



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **101302** (13) **C2**

(51) МПК (2013.01)

C22C 33/06 (2006.01)**C22C 35/00****C22B 9/20** (2006.01)**C21C 5/52** (2006.01)**C21C 5/36** (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

(21) Номер заявки: а 2008 11237	(72) Винахідник(и): Астахов Микола Миколайович (UA), Комар Віктор Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 17.09.2008	(73) Власник(и): Вишняков Олексій Євгенович, пр. Леніна, 49, кв. 43, м. Маріуполь, Донецька обл., 87500 (UA), Вишняков Юрій Євгенович, пр. Ілліча, 20, кв. 33, м. Донецьк, 83003 (UA), Бородіна Олена Альбертівна, вул. Челюскінців, 198, кв. 41, м. Донецьк, 83048 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.03.2013	(74) Представник: Михайлюк Валентин Іванович, реєстр. №1
(41) Публікація відомостей про заявку: 25.03.2010, Бюл.№ 6	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 18161 U, 16.10.2006 UA 18162 U, 16.10.2006 UA 18163 U, 16.10.2006 UA 18164 U, 16.10.2006 UA 18165 U, 16.10.2006 UA 7492 C1, 29.09.1995 SU 1820632 A1, 10.05.1995 WO 2008081673 A1, 10.07.2008 CN 1911558 A, 14.02.2007 JP 7062417 A, 07.03.1995 RU 2086675 C1, 10.08.1997 RU 2096489 C1, 20.11.1997
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.03.2013, Бюл.№ 6	

(54) КОМПОЗИЦІЯ ДЛЯ ПРЯМОГО ЛЕГУВАННЯ СТАЛІ МАРГАНЦЕМ, СПОСІБ КИСНЕВО-КОНВЕРТОРНОЇ ВИПЛАВКИ СТАЛІ, СПОСІБ ВИПЛАВКИ СТАЛІ В ЕЛЕКТРОДУГОВІЙ ПЕЧІ, СПОСІБ ПОЗАПІЧНОЇ ОБРОБКИ СТАЛІ НА УСТАНОВКАХ ТИПУ "КІВШ-ПІЧ"**(57) Реферат:**

Винахід належить до металургії і стосується композиції для прямого легування сталі марганцем. Композиція містить, мас. %: металевий кремній - 5,0-12,0, металевий алюміній - 3,0-15,0, оксиди лужних металів: оксиди калію та натрію - 1,0-5,0, оксид алюмінію - 3,0-15,0, оксиди кальцію, магнію та заліза - 5,0-15,0, оксиди марганцю - решта. Також об'єктами винаходу є спосіб киснево-конверторної виплавки сталі, спосіб виплавки сталі в електродуговій печі, спосіб позапічної обробки сталі на установках типу "ківш-піч". Винахід дозволяє підвищити ефективність обробки розплаву.

UA 101302 C2

Винахід належить до чорної металургії, конкретно до сталеплавильного виробництва і може бути використаний для підвищення ефективності обробки розплаву заліза в металургійних процесах виробництва сталі з використанням різного металургійного устаткування.

5 Чорна металургія є галуззю важкої промисловості, що виготовляє чорні метали, а саме чавун, сталь, прокат, доменні феросплави, металеві порошки чорних металів та ін. Чорна металургія охоплює весь процес від видобутку і підготовки сировини, палива і допоміжних матеріалів до випуску прокату чорних металів і їхніх сплавів.

В даний час чорна металургія є однією з базових галузей промисловості багатьох країн, однак при цьому залишається досить матеріаломістким виробництвом, а використовуване в даній галузі устаткування досить швидко робиться непридатним внаслідок агресивного впливу факторів виробництва. Для забезпечення високої якості одержуваного продукту в металургії використовують феросплави, шлакоутворюючі матеріали і флюс, при цьому зазначені матеріали дозволяють впровадити в розплав заліза легуючі елементи, очистити розплав заліза від непотрібних чи шкідливих домішок, а також сприяють прискоренню процесів шлакоутворення і скороченню часу виплавки сталі. Сталі легують для поліпшення фізичних, хімічних, показників міцності і технологічних властивостей сталі, при цьому в їхню сполуку вводять різні легуючі елементи (хром, марганець, нікель та ін.). Легуючі елементи підвищують конструкційну міцність сталі. Основною структурною складовою в конструкційній сталі є ферит, що займає в структурі не менш ніж 90 % за обсягом. Розчиняючись у фериті, легуючі елементи зміцнюють його. Більшість легуючих елементів, зміцнюючи ферит і мало впливаючи на пластичність, знижують його ударну в'язкість. Однак найчастіше використовувані в даний час композиції для легування і флюс унаслідок недосконаlosti їх хімічного і фракційного складу мають обмежену здатність підвищення якості одержуваного продукту, вимагають додаткових витрат на доведення сталі до заданих параметрів.

Найбільш розповсюдженими в даний час матеріалами для легування сталі марганцем є феросплави, за які застосовують феромарганець, металевий марганець чи феросилікомарганець. Однак, зазначені матеріали не є універсальними, мають різний ступінь засвоєння в сталь ведучого елемента і не забезпечують належний результат при використанні для стабілізації ходу виплавки сталі в будь-якому відомому способі. Їхнє застосування для реалізації того чи іншого способу залежить від технологічних умов протікання процесу виплавки сталі. Крім того, використання зазначених матеріалів для легування не дозволяє цілком використовувати потенціал легуючих елементів, стабілізувати чи збільшити рафінуючий потенціал шлакової фази, що і призводить до підвищеної витрати дорогих феросплавів і легуючих матеріалів, а також вапна і плавикового шпату.

