в найближчому аналогу відомості не наведені і оцінити спосіб за цим показником не уявляється можливим.

40 Результатом значних коливань хімічного складу розріджувальної добавки у найближчому аналогу є коливання основності самої добавки в межах 3,8-4,8 одиниць, та як наслідок, шлакоутворюючої суміші.

Основність суміші також може змінюватись у широких межах, що призводить до різної тривалості часу обробки металу в ковші від 45 до 75 хвилин, різним сумарним витратам, і часом значним, електроенергії та аргону на обробку з продуванням.

45 В практиці виробництва сталі існує показник, який фіксує питому витрату електроенергії на тонну оброблюваного металу і який не повинен перевищувати певну досягнуту для даної технології і підприємства величину. При тривалості часу обробки металу в ковші 45-75 хвилин і розкиді хімічного складу шлакоутворюючої суміші стабільності та постійного рівня витрат електроенергії досягнути неможливо.

До того ж застосування шлакоутворюючої суміші з вмістом в сірки та фосфору на верхній межі в сумі або кожної окремо не гарантує одержання готового металу із вмістом сірки та фосфору в сумі не більше 0,035 мас. %.

5 Суттєвий недолік відомого способу - складність реалізації внаслідок обмеженості доступу до флюорит-селаїтового концентрату, що випускається відповідно до ТУ 1769-003-56402667-2010, оскільки відоме тільки одне діюче сировинне родовище "Суран" (Російська Федерація). Для порівняння: загальне виробництво плавикового шпату в світі сягає 5 млн. тонн в рік, 50 % якого використовують в металургії для виробництва сталі.

10 Виходячи з вищезгаданого, в основу винаходу поставлена задача усунення вказаних недоліків за рахунок покращення умов безпеки та зменшення шкідливого навантаження на екологію при виробництві сталі шляхом виключення фторвмісних складових з технологічного процесу випуску та позапічної обробки металу, забезпечення умов стабільності результатів доведення металу до заданих показників хімічного складу, скорочення матеріальних та енергетичних витрат.

15 Поставлена задача вирішується, а технічний результат досягається за рахунок того, що в способі виробництва сталі, який включає одержання напівпродукту в сталеплавильному агрегаті, випуск плавки в ківш, відсікання під час випуску пічного шлаку, присадку в ківш під час випуску плавки та при обробці плавки на агрегаті "під-ківш" з продуванням аргонном твердої шлакоутворюючої суміші, що складається з вапна і розріджувальної добавки, відповідно до
20 винаходу, під час випуску плавки як розріджувальну добавку шлакоутворююча суміш містить доломіт полімінеральний фракції 20-40 мм в кількості 80-50 мас. % від маси вапна, а при обробці плавки - доломіт полімінеральний фракції 3-10 мм, який додатково включає оксид титану при наступному вмісті в ньому компонентів, мас. %: оксид кальцію 21-31; оксид магнію 16-21; оксид кремнію 16-18; оксид титану 0,2-1,2; сірка - не більше 0,05; фосфор - не більше 0,06;
25 оксид вуглецю - решта.

Згідно із заявленим технічним рішенням доломіт полімінеральний має склад, наближений до складу шлаку, необхідного для успішного проведення процесу десульфурації та мінімізації процесу рефосфорації при достатньому вмісті оксиду магнію, здатного зменшити хімічну ерозію магнезіальної футерівки ковша. Наприклад, при змішуванні доломіту полімінерального з вапном
30 в кількості 50 %, вміст оксиду магнію з урахуванням переходу CO_2 в газову фазу в робочому шлаку буде 6-8, що, як відомо, є оптимальною величиною відносно футерівки ковша.

Швидко засвоєння вапна в присутності доломіту полімінерального дає можливість ефективно наводити рухливий рафінувальний шлак. При цьому газова фаза буде поповнюватись тільки оксидом вуглецю, а фториди в шлаку і в повітрі робочої зони, що мають
35 місце у відомих способах, виключаються. Причому рафінувальні властивості шлаків у ковші приблизно однакові, а при обробці на установці "під-ківш" доломіт полімінеральний виявляє себе як ефективна розріджувальна добавка, яка утримує шлак в рідкорухливому робочому стані.

Роль додаткового компонента, який утримує шлак в рухливому стані, відіграє оксид титану в поєднанні з іншими оксидами у складі доломіту полімінерального. При перевищенні вмісту
40 оксиду титану 1,2 мас. % підвищується робоча в'язкість шлаку, погіршуються умови протікання операції рафінування, внаслідок чого збільшуються втрати якісного металу.

