



УКРАЇНА

(19) UA (11) 35110 (13) U
(51) МПК (2006)
C22C 1/10
C22C 21/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА СПЛАВІВ АЛЮМІНІЙ-КРЕМНІЙ

1

(21) u200806667
(22) 15.05.2008
(24) 26.08.2008
(46) 26.08.2008, Бюл.№ 16, 2008 р.
(72) КОРНІЄНКО АНАТОЛІЙ СЕМЕНОВИЧ, UA
(73) КОРНІЄНКО АНАТОЛІЙ СЕМЕНОВИЧ, UA
(57) Спосіб виробництва сплавів алюміній-кремній, що включає приготування шихти, що містить Al_2O_3 і SiO_2 , збагачення шихти, подачу її в плавильну піч, нагрівання шихти, плавлення її і наступне відновлення Al_2O_3 і SiO_2 до алюмінію і кремнію, який

2

відрізняється тим, що природну глинозем-кремнеземну сировину збагачують шляхом відмивання розчинених у воді компонентів, далі сушать теплом, отриманим в когенераційній установці і змішують з кам'яним вугіллем і CaO , а отриманий при плавленні паливно-відновлювальний газ поділяють на дві частини, першу частину подають в когенераційну установку, а другу - використовують для завершального відновлення Al_2O_3 і SiO_2 до алюмінію і кремнію.

Корисна модель відноситься до галузі металургії, зокрема до технології пірометалургійних процесів у кольоровій металургії, конкретно - до виробництва сплавів алюміній-кремній (Al-Si) з природної глинозем-кремнеземної сировини. Сплави Al-Si використовують як основу для одержання силуміну.

Найближчим до способу, що заявляється, є спосіб виробництва алюмінієво-кремнієвого сплаву [див. патент Росії №2148670]. У відповідності до вказаного способу певну кількість підготовленої шихти, що містить Al_2O_3 і SiO_2 подають до плавильного агрегату. Шихту разом із відновником нагрівають і здійснюють плавку з наступним відновлюванням. Процес плавки шихти і відновлення утворених Al_2O_3 і SiO_2 здійснюється в одному й тому ж плавильному агрегаті (плавильній печі). Відновлений рідкий сплав видаляють з плавильного агрегату.

Але відомий спосіб має низку недоліків.

По-перше, виконання двох процесів в одній печі (плавки і відновлення) нерациональне тому, що знижує її продуктивність і якість сплаву, що одержують.

По-друге, для відновлення Al_2O_3 і SiO_2 на заключному етапі роботи печі використовується плазмогенератор для дисоціації метану з метою одержання з нього вуглецю у виді сажі. Плазмогенератори, як відомо, є енергетичне недосконалими, технічно ненадійними і дуже дорогими пристроями.

Крім того, виконання двох процесів в одній печі вимагає завантаження надлишкової кількості вуглецю у виді коксу, деревного вугілля або нафтококсу, які використовуються одночасно і як паливо для плавки сировини, і як відновлювач Al_2O_3 і SiO_2 . При цьому в розплаві з'являються тугоплавкі карбіди алюмінію (Al_4C_3) і кремнію (SiC), які знижують якість і вихід сплаву Al-Si.

Найближчим до корисної моделі, що заявляється є спосіб виробництва сплавів алюміній-кремній, наведений в [патенті України на корисну модель №5159]. Відповідно до вказаного способу, природну глинозем-кремнеземну сировину подрібнюють, збагачують, змішують з попередньо подрібненим зволоженим торфом і гранулюють, далі отриману таким чином вуглецевмісну шихту подають до безперервно діючої плавильної печі шахтного типу, де, за рахунок горіння вуглецю шихти і газів відновної печі в збагаченому киснем повітрі, з неї одержують розплав оксидів алюмінію і кремнію, який періодично зливають у відновну піч, до якої спочатку подають кисень, а потім перегріту суміш газів пропан-бутан подають в розплав рідких оксидів.

Даний спосіб обрано прототипом.

Прототип і корисна модель, що заявляється, мають такі спільні операції:

- приготування шихти, що містить Al_2O_3 і SiO_2 ;
- збагачення шихти;
- подача шихти в плавильну піч;
- нагрівання шихти;
- плавка шихти;

(13) U

(11) 35110

(19) UA

- відновлення Al_2O_3 і SiO_2 до алюмінію і кремнію.

Однак дане відоме рішення має ряд недоліків, що знижують його технічну корисність. Так, для проведення плавки шихти, а потім відновлення оксидів Al_2O_3 і SiO_2 , що утворюються, використовується газоподібний і рідкий кисень O_2 . Перший з них, газоподібний O_2 , виробляється на місці за допомогою установки, що споживає електроенергію від зовнішнього джерела. Другий, - рідкий O_2 , - повинен постійно здобуватися в його стороннього виробника. До недоліку прототипу відноситься також необхідність застосування суміші вуглеводнів пропан-бутан.