Виходячи з цього, у сучасній металургії присутня актуальна потреба в композиціях для оптимізації процесів виплавки сталі шляхом створення умов для прямого легування сталі, що будуть мати такі хімічний склад і властивості, при яких здійснюється підвищення ступеня відновлення марганцю і, як наслідок, його засвоєння металом, а також мінімізація агресивного впливу компонентів композиції на металургійне устаткування і підвищення якості одержуваних продуктів за рахунок більш ефективного використання потенціалу елементів взаємодіючих зі шлако-металевим розплавом. Крім того, для цілей зниження матеріальних витрат на виробництво сталі кращим є використання однієї універсальної композиції, придатної для здійснення прямого легування сталі марганцем і оптимізації шлакового режиму виплавки для різних способів виробництва сталі.

Крім хімічного складу, підвищенню ефективності легування сталі сприяє також спосіб подачі легуючої композиції. Найбільш розповсюдженим є попереднє брикетування композицій для легування сталі. Якість брикета обумовлює ефективність процесу легування і також залежить від хімічного складу композиції для легування сталі. Часто для здешевлення таких брикетів до складу композиції додатково вводять вапняк чи використовують комплексні сплави різних металів. Це у свою чергу сприяє передчасному руйнуванню брикета, що у свою чергу призводить до невиконання основного принципу, що забезпечує протікання хімічної реакції відновлення марганцю - це постійний контакт матеріалів, що беруть у ній участь. Використання комплексних сплавів веде до додаткових витрат елементів-відновлювачів в угар, а, отже, збільшує собівартість брикета.

Якість одержуваного кінцевого продукту при реалізації різних способів виробництва сталі визначається типом використовуваних феросплавів, шлакоутворюючих матеріалів, а також використовуваних композицій для оптимізації процесів виплавки сталі і шлакового режиму.

Процес легування в сталеплавильному агрегаті чи в сталерозливному ковші організовують таким чином, щоб забезпечити синхронізацію плавлення вихідних компонентів реакції і самого процесу відновлення. Така синхронізація досягається строгими технологічними прийомами з

використанням вихідних матеріалів заданої фракції. У результаті процес відновлення марганцю лімітується часом плавлення компонентів і швидкістю хімічної реакції. При цьому швидкість відводу продуктів реакції з активної зони випереджає чи дорівнює швидкості плавлення.

В даний час широке поширення одержав спосіб киснево-конверторної виплавки сталі. Звичайно в цьому способі виплавки сталі як шлакоутворюючий матеріал використовують вапно, плавиковий шпат і боксит, що порціонно присаджують по ходу технологічного циклу плавки. Головне легування киснево-конверторної сталі марганцем здійснюється в ковші під час зливу металу. Недоліком використання такого способу легування сталі марганцем є складність визначення оптимальної кількості легуючих і шлакоутворюючих матеріалів для забезпечення необхідної якості одержуваного продукту. В результаті поводження шлакової і металевої фаз у процесі засвоєння елементів стає невизначеним, що вимагає коректування складу шлаку для кожної конкретної плавки по ходу технологічного процесу, що ускладнює і сповільнює процес виплавки сталі.

При електродуговому способі виплавки сталі як марганцевмісний матеріал найчастіше застосовують феромарганець чи феросилікомарганець. Для формування технологічного шлаку найчастіше застосовуються вапно і плавиковий шпат. Головне легування електросталі марганцем здійснюється в ковші під час зливу металу. При використанні композицій із зазначених матеріалів відсутня можливість ефективного регулювання процесів легування і шлакоутворення, що значно впливають на загальні термодинамічні і теплообмінні процеси виплавки сталі.

У відомих способах позапічної обробки сталі на установках типу "ківш-піч" для легування сталі марганцем найчастіше використовують подрібнені феромарганець чи феросилікомарганець, а для наведення шлаку, що рафінує, використовують такі шлакоутворюючі матеріали як вапно, плавиковий шпат і різні вуглецевмісні матеріали. Недоліками використання такого складу допоміжних матеріалів є те, що до моменту розплавлювання і засвоєння вапна і плавикового шпату відсутня можливість ефективного регулювання процесів шлакоутворення і легування металу, а також розкислення шлакового розплаву для формування рафінувального шлаку, що значно впливає на загальні термодинамічні і теплообмінні процеси позапічної обробки сталі на установках типу "ківш-піч".

У чорній металургії загальновідомі екзотермічні брикети, що містять як основу легуючий метал чи його сплав із залізом, відновник, окислювач, флюси та сполучне. Використання таких брикетів дозволяє перенести легування сталі в ківш, зменшити втрати легуючого елемента, підвищити продуктивність агрегатів.

Недоліком цих брикетів є використання в їхній сполуці здрібненого марганцевмісного феросплаву, що робить їх досить дорогими як за рахунок використання феросплаву, так і за рахунок наявності операції по підготовці марганцевмісного феросплаву до брикетування.

На сьогоднішній день відомі композиції і суміші для прямого легування сталі марганцем, що включають у себе компоненти: марганцевий агломерат, алюміній металевий Al, плавиковий шпат CaF_2 , оксид кремнію SiO_2 , залізо Fe, вуглець C, сірку S, фосфор P, у широких межах вмісту компонентів, у залежності від призначення композиції. Композиції представлені механічними сумішами компонентів, що входять до їх складу та що знаходяться у вигляді дрібнодисперсної чи пилоподібної фракції.

