



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 59720

(13) A

(51) 7 C22B34/12, C22B4/00, C22C14/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ ВИСОКОТИТАНОВОГО ФЕРОСПЛАВУ З ІЛЬМЕНІТУ

1

2

(21) 2002119354

(22) 25 11 2002

(24) 15 09 2003

(46) 15 09 2003, Бюл. № 9, 2003 р.

(72) Чепель Сергій Миколайович, Найдено Володимир Вікторович, Звездін Олександр Опанасович, Мельник Сергій Григорович, Полетаєв Євгеній Борисович, Найдек Володимир Леонтійович

(73) Чепель Сергій Миколайович

(57) 1 Спосіб одержання високотитанового феросплаву з ільменіту шляхом електропічного відновного плавлення з ільменітового концентрату, що включає двостадійну дугову плавку, злив шлаку і феросплаву, причому на першій стадії приготують, завантажують в піч і розплавляють рудну шихту, яка містить ільменітовий концентрат і вапно, з утворенням титановмісного шлаку, а на другій стадії приготують, завантажують і плавлять основну шихту, що включає, крім титановмісного компонента, відновник окислів титану і заліза, наприклад алюміній, з формуванням розплаву феротитану, який відрізняється тим, що перед завантаженням рудної шихти формують в електропечі рідку ванну шляхом завантаження в піч залізного лому, розплавлення його і видалення

шлаку, що утворився, з поверхні розплаву, приготують рудну шихту перемішуванням ільменітового концентрату з подрібненим відновником заліза і вапном, завантажують рудну шихту на поверхню рідкої ванни з наступним її розплавленням і відновленням заліза з окислів ільменіту, а одержаний шлак після першої стадії зливають у виливницю, при цьому основну шихту приготують з суміші подрібнених відновника титану і одержаного на першій стадії титановмісного шлаку

2 Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що рудну шихту завантажують на поверхню рідкої ванни періодично, порціями, причому чергову порцію вводять після розплавлення попередньої

3 Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що як відновник окислів заліза ільменіту застосовують електродний бій

4 Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що основна шихта, крім титановмісного шлаку і алюмінію, додатково містить вапно

5 Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що рудну шихту перед завантаженням в піч піддають огордуванню шляхом грануляції або брикетування

Винахід відноситься до металургії сплавів, зокрема до способу одержання феротитану з високим вмістом титану і може бути використаний при переробці ільменітових концентратів

Відомий спосіб одержання шлаку з високим вмістом титану з ільменіту, який являє собою безперервний процес відновлення ільменіту в електропечі постійного струму з вогнетривкою футеровкою і рідкою ванною із розплавленого чавуну, що служить анодом [1] Катод розміщений на склепінні печі. Між вогнетривкою футеровкою і рідкою ванною є застигла прокладка з розплаву. Основні операції технологічного процесу виплавки шлаку включають завантаження ільменіту одночасно з вуглецевим відновником, при відсутності флюсів, в рідку ванну з наступним розплавленням шихти і утворенням шлаку, і видалення збагаченого титаном шлаку і чавуну з печі. Як відновник застосовують антрацит. Одержаний шлак містить біля 86% TiO_2 . Для контролю за процесом плавки

піч споряджена засобами керування, що містять в собі засоби вимірювання температури стінки, що прилягає до застиглої прокладки, засоби оцінки товщини застиглої прокладки як функції температури стінки і засоби контролю кількості тепла в печі для підгонки товщини застиглої прокладки до наперед розрахованої величини. Крім того, є засоби вимірювання параметрів охолоджувальної системи, системи завантажування компонентів шихти і вимірювання електричних параметрів. Недостатками цього способу є складність апаратурного оформлення технологічного процесу, а також відсутність флюсуючих добавок, внаслідок чого одержувані шлаки в'язкі і насичені включеннями відновленого заліза, так званими "корольками". Щоб одержати з такого шлаку високотитановий феросплав, в подальшому, після подрібнення шлаку, буде потрібна операція магнітної сепарації для видалення заліза.

Відомий спосіб карботермічної виплавки фе-

(13) A

(11) 59720

(19) UA

ротитану з ільменіту шляхом відновлення окислів титану і заліза вуглецем [2]. Згідно цьому способу, у вуглецевий тигель електропечі завантажують суміш ільменіту і вуглецевого відновника, наприклад напівкоксу або деревного вугілля. В процесі відновлення, який проходить з великим поглинанням тепла, спочатку утворюється рідка залізна ванна, в якій розчиняється титан. Для покращення рідкотекучості шлаку в нього додають випалене вапно. Цим способом одержують такі титанові сплави на основі заліза як ферокарботитан (20-25% Ti, 5-8% C, решта - залізо) і силікотитан (30% Ti, 30% Si, решта - залізо). Недостатками способу являються неможливість одержати високотитанові сплави, високий вміст вуглецю в феротитані і значні витрати електроенергії.

