



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **35109** (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) ЕНЕРГОМЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СПЛАВІВ АЛЮМІНІЙ-КРЕМНІЙ

1

(21) u200806663

(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) Енергометалургійний комплекс для виробництва сплавів алюміній-кремній, що містить сполучені між собою системою технологічних трубопроводів плавильну піч, пристрій для відновлювання алюмінію і кремнію та металоприймач, який **відрізняється** тим, що він додатково містить адсорбційний блок, когенераційну установку, установку для виробництва кисню, пристрій для подання флюсу та дотискний компресор, причому плавильна піч виконана у вигляді установленої на основі печі-газифікатора, верхня частина якої забезпечена теплообмінником-утилізатором, водяним і газовим колекторами, всередині печі-газифікатора розташовані перегородка, нижня і верхня решітки,

2

нижня частина печі-газифікатора забезпечена живильником і кільцевим патрубком, а пристрій для відновлювання алюмінію і кремнію виконаний у вигляді реактора, в нижній частині якого виконані фурми, при цьому газовий колектор печі-газифікатора сполучений з першим входом адсорбційного блока, другий вхід якого сполучений з виходом трубопроводу водяної пари, вхід якого сполучений з верхньою частиною реактора, перший вихід адсорбційного блока сполучений з водяним колектором, другий вихід - з насосом, а третій - з когенераційною установкою і з входом дотискного компресора, вихід якого сполучений з фурмами реактора, перший вхід якого сполучений з основою печі-газифікатора, другий вхід - з пристроєм для подання флюсу, а вихід - з металоприймачем, вихід когенераційної установки сполучений з входом установки для виробництва кисню, вихід якої сполучений з кільцевим патрубком печі-газифікатора.

Корисна модель відноситься до галузі металургії, зокрема до обладнання, технологій та процесів виробництва алюмінієвих (Al-Si) сплавів із глинозем-кремнеземної сировини різного походження: природного або штучного, наприклад, шлаків теплових електростанцій, що працюють на кам'яному вугіллі. Вказані сплави можуть знайти застосування як у традиційних технологіях, наприклад, у металургії для розкислення сталей, так і в нових, наприклад, при виробництві електричної енергії за допомогою повітряне (кисневого) - алюмінієвих джерел струму.

Відомі різні установки й печі для електричного виробництва сплавів Al-Si [див., наприклад. Справочник металлурга по цветным металлам. Производство алюминия /А.А.Костюков, И.Г.Криль, В.П.Никифоров и др. - М.: Металлургия, 1971. - 560с.]. Недоліком їхніх установок є використання для забезпечення їх роботи великої кількості електроенергії.

Відома конструкція печі для одержання сплавів Al-Si пірометалургійним способом з викорис-

танням кисневого дуття [див. В.В. Кондаков. Получение кремнеалюминиевых сплавов пирометаллургическим способом на кислородном дутье// Кислород. - 1944. - №3. - с.20-28]. Недоліком відомої конструкції печі є неможливість її роботи в безперервному режимі, що істотно знижує її продуктивність при одержанні сплаву Al-Si.

Найближчою до корисної моделі, що заявляється, є енергометалургійна установка для виробництва сплавів алюміній-кремній, що включає безперервно діючу плавильну піч шахтного типу, яка містить горн, верхні та нижні фурми, патрубок відведення шахтних газів, розташований у верхній частині, а також розташовані в нижній частині летку для випуску шлаку і летку для випуску розплавів оксидів, яка сполучена з відновною піччю, з'єднаною з металоприймачем, при цьому нижня частина відновної печі сполучена системою магістральних трубопроводів із газифікаторами кисню і суміші газів пропан-бутан, а верхня її частина через екстаустер сполучена з верхніми фурмами [див. патент України на корисну модель №6130].

(13) **U**

(11) **35109**

(19) **UA**

Дана установка обрана найближчим аналогом.

Найближчий аналог і корисна модель, що за-
являється, мають такі спільні ознаки:

- плавильна піч;
- пристрій для відновлювання алюмінію і крем-
нію;
- металоприймач.

Але відоме рішення має ряд недоліків, що
знижують його технічну корисність. Так, для про-
ведення плавки шихти, а потім відновлення окси-
дів Al_2O_3 і SiO_2 , що утворюються, використовуєть-
ся газоподібний та рідкий кисень O_2 . Перший з них,
газоподібний O_2 , виробляється на місці за допомо-
гою установки, що споживає електроенергію від
зовнішнього джерела. Другий - рідкий O_2 - повинен
постійно придбатися в стороннього виробника. До
недоліку найближчого аналога відноситься також
необхідність застосування суміші вуглеводнів про-
пан-бутан.

Таким чином, відоме технічне рішення має ос-
новний істотний недолік, обумовлений тим, що для
одержання сплаву алюміній-кремній потрібно ви-
користовувати, по-перше, значну кількість елект-
роенергії для виробництва газоподібного кисню,
по-друге, дефіцитні енергоносії - рідкі кисень і про-
пан-бутан.