Основним недоліком зазначених композицій і сумішей є відносно високий коефіцієнт безповоротних втрат матеріалу (у вигляді пилу і диму) при впровадженні в реакційну зону сталеплавильних агрегатів, що є наслідком взаємодії матеріалу композицій з висхідними тепловими потоками від дзеркала шлакометалевого розплаву і газо-димових потоків у робочому просторі плавильних агрегатів. Це значною мірою знижує цінність і ефективність застосовуваних композицій, є причиною підвищеної витрати композицій. Крім того, найчастіше фракційна сполука матеріалів не забезпечує підвищення рафінованого потенціалу розплавленої шлакової фази і прискорення активізації ведучих хімічних компонентів шлакового розплаву, що у свою чергу не забезпечує високої якості одержуваного продукту.

Відомий спосіб киснево-конверторної виплавки сталі, описаний у патенті РФ №2135601, що включає завантаження металобрухту в конвертер, заливання чавуну, порціонну присадку в конвертер з розплавом марганцевмісних і шлакоутворюючих матеріалів і продувку розплаву киснем. Також здійснюють продувку нейтральним газом із зміною складу дуття по ходу плавки і скачуванням шлаку, при цьому марганцевмісний матеріал вводять у дві порції.

До недоліків описаного рішення можна віднести якісний та кількісний склад марганцевмісних матеріалів, призначених для легування сталі. Марганцевмісні матеріали вводять у небрикетованому вигляді, що сприяє низькому ступеню засвоєння марганцю сталлю. Це

значною мірою знижує цінність і ефективність застосовуваних марганцевмісних матеріалів, що є причиною їх підвищеної витрати.

Відомий спосіб виплавки сталі в електродуговій печі, описаний у патенті РФ №2041961, що включає завалку металошихти, подачу марганцевмісних і шлакоутворюючих матеріалів, плавлення, проведення окисного і рафінованого періодів плавки, доведення розплаву до необхідної температури. Марганцевмісний матеріал являє собою металевий концентрат для металургійного переділу фракції 10-250 мм, до складу якого входить марганець, окис марганцю, залізо, вуглець, кремній, окис кальцію, окис магнію, закис заліза, кремнезем, глинозем, фосфор, сірка, графіт і п'ятиокис фосфору.

До недоліків описаного рішення можна віднести якісний і кількісний склад марганцевмісного матеріалу, призначеного для легування сталі. Марганцевмісний матеріал вводять у небрикетованому вигляді, що сприяє низькому ступеню засвоєння марганцю сталлю. Це у свою чергу знижує цінність і ефективність застосовуваного матеріалу, що є причиною підвищеної його витрати. При використанні марганцевмісного матеріалу з зазначених компонентів відсутня можливість ефективного регулювання процесів легування і шлакоутворення, що значно впливають на загальні термодинамічні і теплообмінні процеси виплавки сталі в електродуговій печі.

Відомий спосіб позапічної обробки сталі на установках типу "ківш-піч", описаний у патенті РФ № 2304623, що включає випуск розплаву з печі в ківш і подачу в ківш у процесі випуску розплаву розкислювачів, марганцевмісних матеріалів і шлакоутворюючих матеріалів. Марганцевмісний матеріал вводять безупинно разом з алюмінієм і флюсом у вигляді попередньо грудкованого, термообробленого й офлюсованого сумішшю оксидів алюмінію і кальцію матеріалу.

До недоліків описаного рішення можна віднести якісний і кількісний склад марганцевмісного матеріалу, призначеного для легування сталі. Марганцевмісний матеріал вводять у небрикетованому вигляді, що сприяє низькому ступеню засвоєння марганцю сталлю. Це у свою чергу знижує цінність і ефективність застосовуваного матеріалу, є причиною підвищеної його витрати. При використанні зазначеного марганцевмісного матеріалу ускладнена можливість ефективного регулювання процесів шлакоутворення і легування металу, а також розкислення шлакового розплаву для формування рафіновального шлаку, що значно впливає на загальні термодинамічні і теплообмінні процеси позапічної обробки сталі на установках типу "ківш-піч".

Найбільш близьким аналогом винаходу, що заявляється, є композиція для прямого легування сталі марганцем, описана в авторському свідоцтві СРСР № 771168, що включає оксидний марганцевмісний матеріал, металевий кремній Si_{met} , металевий алюміній Al_{met} . Також композиція містить марганець, залізо, плавиковий шпат і сполучне. Крім того, відповідно до винаходу, з метою підвищення ступеня засвоєння марганцю і здешевлення брикета, одержуваного з даної композиції, композиція додатково містить вапняк, а алюміній, кремній, марганець і залізо введені у вигляді комплексного сплаву при наступному вмісті компонентів, мас. %: комплексний сплав алюмінію, кремнію, марганцю і заліза - 42,5-48,0; марганцева руда - 31-38; вапняк - 7,0-12,0; плавиковий шпат - 3,0-5,0; сполучне - 5,0-9,0.

Істотним недоліком використання цієї композиції є зниження технологічної цінності вихідного матеріалу, необхідність додаткових витрат енергії на руйнування брикетів, сформованих з цієї композиції, що при контакті зі шлакометалевим розплавом піддаються поверхневій мінералізації з утворенням тугоплавких комплексів. При цьому рівень в'язкості шлаку залишається досить високим, що у свою чергу призводить до погіршення умов плавлення композиції і зниженню ефективності процесів виплавки сталі і шлакового режиму. Недоліками композиції при використанні її для прямого легування сталі марганцем також є низький ступінь засвоєння марганцю сталлю, великий вміст алюмінатних неметалічних включень у сталі, додаткова витрата теплової енергії на дисоціацію вапняку, використання коштовних і дефіцитних матеріалів: плавиковий шпат і комплексний сплав алюмінію, кремнію, марганцю і заліза.