Основним компонентом для прискореного наведення шлаку і його рідкорухливості є оксид кремнію, заявлені межі якого є оптимальними. Перевищення вмісту 21 мас. % призводить до
45 зниження сульфідної ємності шлаку та погіршення умов видалення сірки з металу. При вмісті оксиду кремнію менше 14 мас. % зростає температура початку рідкорухливого робочого стану шлаку при обробці металу, що негативно впливає на ефективність обробки сталі на випуску і на УПК.

Вміст оксиду кальцію і магнію пов'язаний з вмістом оксиду кремнію через основність, яка визначається як відношення суми $(\text{CaO}+\text{MgO})$ до SiO_2 . Величина основності з точки зору
50 досягнення оптимального результату лежить в оптимальних межах, яка дорівнює 2-3,4 одиниці. Вихід вмісту оксиду кальцію за межі 31 мас. % є недоцільним, оскільки збільшуються основність робочого шлаку та його тугоплавкість, і як наслідок - витрати електроенергії, падає ефективність способу. При вмісті оксиду кальцію менше 22 мас. % зменшується основність наведеного шлаку
55 і рафінувальна властивість суміші після розплавлення.

Оксид магнію визначається оптимальними межами 16-20 мас. %, що підтримують хімічну стійкість магнезіальних вогнетривів ковша, основність в заявлених величинах та утвореного шлаку в рідкорухливому стані. Перевищення межі 20 мас. % впливає на зниження рідкорухливості робочого шлаку та його рафінувальної властивості.

Вміст сірки та фосфору мають обмежувальний характер з точки зору мінімально можливого внесення шкідливих компонентів в технологічний процес їх видалення.

Оксид вуглецю відіграє роль додаткового агента, що перемішує шлак і метал, прискорює процес видалення сірки.

Збалансовані межі вмісту оксидів і шкідливих домішок сприяє ефективній організації технології виробництва сталі.

Заявлений спосіб виробництва сталі ілюструється конкретними прикладами.

Приклад 1. Існуюча технологія виробництва сталі передбачає застосування плавикового шпату. Ефективність застосування у складі твердої шлакоутворюючої суміші як розріджувальної добавки флюорит-селаїтового концентрату та доломіту полімінерального (Дп 3-10 мм) вперше безпосередньо була перевірена при обробці сталі 5СП на УПК в ковшах ємністю 230 т з продуванням аргонном через дві донні фурми з витратами аргону 50-60 м³/год. Розливання готової сталі здійснювали машинами безперервної розливки сталі (МБРС) на квадрат 150 мм. Результати комплексного інжинірингу в сталеплавильному цеху представлені в таблиці 3.

Таблиця 3

№ складу	Вміст, %				Сумарна ступінь десульфурації, %
	Вапно	Плавиковий шпат	Флюорит-селаїтовий концентрат	Дп 3-10 мм	Обробка на У ПК
Поточне виробництво	80	20	0	0	36-41
Найближчий аналог	76	0	24	0	38-44
Винахід	76	0	0	24	44-47

Кращий технічний результат виявив спосіб із застосуванням доломіту полімінерального (графа "Винахід"). Ступінь десульфурації на УПК на 3 % вища, ніж на плавках існуючого виробництва із застосуванням флюорит-селаїтового концентрату. Висновок - фториди можна із технології вилучити.

Приклад 2. Виплавляють Ст5, ківш 230 т, випуск із конвертора з відсіканням шлаку. Вводять вапно і розріджувальні добавки в ківш у процесі випуску сталі, починаючи з наповнення ковша на 1/4 об'єму.

В таблиці 4 наведені результати комплексного інжинірингу способів виробництва сталі за найближчим аналогом і заявленим винаходом. Позапічна обробка на установці "піч-ківш" проведена до отримання заданих хімічного складу та температури. Аргон подають через дві донні фурми з витратами аргону 50-60 м³/год.