В основу корисної моделі поставлено задачу
створити енергометалургійний комплекс, в якому
шляхом оригінального виконання плавильної печі і
введення нових пристроїв, а також іншої схеми
сполучення відомих і нових елементів, пристроїв
та вузлів комплексу, забезпечити підвищення
ефективності роботи комплексу в потоці та змен-
шити витрати електроенергії.

Поставлена задача вирішена в енергометалу-
ргійному комплексі для виробництва сплавів алю-
міній-кремній, що містить сполучені між собою си-
стемою технологічних трубопроводів плавильну
піч, пристрій для відновлювання алюмінію і крем-
нію, метало приймач, який відповідно до корисної
моделі додатково містить адсорбційний блок, ко-
генераційну установку, установку для виробництва
кисню, пристрій для подання флюсу та дотискний
компресор, причому плавильна піч виконана у ви-
гляді установленної на основі печі-газифікатора,
верхня частина якої забезпечена теплообмінником
- утилізатором, водяним і газовим колекторами,
всередині печі-газифікатора розташовані перего-
родка, нижня і верхня решітки, нижня частина печі-
газифікатора забезпечена живильником і кільце-
вим патрубком, а пристрій для відновлювання
алюмінію і кремнію виконаний у вигляді реактора,
в нижній частині якого виконані фурми, при цьому
газовий колектор печі-газифікатора сполучений з
першим входом адсорбційного блока, другий вхід
якого сполучений з виходом трубопроводу водяної
пари, вхід якого сполучений з верхньою частиною
реактора, перший вихід адсорбційного блока спо-
лучений з водяним колектором, другий вихід - з
насосом, а третій - з когенераційною установкою і
з входом дотискного компресора, вихід якого спо-
лучений з фурмами реактора, перший вхід якого
сполучений з основою печі-газифікатора, другий
вхід - з пристроєм для подання флюсу, а вихід - з
металоприймачем, вихід когенераційної установки
сполучений з входом установки для виробництва

кисню, вихід якої сполучений з кільцевим патруб-
ком печі-газифікатора.

Досягнення заявленого технічного результату
можна пояснити таким чином.

Процес плавлення оксидів алюмінію й крем-
нію, відновлення їх вуглецем кам'яного вугілля до
сплаву алюміній-кремній суміщається з процесом
газифікації вугілля, що додатково завантажується
в піч-газифікатор, для одержання не тільки сплаву
алюміній-кремній, але також і паливно-
відновлювального газу, що містить оксид вуглецю
(CO) і водень (H_2). Після очищення цього газу від
 CO_2 і осушення, одна частина його використовує-
ється для виробництва необхідної кількості елект-
роенергії для забезпечення нею роботи основних
споживачів установки, а інша частина - для оста-
точного відновлювання оксидів Al_2O_3 і SiO_2 , що
попадають у сплав, в реакторі, в який з безперер-
вно діючої печі-газифікатора періодично зливаєть-
ся розплавлений сплав алюміній-кремній.

Заявлений комплекс зображено на кресленні.

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, метало-
приймач 25, пристрій для подання флюсу 27, до-
тискний компресор 29. Піч - газифікатор 9 устано-
влена на основі 1. Нижня частина печі-
газифікатора 9 забезпечена кільцевим патрубком
4, живильником 7, нижньою 5 і верхньою 8 решіт-
ками. Верхня частина печі-газифікатора 9 забез-
печена трубопроводом водяної пари 10, а всере-
дині печі-газифікатора 9 розміщені внутрішня
циліндрична обичайка 11 і перегородка 15. На
верхній частині печі-газифікатора 9 установленний
теплообмінник 12, а на ньому - водяний 13 і газо-
вий 14 колектори.

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

Комплекс також забезпечений насосом 16, ве-
нтилятором 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 ре-
акторі 24.

Перелічені основні елементи і вузли комплек-
су сполучені між собою у такій послідовності. Га-
зовий 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 адсорбційно-
го блока 17 сполучений з водяним колектором 13,
другий вихід -- з насосом 16, а третій - з когенера-
ційною установкою 18 і з входом дотискного ком-
пресора 29, вихід якого сполучений з фурмами 28
реактора 24, перший вхід якого сполучений з ос-
новою печі-газифікатора 9, другий вхід - з при-
строєм для подання флюсу 27, а вихід - з метало-
приймачем 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 розчинних у воді компонентів і потім висушується за рахунок теплоти, виробленої когенераційною установкою 18. Після цього сировина змішується з кам'яним вугіллем 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, потрібному 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%.

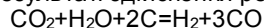
Робота електрометалургійної установки організується наступним чином.

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 реалізуються 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 цієї 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 $5000\text{ кВт}\cdot\text{г}$, що майже на 30% нижче, ніж в установці за найближчим аналогом. В заявленому енергометалургійному комплексі, в порівнянні з установкою - найближчим аналогом, не використовуються такі дефіцитні продукти, як пропан-бутан і рідкий кисень. Це підтверджує високу економічність енергометалургійної установи і можливість її експлуатації в автономному режимі.