Наявність у брикеті композиції вапняку, крім додаткових витрат теплової енергії, на його дисоціацію, призводить до передчасного руйнування брикета за рахунок виділення з нього газоподібного діоксиду вуглецю. У даному випадку відновники, що знаходяться в шматках брикета, і не розкиснені сталь і шлак вступають у безпосередній контакт, при цьому поверхня цього контакту набагато більша, ніж з оксидним марганцевмісним матеріалом, тому вірогідність вступу алюмінію в реакцію з активним киснем, розчиненим у сталі і шлаку, набагато більша, ніж вірогідність проходження реакції відновлення марганцю. У зв'язку з цим значна частина відновників витрачається на розкислення сталі і шлаку. Це призводить до зменшення ступеня відновлення марганцю і, як наслідок, його засвоєнню сталлю і погіршенню його якості за рахунок додаткового забруднення алюмінатними неметалічними включеннями, що важко

видаляються з рідкого металу. Крім того, у даній композиції міститься комплексний сплав, при виробництві (виплавці) якого завжди існують додаткові втрати елементів-відновників у чад, що знижує економічну ефективність використання даної композиції.

В основу винаходу поставлена задача створення композиції для прямого легування сталі марганцем, що за рахунок свого оптимізованого хімічного складу дозволить забезпечити підвищення ефективності металургійних процесів і якісних характеристик металів, оптимізацію шлакового режиму процесу виплавки сталі, створення оптимальних умов для прямого легування сталі марганцем, а також дозволить забезпечити зниження матеріальних витрат на здійснення металургійних процесів.

Іншою задачею винаходу є створення способу киснево-конверторної виплавки сталі, у якому за рахунок застосування композиції для прямого легування сталі марганцем удосконаленого складу і її попереднього брикетування буде забезпечене підвищення ефективності киснево-конверторної виплавки сталі.

Ще однією задачею винаходу є створення способу виплавки сталі в електродуговій печі, у якому за рахунок застосування композиції для прямого легування сталі марганцем удосконаленого складу і її попереднього брикетування буде забезпечене підвищення ефективності виплавки сталі в електродуговій печі.

Також задачею винаходу є створення способу позапічної обробки сталі на установках типу "ківш-піч", у якому за рахунок застосування композиції для прямого легування сталі марганцем удосконаленого складу і її попереднього брикетування буде забезпечене підвищення ефективності позапічної обробки сталі на установках типу "ківш-піч".

Поставлена задача вирішується тим, що розроблено композицію для прямого легування сталі марганцем, що включає оксидний марганцевмісний матеріал, а саме оксиди марганцю, металевий кремній Si_{met} , металевий алюміній Al_{met} , при цьому вона додатково містить оксиди лужних металів (K_2O+Na_2O), оксид алюмінію Al_2O_3 і оксиди ($CaO+MgO+Fe_2O_3$) при наступному співвідношенні компонентів композиції, мас. %:

металевий кремній Si_{met}	5,0-12,0
металевий алюміній Al_{met}	3,0-15,0
оксиди лужних металів (K_2O+Na_2O)	1,0-5,0
оксид алюмінію Al_2O_3	3,0-15,0
оксиди ($CaO+MgO+Fe_2O_3$)	5,0-15,0.
марганець у вигляді оксидів	решта.

Відсутність у складі композиції компонентів, що при контакті композиції і брикетів, сформованих з неї, з рідким металом і нагріванні дисоціюють з виділенням газоподібних продуктів і руйнують брикет на кілька шматків, забезпечує наступну схему фазового перетворення брикета: налипання металу на брикет - розм'яккання брикета - розплавлювання брикета. Це дозволяє забезпечити тривалий контакт часток оксидного марганцевмісного матеріалу і відновника. Оксидний марганцевмісний матеріал і відновники знаходяться в безпосередньому контакті відразу після виготовлення композиції і формування з неї брикета. Після присадки в ківш, завдяки фізичному теплу металу, компоненти композиції розм'якають усередині сформованого з неї брикета, і вже до початку його плавлення за рахунок численних і дуже розвинутих контактів компонентів усередині брикета починається відновлення марганцю, за рахунок цього частки відновників практично не контактують з нерозкисненою сталлю.

Оксидний марганцевмісний матеріал, що міститься в композиції, підвищує прожарювання і характеристики міцності сталі. Марганець разом з тим є єдиним елементом, що дозволяє, зв'язуючи сірку, повністю усунути один з найбільш важливих дефектів сталі - красномом. Експериментально встановлено, що введення в композицію оксидного марганцевмісного матеріалу в кількості від 34 до 50 % від маси всієї композиції дозволяє створити оптимальні умови для прямого легування сталі марганцем, дозволяє здійснити ефективну оптимізацію шлакового режиму процесу виплавки сталі, що у свою чергу дозволить забезпечити високу якість кінцевого продукту і зниження матеріальних витрат на здійснення металургійних процесів.

У більшість марок сталі марганцевмісні матеріали вводяться разом із кремнієм. Подібне сполучення марганцю і кремнію разом з підвищенням характеристик міцності і усуненням шкідливого впливу сірки, завдяки утворенню легкоплавких евтектик із продуктів, що утворюються при розкисленні сталі, дозволяє одержувати метал більш чистий за киснем і неметалічними включеннями. Експериментально встановлено, що введення в композицію металевого кремнію Si_{met} у кількості від 5 до 12 % від маси всієї композиції дозволяє забезпечити високу

ефективність проведення процесу легування сталі, що у свою чергу забезпечує високу якість кінцевого продукту, дозволяє скоротити кількість використовуваної композиції для прямого легування сталі, що у свою чергу дозволить скоротити виробничі витрати.