Таким чином, відоме технічне рішення має основний істотний недолік, обумовлений тим, що для одержання сплаву алюміній-кремній потрібно використовувати, по-перше, значні кількості електроенергії для виробництва газоподібного кисню, по-друге, дефіцитні енергоносії - рідкі кисень і пропан-бутан.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробити удосконалений спосіб виробництва сплавів алюміній-кремній, в якому шляхом зміни технології збагачення глинозем-кремнеземної сировини, а також суміщення процесів плавки Al_2O_3 і SiO_2 і відновлення їх до алюмінію і кремнію з процесом отримання паливно-відновлювального газу, забезпечити значне підвищення ефективності способу та зменшення енерговитрат.

Поставлена задача вирішена в способі виробництва сплавів алюміній-кремній, що передбачає приготування шихти, що містить Al_2O_3 і SiO_2 , збагачення шихти, подачу її в плавильну піч, нагрівання шихти, плавлення її і наступне відновлення Al_2O_3 і SiO_2 до алюмінію і кремнію тим, що природну глинозем-кремнеземну сировину збагачують шляхом відмивання розчинених у воді компонентів, далі сушать теплом, отриманим в когенераційній установці і змішують з кам'яним вугіллям і CaO , отриманий при плавленні паливно-відновлювальний газ поділяють на дві частини, першу частину подають в когенераційну установку, а другу використовують для завершального відновлення Al_2O_3 і SiO_2 до алюмінію і кремнію.

На кресленні зображена установка, в якій реалізується заявлений спосіб.

Комплекс для виробництва сплавів алюміній-кремній містить сполучені між собою системою технологічних трубопроводів піч-газифікатор 9, адсорбційний блок 17, когенераційну установку 18, установку для виробництва кисню 19, реактор 24, в нижній частині якого виконані фурми 28, металоприймач 25, пристрій для подання флюсу 27, дотискний компресор 29. Піч - газифікатор 9 установлена на основі 1. Нижня частина печі-газифікатора 9 забезпечена кільцевим патрубком 4, живильником 7, нижньою 5 і верхньою 8 решітками. Верхня частина печі-газифікатора 9 забезпечена трубопроводом водяної пари 10, а всередині печі-газифікатора 9 розміщені внутрішня циліндрична обичайка 11 і перегородка 15. На верхній частині печі-газифікатора 9 установлений теплообмінник 12, а на ньому - водяний 13 і газовий 14 колектори.

Основа 1 має шибер 20 для видалення шлаку і шибер 21 для виведення розплаву в реактор 24.

Комплекс також забезпечений насосом 16, вентилятором 22 і вакуум-насосом 26.

Для пояснення роботи на кресленні показано: позиція 2 - шар сплаву алюміній-кремній, позиція 3 - шар рідкого шлаку в основі печі-газифікатора 9, позиція 6 - шар шихти всередині печі-газифікатора 9, позиція 23 - шар сплаву алюміній-кремній в реакторі 24.

Перелічені основні елементи і вузли комплексу сполучені між собою у такій послідовності. Газовий колектор 14 печі-газифікатора 9 сполучений з першим входом адсорбційного блока 17, другий вхід якого сполучений з виходом трубопроводу водяної пари 10, вхід якого сполучений з верхньою частиною реактора 24, перший вихід адсорбційного блока 17 сполучений з водяним колектором 13, другий вихід - з насосом 16, а третій - з когенераційною установкою 18 і з входом дотискного компресора 29, вихід якого сполучений з фурмами 28 реактора 24, перший вхід якого сполучений з основою печі-газифікатора 9, другий вхід - з пристроєм для подання флюсу 27, а вихід - з металоприймачем 25, вихід когенераційної установки 18 сполучений з входом установки для виробництва кисню 19, вихід якої сполучений з кільцевим патрубком 4 печі-газифікатора 9.

Важливим моментом в організації роботи енергометалургійної установки є підготовка шихтових матеріалів для виробництва сплаву Al-Si , що завантажуються в піч-газифікатор 9 через живильник 7. Глинозем-кремнеземна сировина перед приготуванням шихти збагачується відмиванням розчинених у воді компонентів і потім висушується за рахунок теплоти, виробленої когенераційною установкою 18. Після цього сировина змішується з кам'яним вугіллям середньої фракційності й CaO , що використовується як флюс. Кількість вугілля, що додається, визначається, виходячи із забезпечення наступних процесів, реалізованих в енергометалургійному комплексі:

- нагрівання шихтових матеріалів і компенсація втрат теплоти з печі-газифікатора 9;
- розплавлювання оксидів Al_2O_3 і SiO_2 , що містяться в глинозем-кремнеземній сировині;
- виробництво паливного газу газифікацією частини кам'яного вугілля, що вводиться додатково до складу шихтових матеріалів в об'ємі, потрібно для виробництва в когенераційній установці 18 необхідної для неї кількості електроенергії, а також відновлювання в реакторі 24 окислів алюмінію й кремнію, що містяться в розплавленому сплаві Al-Si в кількості до 7%.