Відомі позапічні способи виплавки феротитану з ільменіту, які базуються на металотермічному відновленні окислів титану і заліза [3,4]. Найбільш широке поширення одержала алюмінотермічна виплавка феротитану, коли відновлення окислів здійснюють алюмінієм. При алюмінотермічному відновленні титану тепла, що виділяється, недостатньо для розплавлення утворюваних в результаті реакції металу і шлаку, а також для покриття теплових витрат. При алюмінотермічному відновленні заліза і окису заліза виділяється значно більше тепла, ніж це необхідно для розплавлення утворюваних металу і шлаку. При плавленні феротитану відбувається одночасне відновлення двоокису титану та окису і закису заліза. Великий надлишок тепла, який утворюється при відновленні заліза, компенсує недостаток тепла реакції відновлення титану, тому виявляється можливим проведення плавки феротитану з вмістом титану 25-28% без зовнішнього підведення тепла, тобто за рахунок самочинного протікання реакції. Оскільки окисли заліза відновлюються повністю, то при незмінному вилученні титану дуже швидко змінюється співвідношення Fe/Ti. Додавка випаленого вапна знижує температуру плавлення шлаку, розріджує його і дрібні частинки металу, які знаходяться в шлаці, осаджуються в розплав металу. Крім збільшення рідкотекучості шлаку вапно також зв'язує глинозем в міцну сполуку ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$), що полегшує відновлення титану. Можливість алюмінотермічного відновлення титану обумовлюється тим, що його спорідненість до кисню менша, ніж спорідненість до кисню в алюмінію. Однак, повного відновлення Ti не відбувається, частина двоокису титану відновлюється лише до одноокису титану (TiO) і в такому вигляді переходить в шлак. Для виплавки феротитану з вмістом титану 28-30% необхідно додати деяку кількість тепла, що досягається шляхом підгріву шихтових матеріалів до 200-300°C.

Позапічний спосіб одержання феротитану здійснюють в такий послідовності. Складають шихту, що містить 100мас частин випаленого ільменітового концентрату, 45мас частин алюмінієвої крупки 18-10мас частин вапна. Подрібнені матеріали старанно перемішують і висушують. Готують шихту-запал, яка включає залізну руду, алюмінієвий порошок, феросиліцій і вапно. Цю шихту підігрівають і завантажують на

під плавильної шахти, а зверху на шихту насипають запальну суміш, що складається із септри і магнію (50г-150г), і підпалюють її. Після початку алюмінотермічної реакції в шихті-запалі в шахту рівномірно і поступово завантажують основну шихту, яка містить ільменітовий концентрат. Надмірна завалка шихти може викликати викид її і розплаву з шахти. Після завантаження всієї шихти і закінчення реакції проводять видержку металу і шлаку в плавильній шахті, під час якої додають в шлак залізотермічну суміш (залізну руду, алюмінієвий порошок і вапно). Це дозволяє на протязі деякого часу підтримувати шлак у рідкому стані, що сприяє утворенню в ньому великої кількості перегрітих краплин заліза, які, проходячи крізь шлак, поглинають відновлений титан і відокремлюються від шлаку у вигляді феротитану. Після цього шлак і феротитан зливають у виливницю.

Недостатки такої технології полягають у низькому вмісті титану в феросплаві (30%), складності регулювання теплового режиму, великих витратах алюмінію.

Відомий також спосіб одержання феротитану з високим вмістом титану, який включає подрібнення стружки, що містить біля 85% титану, очистку її від сміття просіюванням, гранулювання частинок титану із застосуванням органічного зв'язуючого, наприклад смоли або меляси, змішування гранул із залізомістким матеріалом, наприклад чавунним ломом або губчатим залізом, завантаження одержаної суміші в дугову електричну піч, розплавлення цієї суміші в захисній безкисневій атмосфері з одержанням феротитану [5]. Як захисна атмосфера може застосовуватись гелій, аргон або азот. Недостатками цієї технології являються обмежені запаси використовуваної титанмісткої сировини (відходів металічного титану), а також необхідність захисної атмосфери.

Найбільш близьким за технічною суттю і досягнутому результату до винаходу, що заявляється, є спосіб електропічної відновної плавки феротитану з ільменітового концентрату [6]. Даний спосіб включає двостадійну дугову плавку, злив шлаку і феросплаву. На першій стадії приготівляють, завантажують в піч і розплавляють рудну шихту, яка містить ільменітовий концентрат і вапно, з утворенням титанмісткого шлаку, а на другій стадії приготівляють, завантажують і плавають основну шихту, що включає, крім ільменітового концентрату, алюміній, використовуваний як відновник окислів титану і заліза. При цьому формується розплав феротитану. В кінці плавки в шлак додають залізотермічну суміш (залізну руду, алюмінієвий порошок і вапно), щоб підтримати шлак в рідкому стані і додатково вилучити з нього відновлений титан у вигляді крапель феротитану. Потім шлак і феротитан зливають у виливницю.

Недостатком цього способу є те, що в зв'язку з високим вмістом заліза в ільменіті, неможливо одержати високотитанові феросплави з шихти, яка включає ільменітовий концентрат. Крім того, така технологія потребує великих витрат алюмінію (на 1 тону феротитану приблизно 500кг алюмінію).