Металевий алюміній являє собою власне алюміній у технічно чистому вигляді. Алюміній розкислює рідкий розплав заліза, тобто видаляє кисень, а наявність оксиду алюмінію сприяє асиміляції неметалічних включень, що у свою чергу сприяє зниженню вмісту шкідливих домішок, наприклад сірки, кисню в розплаві заліза. За рахунок вибору різних співвідношень алюмінію й оксиду алюмінію можна регулювати процес шлакоутворення. Експериментально встановлено, що оптимальним є введення в композицію металевого алюмінію від 6 до 15 % загальної маси композиції. Саме така кількість алюмінію дозволяє запобігти зниженню здатності композиції до очищення розплаву від небажаних чи шкідливих домішок, дозволяє забезпечити оптимальні умови шлакоутворення, а також сприяє створенню оптимальних умов для протікання процесу легування сталі. Так само експериментально було встановлено, що оптимальним є введення оксиду алюмінію в композицію в кількості від 5 до 15 % від загальної маси композиції, що дозволяє забезпечувати зниження в'язкості шлаку до значень, при яких відбувається істотне прискорення шлакоутворення, а також запобігти насиченню шлаку тугоплавким глиноземом (Al_2O_3). Таким чином, включення до складу композиції для прямого легування сталі марганцем металевого алюмінію Al_{met} і оксиду алюмінію Al_2O_3 дозволяє забезпечити прискорення процесу шлакоутворення, що у свою чергу дозволяє підвищити ефективність металургійних процесів і знизити виробничі витрати.

Для одержання рідкоактивного шлаку до складу суміші введені легкоплавкі компоненти: оксид натрію й оксид калію в кількості 1-5 мас. %. Експериментально встановлено, що введення в композицію легкоплавких компонентів у кількості, зазначеній вище, дозволяє запобігти небажаному збільшенню в'язкості шлаку, погіршенню умов плавлення суміші і підвищенню часу обробки розплаву заліза, а також сприяє підвищенню ефективності процесу легування сталі.

Оксид алюмінію (Al_2O_3), що міститься в композиції, двоокис кремнію (SiO_2), що виникає в результаті відновлення марганцю кремнієм, у сукупності із CaO утворюють трикомпонентний шлак системи $CaO-Al_2O_3-SiO_2$ зі значно меншою ($< 1300^\circ C$) температурою плавлення, ніж температура сталеплавильних процесів ($> 1500^\circ C$). Такий шлак, у присутності оксидів лужноземельних металів (K_2O+Na_2O) для забезпечення його рідкоплинності, після утворення знаходиться в безпосередньому контакті з алюмінатами, що виникають під час відновлення марганцю з його оксидів алюмінієм, що забезпечує більш оптимальні умови їхнього видалення на поверхню металу в сталерозливному ковші.

Переважним є виконання композиції для прямого легування сталі марганцем з наступним фракційним складом компонентів, %:

менше 3,0 мм	≥ 90
більше 3,0 мм	≤ 10

Такий діапазон фракційних складів компонентів композиції пояснюється фізико-хімічними закономірностями ефективності їхнього використання і засвоєння. Відхилення фракційного складу в бік дрібнодисперсних часток недоцільно, тому що вимагає додаткових витрат, але не дає помітного ефекту. Збільшення вмісту великодисперсних часток призводить до збільшення часу до початку контакту легуючих елементів і розплаву, тобто також є невиправданим. Застосування в складі композиції компонентів з великим розміром окремої частки знизить поверхню контакту оксидного марганцевмісного матеріалу і відновників і призведе до зменшення ступеня відновлення марганцю і, як наслідок, його засвоєння металом.

Інша поставлена задача вирішується тим, що розроблено спосіб киснево-конверторної виплавки сталі, що включає завантаження металобрухту в конвертер, заливання чавуну, порціонну присадку в конвертер з розплавом марганцевмісних і шлакоутворюючих матеріалів, продувку розплаву киснем, при цьому як марганцевмісний матеріал по ходу процесу виплавки в конвертер подають композицію для прямого легування сталі марганцем при наступному співвідношенні компонентів композиції, мас. %:

металевий кремній Si_{met}	5,0-12,0
металевий алюміній Al_{met}	3,0-15,0
оксиди лужних металів (K_2O+Na_2O)	1,0-5,0
оксид алюмінію Al_2O_3	3,0-15,0
оксиди ($CaO+MgO+Fe_2O_3$)	5,0-15,0

марганець у вигляді оксидів решта,
при цьому композицію піддають попередньому брикетуванню.

Композиція для прямого легування сталі марганцем піддається брикетуванню шляхом непрямого об'ємного обтиснення без використання додаткових сполучних матеріалів. Одержувані цим способом брикети композиції можуть мати прямокутну, округлу чи іншу форму з

5 близькими розмірами в усіх напрямках.

Таким чином, брикети з композиції для прямого легування сталі марганцем і оптимізації шлакового режиму виплавки сталі зберігають усі технологічні властивості вихідного матеріалу.

Застосування в цьому способі брикетів із зазначеної вище композиції для прямого легування сталі марганцем дозволяє знизити витрати марганцевмісних феросплавів, знизити витрати вапна і плавикового шпату, що звичайно використовуються як шлакоутворюючі матеріали, знизити витрати науглецьовувача, забезпечити розрідження конверторного шлаку і його рідкорухомість що сприяє значному підвищенню ефективності шлакового режиму плавки, знизити окисленість кінцевого конверторного шлаку, досягти встановлення більш спокійного

ходу плавки, збільшити основність шлаку і вміст сірки в шлаку, що свідчить про підвищення

ефективності десульфурації металу. Крім того, зменшується виділення агресивних до футерівки

конвертера сполук, що сприяє зниженню витрат на утримання устаткування і здійснення

металургійного процесу.