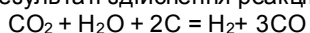
Робота електрометалургійної установки організується наступним чином.

У піч-газифікатор 9, установлену на основу 1, безперервно через живильник 7 подається шихтовий матеріал. Теплота для нагрівання й плавки оксидів алюмінію й кремнію виробляється в результаті згоряння вугілля, що входить до складу шихтового матеріалу, в атмосфері кисню, який через кільцевий патрубок 4 і нижню решітку 5 з отворами надходить знизу вгору у піч-газифікатор 9. Кисень виробляється в установці 19, де реалі-

зуються процеси короткоциклової адсорбції для його вилучення з повітря. Киснева установка забезпечується енергією від когенераційної установки 18.

Розплавлений сплав алюміній-кремній та рідкий шлак через отвори у внутрішній циліндричній обичайці 11 печі-газифікатора 9 зливаються в її подову частину. Сплав 2 у подовій частині збирається знизу, а рідкий шлак 3 зверху. Шлак періодично видаляється з печі-газифікатора 9 через шибер 20 назовні, а рідкий сплав алюміній-кремній - зливається через шибер 21 у реактор 24.

Оксиди алюмінію й кремнію, що містяться в шихтових матеріалах 6, розплавляються до алюмінію й кремнію. У верхню частину активної зони печі-газифікатора 9 через решітку 8 подається водяна пара. Вона утворюється з води, що потрапляє через колектор 13. Вода нагрівається в теплообміннику-утилізаторі 12 і частково скипає. Водяна пара по трубопроводу 10 подається на решітку 8 і проникає у верхні шари шихтових матеріалів 6. У цій частині відбувається газифікація вугілля в середовищі диоксиду вуглецю (CO_2), що утворюється при горінні частини вугілля в нижніх шарах шихтових матеріалів 6, і водяної пари, що надходить у верхню частину шихтових матеріалів. В результаті здійснення реакції газифікації:



утворюється паливно-відновлювальний газ, що складається переважно з водню й оксиду вуглецю. Він характеризується високою калорійністю. Через внутрішню обичайку 11 печі-газифікатора 9, розділену перегородками 15, паливно-відновлювальний газ проходить у теплообмінник-утилізатор 12 і потім у колектор 14.

Вихідний з колектора 14 газ містить невелику кількість (до 1%) вологи й CO_2 . Для його очищення й осушення він направляється в адсорбційний блок 17 з адсорберами, що періодично перемикаються. Регенерація адсорбентів ведеться за рахунок вакуумування їх насосом 16. При цьому відповідний адсорбент для прискорення його

регенерації підігрівається частиною пари, що відбирається з трубопроводу 10. З цією метою усередині адсорберів є трубчасті змієвикові теплообмінники для подання до них водяної пари. Конденсат з адсорберів відводиться в колектор 13.

Паливно-відновлювальний газ після адсорбційного блоку 17 поділяється на дві частини: одна подається в когенераційну установку 18 для забезпечення роботи газопоршневого двигуна, механічно пов'язаного з електрогенератором, друга частина через дожимаючий компресор 29 направляється через фурми 28 до реактора 24 для остаточного відновлювання наявних у рідкому сплаві алюміній-кремній 23 оксидів Al_2O_3 і SiO_2 . Гази, що містять H_2 , CO , H_2O і CO_2 , з реактора 24 вентилятором 22 подаються в середній шар шихтових матеріалів 6. Для відділення сплаву Al-Si від деякої кількості присутнього в ньому шлаку, в реактор 24, одночасно з паливно-відновлювальним газом, вводять флюс за допомогою пристрою його подання 27. Кондиційний рідкий сплав алюміній-кремній, після завершення вказаних процесів, зливається в металоприймач 25 вакуум-насосом 26.

Вказані конструктивні, схемні й технологічні особливості енергометалургійного комплексу дозволяють забезпечити його автономну роботу при відносно невисоких витратах енергії на одержання сплавів алюміній-кремній. Основні витрати енергії і, як наслідок, витрата вугілля, будуть обумовлені необхідністю реалізації самого енергоємного процесу - вироблення кисню. При виробництві піччю-газифікатором 10 т/годину сплаву витрата кисню не перевищує $2500\text{ м}^3/\text{годину}$. Витрати на одержання цієї кількості кисню і його компримування до тиску 4 кгс/см^2 складуть 5000 кВтт , що майже на 30% нижче, ніж в установці за прототипом. В заявленому енергометалургійному комплексі, в порівнянні з установкою-прототипом, не використовуються такі дефіцитні продукти, як пропан-бутан і рідкий кисень. Це підтверджує високу економічність енергометалургійної установки і можливість її експлуатації в автономному режимі.