Таблиця 4

№	Характеристика операції, (інжиніринг)	Технічний результат		
		Ступінь десульфурації, %	Час обробки, хвил.	Питома середня витрата електроенергії, кВт·год./ т
Найближчий аналог	Склад суміші, мас. %: вапно - 75, флюорит-селаїновий концентрат - 25			
	Витрата на випуск в ківш 2,5 кг/т: в т.ч. вапно - 1,9, концентрат - 0,6	7,5-14	67-73	0
	Витрати на обробку (піч-ківш) - 0,4 кг/т: в т.ч. вапно - 0,3, концентрат - 0,1	40-43,5	45-75	62
	Всього в сумі:	51-54	112-148	62
Винахід	Склад суміші, %: вапно 50, доломіт полімінеральний 20-40 мм - 50			

Таблиця 4

№	Характеристика операції, (інжиніринг)	Технічний результат		
		Ступінь десульфурації, %	Час обробки, хвил.	Питома середня витрата електроенергії, кВт·год./ т
	Витрати на випуску в ківш 2,5 кг/т: в т.ч. вапно - 1,25, доломіт полімінеральний - 25	11-12	56-60	0
	обробка (піч-ківш). Витрати суміші - 0,4 кг/т, в т.ч. вапно - 0,3, доломіт полімінеральний 3-10 мм - 0,1	45-47	40-48	53
	Всього в сумі:	57-58	100-104	53

Результати здійсненого інжинірингу суміші вапна і доломіту полімінерального 20-40 мм під час випуску в ківш та суміші вапна і доломіту полімінерального 3-10 мм під час виробництва сталі за стандартом SAE 1006 показані в таблиці 5.

5

Таблиця 5

Випуск у ківш			Обробка на УПК				
Доломіт полімінеральний 20-40 мм, %			Доломіт полімінеральний 3-10 мм, %				
Склад суміші: вапно, % +ДП, %	Ступінь десульфурації, %	Час операції на випуску, хвил.	Витрати (вапно+ДП), кг/т	Ступінь десульфурації, %	Час обробки на УПК, хвил.	Питома витрата ел. енергії, кВт·ч/т	Ступінь десульфурації наскрізна (сума), %
58+42	11	62	0,3+0,1	46	59	63	57
55+45	12	60	0,3+0,1	47	51	55	58
50+50	12	56	0,3+0,1	46	45	53	58
45+55	12	56	0,3+0,1	45	45	53	57
43+57	11	56	0,3+0,1	43	48	54	54

Оптимальним складом суміші є вміст в ній доломіту полімінерального в кількості 45-55 мас. %. При вмісті менше 45 мас. % збільшується час обробки металу при досягненні такого ж ступеня десульфурації, яка має місце в оптимальних межах 45-55 мас. %. Це пов'язано з підвищенням вмісту оксиду кальцію, який має високу температуру плавлення 2300 °С. Внаслідок цього зменшується ефективність способу, так як значно підвищується питома витрата електроенергії на тону сталі.

10

При зменшенні вмісту в суміші доломіту полімінерального менше 45 мас. % знижується наскрізний ступінь десульфурації, що є неприпустимим, тому що в готовому металі необхідний сталій вміст сірки становить 0,008-0,014 мас. %. Саме таким обмеженням в межах 0,008-0,014 мас. % досягається сталій вміст і сірки у різних марках сталі, залежно від замовлення. Також встановлено, що досягнути вміст сірки в сталі на рівні менше 0,008 мас. % можливо, але при цьому необхідно збільшувати витрати суміші на обробку у ковші.

15

Сировинна база доломіту полімінерального різних складів дуже значна і розповсюджена у світі, бо, як правило, залягає поблизу відомих металургам діючих кар'єрів з видобутку класичних мономінеральних доломітів.

20

Враховуючи те, що доломіт полімінеральний має ціну в три рази нижче від плавикового шпату та його аналогів, економічна ефективність запропонованого способу очевидна і на думку авторів не потребує додаткових пояснень.

25

ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

Спосіб виробництва сталі, який включає одержання напівпродукту в сталеплавильному агрегаті, випуск плавки в ківш, відсікання під час випуску пічного шлаку, присадку в ківш під час випуску

- плавки та при обробці плавки на агрегаті "піч-ківш" з продуванням аргоном твердої шлакоутворюючої суміші, що складається з вапна і розріджувальної добавки, який **відрізняється** тим, що під час випуску плавки як розріджувальну добавку шлакоутворююча суміш містить доломіт полімінеральний фракції 20-40 мм в кількості 80-50 мас. % від маси вапна, а при обробці плавки - доломіт полімінеральний фракції 3-10 мм, який додатково включає оксид титану, при наступному вмісті в ньому компонентів, мас. %:

оксид кальцію	21-31
оксид магнію	16-21
оксид кремнію	16-18
оксид титану	0,2-1,2
сірка	не більше 0,05
фосфор	не більше 0,06
оксид вуглецю	решта.

Комп'ютерна верстка О. Рябко

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