Ще одна поставлена задача вирішується тим, що розроблено спосіб виплавки сталі в електродуговій печі, що включає завалку металошихти, подачу марганцевмісних і шлакоутворюючих матеріалів, плавлення, проведення окисного і рафінувального періодів плавки, доведення розплаву до необхідної температури, при цьому як марганцевмісний матеріал на дзеркало металу в електродуговій печі подають композицію для прямого легування сталі марганцем при наступному співвідношенні компонентів композиції, мас. %:

металевий кремній Si_{met}	5,0-12,0
металевий алюміній Al_{met}	3,0-15,0
оксиди лужних металів (K_2O+Na_2O)	1,0-5,0
оксид алюмінію Al_2O_3	3,0-15,0
оксиди ($CaO+MgO+Fe_2O_3$)	5,0-15,0
марганець у вигляді оксидів	решта,

при цьому композицію піддають попередньому брикетуванню.

Композиція для прямого легування сталі марганцем піддається брикетуванню шляхом непрямого об'ємного обтиснення без використання додаткових сполучних матеріалів. Одержувані цим способом брикети композиції можуть мати прямокутну, округлу чи іншу форму з

30 близькими розмірами в усіх напрямках.

У цьому способі брикети з композиції для прямого легування сталі марганцем є каталізатором процесів шлакоутворення й активатором хімічних компонентів шлакового розплаву, за рахунок цього досягається прискорення процесів формування і підвищення відновного і рафінувального потенціалу технологічного шлаку. Додатково за рахунок вхідних до складу композиції металевих алюмінію і металевих кремнію досягається часткове зниження окисленості металевих розплаву насичення його марганцем. Рафінувальний період плавки при реалізації даного способу з використанням зазначеної композиції відрізняється стійкістю горіння електричних дуг у період розплавлювання шлакоутворюючих матеріалів, зниженням витрат графітованих електродів, а також зниженням витрати вапна, кремнієвмісних і марганцевмісних феросплавів. Крім того, відбувається збільшення вмісту сірки в шлаку, що свідчить про

підвищення ефективності десульфурації металу.
Інша поставлена задача вирішується тим, що розроблено спосіб позапічної обробки сталі на установках типу "ківш-під", що включає випуск розплаву з печі в ківш, подачу в ківш у процесі випуску розплаву розкислювачів, марганцевмісних матеріалів і шлакоутворюючих матеріалів, і продувку розплаву нейтральним газом, при цьому як марганцевмісний матеріал подають композицію для прямого легування сталі марганцем при наступному співвідношенні компонентів композиції, мас. %

металевий кремній Si_{met}	5,0-12,0
металевий алюміній Al_{met}	3,0-15,0
оксиди лужних металів (K_2O+Na_2O)	1,0-5,0

оксид алюмінію Al_2O_3	3,0-15,0
оксиди ($CaO+MgO+Fe_2O_3$)	5,0-15,0,
марганець у вигляді оксидів	решта,

при цьому композицію піддають попередньому брикетуванню.

Композиція для прямого легування сталі марганцем піддається брикетуванню шляхом непрямого об'ємного обтиснення без використання додаткових сполучних матеріалів.

- 5 Одержувані цим способом брикети композиції можуть мати прямокутну, округлу чи іншу форму з близькими розмірами в усіх напрямках.

- У цьому способі брикети з композиції для прямого легування сталі марганцем є каталізатором процесів шлакоутворення й активатором хімічних компонентів шлакового розплаву, поєднують у собі властивості розріджувача і розкислювача шлакової системи, за рахунок чого досягається прискорення процесів формування і підвищення відбудовного і рафінувального потенціалу технологічного шлаку, а також його розкислення, створюються оптимальні умови для прямого легування сталі марганцем. Використання зазначеної композиції в даному способі забезпечує зниження витрати чистого марганцю, алюмофлюсу, досягнення високої основності, ступеня розкисленості рафінувального шлаку і десульфатції сталі. Крім того, використання даної композиції забезпечує можливість виключення застосування для розрідження шлаку плавикового шпату, що у свою чергу сприяє підвищенню стійкості футерівки сталерозливного ковша як у бойовій зоні, так і в шлаковому поясі. Також використання композиції дозволяє знизити витрату кремнієвмісних і марганцевмісних феросплавів, скорочує час позапічної обробки за рахунок підвищення рафінувальної ефективності шлакової фази, підвищення ливарних і механічних властивостей сталі, скорочення питомої витрати електроенергії на позапічну обробку, що у свою чергу дозволяє скоротити витрати на виробництво сталі.

- 15 Приклад одержання композиції з її наступним брикетуванням, а також вплив зміни кількісного вмісту компонентів композиції для прямого легування сталі марганцем на якість сталі ілюструється наступними прикладами.

Приклад 1. Отримання композиції для прямого легування сталі марганцем з її наступним брикетуванням.

- Компоненти композиції: оксиди марганцю, карбід кремнію SiC , оксиди ($CaO+MgO+Fe_2O_3$), оксид кремнію SiO_2 , металевий Si_{met} , металевий алюміній Al_{met} і оксид алюмінію Al_2O_3 , при цьому композиція додатково включає оксиди лужних металів (K_2O+Na_2O) піддали попередньому здрібнюванню, нормалізували вологість компонентів і класифікації по фракціях для одержання наступного фракційного складу компонент, %:

менше 3,0 мм	≥ 90
більше 3,0 мм	≤ 10 .

- 35 Потім композицію піддають непрямому об'ємному обтисненню без використання сполучних добавок до заданих розмірів брикета $(10-30) \times (20-40) \times (30-50)$ мм відповідно.