Задачею, на вирішення якої спрямований ви-

нахід, являється розробка технології одержання феротитану з високим вмістом основного елементу з ільменитових концентратів при менших витратах відновника

Заявлений спосіб розроблений для вирішення поставленої задачі і дозволяє одержати технічний результат, який полягає в зменшенні витрат алюмінію за рахунок металургійного збагачення ільменитового концентрату з одержанням багатого титаном шлаку на першій стадії і переробки цього шлаку в високотитановий феросплав на другій стадії технологічного процесу

Суть запропонованого способу полягає в тому, що у відомому способі електропечної відновної плавки феротитану з ільменитового концентрату, який включає двостадійну дугову плавку, злив шлаку і феросплаву, причому на першій стадії приготують, завантажують в піч і розплавляють рудну шихту, яка містить ільменитовий концентрат і вапно, з утворенням титаністкого шлаку, а на другій стадії приготують, завантажують і плавлять основну шихту, що включає, крім титаністкого компоненту, відновник окислів титану і заліза, наприклад алюміній, з формуванням розплаву феротитану, відповідно заявленому винаходу, перед завантаженням рудної шихти формують в електропечі рідку ванну шляхом завантаження в піч залізного лому, розплавлення його і видалення шлаку, що утворився, з поверхні розплаву, приготують рудну шихту перемішуванням ільменитового концентрату з подрібненим відновником заліза і вапном, завантажують рудну шихту на поверхню рідкої ванни з наступним її розплавленням і відновленням заліза з окислів ільменіту, а одержаний шлак після першої стадії зливають у виливницю, при цьому основну шихту приготують із суміші подрібнених відновника титану і одержаного на першій стадії титаністкого шлаку

Заявлений спосіб відрізняється від прототипу ще й тим, що рудну шихту завантажують на поверхню рідкої ванни періодично, порціями, причому чергову порцію вводять після розплавлення попередньої. Як відновник окислів заліза ільменіту може бути використаний електродний бій. Основна шихта, крім титаністкого шлаку і алюмінію, може додатково містити вапно. Для зменшення втрат ільменитового концентрату внаслідок винесення його пиловидних частинок, рудну шихту перед завантаженням в піч піддають огрудуванню шляхом грануляції або брикетування

Сукупність вищевказаних суттєвих ознак, які відрізняють заявлене технічне рішення від прототипу, не виявлена в інших рішеннях і не відома з рівня техніки при вивченні авторами цієї галузі металургії в процесі проведення патентних досліджень. Це дозволяє зробити висновок про наявність нових суттєвих ознак, тобто про

відповідність заявленого винаходу критерію "новизна"

Проведений пошук по всіх видах необхідних і доступних джерел металургійної, науково-технічної і патентної інформації і аналіз рівня техніки не виявив впливу сукупності відрізняючих ознак на досягнення технічного результату, тобто на підвищення вмісту титану в феросплавах і зменшення витрат алюмінію. Це свідчить про те, що заявлене технічне рішення явно не впливає з відомого рівня техніки, а тому можна зробити висновок про відповідність його критерію "винахідницький рівень"

Промислова придатність підтверджується нижченаведеним прикладом здійснення способу шляхом проведення дослідних плавок з позитивним результатом

Приклад здійснення способу. На першій стадії процесу в дуговій електропечі розплавляли чавунний лом. Видаляли шлак періоду плавлення. На поверхню металічного розплаву присаджували порцію ільменитового концентрату в суміші з подрібненим електродним боем і вапном. В процесі плавлення шихти відбувається перехід відновленого заліза в металічний розплав. При цьому підвищується концентрація TiO_2 в шлаці. Після закінчення процесу відновлення заліза з порції присадженої суміші проводили злив збагаченого титаном шлаку. Потім завантажували наступну порцію шихтової суміші і процес повторювався до наповнення ванни печі рідким металом. Одержаний титаністкий шлак охолоджували і подрібнювали. На другій стадії процесу готували основну шихту, яка включала подрібнений титаністкий шлак, одержаний на першій стадії, алюмінієвий порошок і вапно. Підготовлену суміш завантажували в дугову електричну піч і розплавляли. При цьому відбувалося відновлення титану в розплав на його основі. Одержаний розплав феротитану випускали у виливницю.

Заявлена технологія дозволяє одержати феросплав, що містить до 70% титану

Джерела використаної інформації

1 Заявка США №2001/0052272A1, МПК⁷ C22B4/00, опубл. 20.12.2001

2 Р. Дуррер, Г. Фолькерт, «Металлургия ферросплавов», перев. с нем., М., «Металлургия», 1976г., с. 400

3 А. Д. Крамаров, А. Н. Соколов, «Электросталепроизводство стали и ферросплавов», М., «Металлургия», 1976г., с. 373-374

4 М. А. Рысс, «Производство ферросплавов», М., «Металлургия», 1985г., с. 276-277

5 Патент США №5968224, МПК⁷ C22B34/12, опубл. 19.10.1999

6 М. А. Рысс, «Производство ферросплавов», М., «Металлургия», 1985г., с. 278-280 - прототип