- Таким чином, композиція, що заявляється, для прямого легування сталі марганцем і брикети з зазначеної композиції забезпечують оптимальний хімічний склад і підвищення відновлювального та рафінувального і потенціалу шлакової фази за рахунок прискорення активізації ведучих хімічних компонентів шлакового розплаву, а також більш швидкого формування активної шлакової фази з заданими властивостями і мінімальними втратами вихідного матеріалу у вигляді пилу і диму, створюють оптимальні умови для прямого легування сталі марганцем.

Приклад 2. Киснево-конверторна виплавка сталі.

- 45 Здійснювали виплавку сталі марки СтЗСП. У кисневий конвертер завантажують металобрухт, заливають чавун. Виплавляють вуглецевий напівпродукт і випускають нерозкислений метал у сталерозливальний ківш. З початком випуску металу вводять матеріал, що уміщає вуглець, у вигляді вугілля марки АС у кількості 350 кг. Після цього через видаткові бункери вводили в ківш 500 кг композиції, що заявляється, у вигляді брикетів та інші феросплави та розкислювачі, при цьому вміст компонентів у брикетах відповідав співвідношенню, що заявляється. Розмір брикета складав $20 \times 30 \times 40$ мм і був виготовлений з компонентів фракцією 0-3 мм. Потім здійснюють продувку розплаву киснем.

- До і після введення матеріалів у ківш відбирали проби металу на хімічний аналіз. Після цього проводили позапічну обробку сталі на установці "ківш-піч" і розливали її на сортовий МНЛЗ на заготовки перетином 150×150 мм. На всіх технологічних етапах, починаючи з випуску

сталі з конвертера і закінчуючи її розливанням, здійснювали виміри температури металу. Від отриманих заготовок відрізали темплети для визначення балу неметалічних включень за ДСТ 1778-70. При прямому легуванні сталі марганцем за допомогою композиції, що заявляється в найближчому аналогу, що здійснювалося для порівняння з прямим легуванням сталі марганцем композицією, що заявляється, були отримані наступні показники (таблиця 1).

Таблиця 1

Тип композиції	Кількість дослідних плавов, шт.	Ступінь засвоєння марганцю, %	Бал неметалічних включень, од	Падіння температури сталі під час виплавки, °C	Швидкість розливу сталі, м/хв.	Кількість зтягувань рівчаків, шт.
Композиція згідно з аналогом	34	89,4	3,5-4,0	67	2,38	7
Композиція, що заявляється	27	93,6	2,5-3,0	55	2,57	0

Як впливає з показників, приведених у таблиці 1, застосування для прямого легування сталі марганцем композиції, що заявляється, дозволяє збільшити ступінь засвоєння марганцю (+4,2 %), знизити забруднення металу неметалічними домішками до 2,5-3,0 бали, знизити втрати температури металу під час випуску в середньому на 12 °C.

З прикладу видно, що брикет, що заявляється, може бути застосований у промисловому виробництві сталі з використанням існуючого металургійного устаткування.

Приклад 3. Електродугова виплавка сталі.

В електродуговій печі садкою 100 тонн здійснювали виплавку сталі марки S235J2G3. Здійснювали завалку металошихти, подачу шлакоутворюючих матеріалів, плавлення, проведення окисного і рафінувального періодів плавки, доведення розплаву до необхідної температури. При цьому в рафінувальний період плавки на дзеркало металу в електродугову піч подавали 650 кг композиції, що заявляється, у вигляді брикетів для прямого легування сталі марганцем та інші феросплави і розкислювачі, при цьому вміст компонентів у брикетах відповідав співвідношенню, що заявляється. Розмір брикета складав 20 × 30 × 40 мм і був виготовлений з компонентів фракцією 0-3 мм.

До і після введення матеріалів в електродугову піч відбирали проби металу на хімічний аналіз. Після цього проводили позапічну обробку сталі на установці "ківш-піч" і розливали її на слябовий МНЛЗ на заготовці перерізом 150 × 1200 мм. На всіх технологічних етапах, починаючи з випуску сталі з електродугової печі і закінчуючи її розливанням, здійснювали виміри температури металу. Від отриманих слябів відрізали темплети для визначення макроструктури за ДСТ 14-1-235-91.

При легуванні сталі марганцем з використанням феромарганцю марки ФМн78, що здійснювалося для порівняння з прямим легуванням сталі марганцем композицією, що заявляється, були отримані наступні показники (таблиця 2).

Таблиця 2

Тип композиції	Кількість дослідних плавов, шт.	Ступінь засвоєння марганцю, %	Бал макроструктури ЛПТ? од.	Падіння температури сталі в печі, °C	Швидкість розливу сталі, м/хв.	Кількість зтягувань рівчаків, шт.
Феромарганець ФМн78	64	72,4	3,0-4,5	47	0,83	4
Композиція, що заявляється	43	83,2	2,0-2,5	32	0,87	0

Як впливає з показників, приведених у таблиці 2, застосування для прямого легування сталі марганцем композиції, що заявляється, дозволяє збільшити ступінь засвоєння марганцю (+10,8 %), знизити забруднення металу неметалічними домішками до 2,0-2,5 бали, знизити втрати температури металу в печі в середньому на 15 °C.

З прикладу видно, що брикет, що заявляється, може бути застосований у промисловому виробництві сталі з використанням існуючого металургійного устаткування.

Приклад 4. Позапічна обробка сталі на установках типу "ківш-піч".

Здійснювали випуск напівпродукту сталі марки СтЗСП зі сталеплавильної печі в ківш, подачу в ківш у процесі випуску розплаву розкислювачів, марганцевмісних матеріалів і шлакоутворюючих матеріалів, і продувку розплаву нейтральним газом. При цьому після доставки ковша з металом на установку для позапічної обробки сталі "ківш-піч" одночасно з присадкою вапна на дзеркало металу механізованим способом здійснювали подачу 300 кг композиції, що заявляється, у вигляді брикетів для прямого легування сталі марганцем, при цьому вміст компонентів у брикетах відповідав співвідношенню, що заявляється.

Розмір брикета складав 20 × 30 × 40 мм і був виготовлений з компонентів фракцією 0-3 мм.

До і після введення матеріалів на установці позапічної обробки "ківш-піч" відбирали проби металу на хімічний аналіз і здійснювали виміри температури металу. Після позапічної обробки сталь розливали в злитки масою 5,6 тонн сифонним способом. Від отриманих сортових заготовів відрізали темплети для визначення балу неметалічних включень за ДСТ 1778-70.

При легуванні сталі марганцем з використання феромарганцю марки ФМн78, що здійснювалося для порівняння з прямим легуванням сталі марганцем композицією, що заявляється, були отримані наступні показники (таблиця 3).

Таблиця 3

Тип композиції	Кількість дослідних плавов, шт.	Ступінь засвоєння марганцю, %	Падіння температури металу, °C	Бал неметалічних включень, од.	Тривалість обробки, хв.
Феромарганець ФМн78	33	94,7	4	3,0-3,5	44
Композиція, що заявляється	28	99,8	3	2,5-3,0	42

Як впливає з показників, приведених у таблиці 3, застосування для прямого легування сталі марганцем композиції, що заявляється, дозволяє збільшити ступінь засвоєння марганцю (+5,1%), знизити забруднення металу неметалічними домішками до 2,5-3,0 бали, знизити втрати температури металу в середньому на 1 °C, а тривалість обробки на 2 хвилини.

З прикладу видно, що брикет, що заявляється, може бути застосований у промисловому виробництві сталі з використанням існуючого металургійного устаткування.

Таким чином, композиція, що заявляється, для прямого легування сталі марганцем за рахунок свого оптимізованого хімічного складу дозволяє забезпечити підвищення ефективності металургійних процесів і якісних характеристик металів, оптимізацію шлакового режиму процесу виплавки сталі, створення оптимальних умов для прямого легування сталі марганцем, а також дозволяє забезпечити зниження матеріальних витрат на здійснення металургійних процесів.

Крім того, винахід дозволяє підвищити ефективність виплавки сталі способом киснево-конверторної виплавки сталі, електродуговим способом, а також при позапічній обробці сталі на установках типу "ківш-піч".

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Композиція для прямого легування сталі марганцем, що включає оксиди марганцю, металевий кремній, металевий алюміній, яка **відрізняється** тим, що додатково містить оксиди лужних металів: оксиди калію та натрію, оксид алюмінію і оксиди кальцію, магнію та заліза при наступному співвідношенні компонентів композиції, мас. %:

металевий кремній 5,0-12,0

металевий алюміній 3,0-15,0

оксиди лужних металів: оксиди калію та натрію 1,0-5,0

оксид алюмінію 3,0-15,0

оксиди кальцію, магнію та заліза 5,0-15,0

оксиди марганцю решта.

2. Композиція за п. 1, яка **відрізняється** тим, що компоненти композиції мають наступний фракційний склад, %

менше 3,0 мм ≥ 90

більше 3,0 мм ≤ 10 .

3. Спосіб киснево-конверторної виплавки сталі, що включає завантаження металобрухту в конвертер, заливання чавуну, порціонну присадку в конвертер з розплавом марганцевмісних і шлакоутворюючих матеріалів, продувку розплаву киснем, який **відрізняється** тим, що як

марганцевмісний матеріал по ходу процесу виплавки в конвертер подають композицію для прямого легування сталі марганцем при наступному співвідношенні компонентів композиції, мас. %:

металевий кремній	5,0-12,0
металевий алюміній	3,0-15,0
оксиди лужних металів: оксиди калію та натрію	1,0-5,0
оксид алюмінію	3,0-15,0
оксиди кальцію, магнію та заліза	5,0-15,0
оксиди марганцю	решта,

при цьому композицію піддають попередньому брикетуванню.

- 5 4. Спосіб виплавки сталі в електродуговій печі, що включає завалку металошихти, подачу марганцевмісних і шлакоутворюючих матеріалів, плавлення, проведення окислювального і рафінувального періодів плавки, доведення розплаву до необхідної температури, який **відрізняється** тим, що як марганцевмісний матеріал на дзеркало металу в електродуговій печі подають композицію для прямого легування сталі марганцем при наступному співвідношенні компонентів композиції, мас. %:

металевий кремній	5,0-12,0
металевий алюміній	3,0-15,0
оксиди лужних металів: оксиди калію та натрію	1,0-5,0
оксид алюмінію	3,0-15,0
оксиди кальцію, магнію та заліза	5,0-15,0
оксиди марганцю	решта,

при цьому композицію піддають попередньому брикетуванню.

- 10 5. Спосіб позапічної обробки сталі на установках типу "ківш-під", що включає випуск розплаву з печі в ківш, подачу в ківш у процесі випуску розплаву розкислювачів, марганцевмісних матеріалів і шлакоутворюючих матеріалів і продувку розплаву нейтральним газом, який **відрізняється** тим, що як марганцевмісний матеріал подають композицію для прямого легування сталі марганцем при наступному співвідношенні компонентів композиції, мас. %:

металевий кремній	5,0-12,0
металевий алюміній	3,0-15,0
оксиди лужних металів: оксиди калію та натрію	1,0-5,0
оксид алюмінію	3,0-15,0
оксиди кальцію, магнію та заліза	5,0-15,0
оксиди марганцю	решта,

при цьому композицію піддають попередньому брикетуванню.