



УКРАЇНА

(19) UA (11) 54227 (13) U  
(51) МПК (2009)  
C22B 7/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ АГЛОМЕРАЦІЙНОГО ОДЕРЖАННЯ МЕТАЛУРГІЙНОЇ СИРОВИНИ

1

2

(21) u201009213

(22) 22.07.2010

(24) 25.10.2010

(46) 25.10.2010, Бюл. № 20, 2010 р.

(72) ПЕТРОВ АНАТОЛІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, ПРИЛИПЕНКО ВАДИМ ДМИТРОВИЧ, АВРАМЕНКО ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ, ФОМЕНКО АЛЕКСЕЙ ПЕТРОВИЧ, RU, КОВАЛЬОВ ВІКТОР НІКОЛАЄВИЧ, RU

(73) ПРИЛИПЕНКО ВАДИМ ДМИТРОВИЧ

(57) 1. Спосіб агломераційного одержання металургійної сировини, що включає дозування і змішування складових шихти: металовмісної сировини і твердого палива, наступне сушіння і попередній підігрів, а також відновлювальне нагрівання шихти, утворення аглопродукту, поділ його на металургійну металовмісну сировину і зворот, який **відрізняється** тим, що як вихідну металовмісну сировину використовують шлами - відходи металургійного виробництва, які змішують зі здрібненим твердим паливом - торфовугільною сумішшю, а після повного складання шихти з неї формують брикети, які укладають шаром на постіль, сформовану на робочій поверхні безперервного транспортуючого органу, після чого брикети після сушіння і попереднього нагрівання піддають відновлювальному нагріванню в атмосфері спалюваного газу з коефіцієнтом надлишку повітря  $\alpha=0,55-0,8$ , а газу, що відходять, допалюють при видаленні із зони відновлювального нагрівання і утворенню теплової енергії утилізують у зоні сушіння і попереднього нагрівання вихідної сировини, а отримані аглобрикети піддають зміцнюючому нагріванню при температурі  $1200-1300\text{ }^{\circ}\text{C}$  впливом інфрачервоного випромінювання, при цьому після термічного впливу аглобрикети охолоджують шляхом контактного теплообміну з вхідною металовмі-

сною сировиною, після чого утворюють три технологічних потоки: один із яких - металургійна сировина - товарні аглобрикети направляють на склад, другий потік - збездоднену вхідну металовмісну сировину направляють для складання шихти, а третій потік - зворот агломераційного процесу направляють як компонент постелі, яку формують на поверхні безперервного транспортуючого органу.

2. Спосіб агломераційного одержання металургійної сировини за п. 1, який **відрізняється** тим, що відновлювальне нагрівання виконують в атмосфері під тиском  $50-100\text{ Па}$  і підтримують швидкість фільтрації теплоносія через шар аглобрикетів, рівну  $0,3-0,37\text{ м/с}$ , а при зміцнюючому нагріванні підтримують швидкість фільтрації теплоносія через шар аглобрикетів, рівну  $0,38-0,45\text{ м/с}$ .

3. Спосіб агломераційного одержання металургійної сировини за п. 1, який **відрізняється** тим, що металовмісну сировину підсушують у процесі теплообміну з аглобрикетами, температура яких становить  $900-1050\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

4. Спосіб агломераційного одержання металургійної сировини за п. 1, який **відрізняється** тим, що в атмосфері зони відновлювального нагрівання брикетів подають пароповітряну суміш із розвантажувальної частини теплообмінника барабанного типу.

5. Спосіб агломераційного одержання металургійної сировини за п. 1, який **відрізняється** тим, що при зміцнюючому нагріванні аглобрикетів видаляють цинк, що міститься у вихідній металовмісній сировині, при цьому конденсацію пароподібного цинку здійснюють шляхом конвенційного теплообміну, при якому тепла енергія газів, що відходять, утилізується в зоні сушіння і нагрівання вхідної сировини, а металевий цинк і його з'єднання осаджують для наступної переробки.

Корисна модель відноситься до металургійної промисловості і може бути застосована при агломераційній підготовці металовмісної сировини, а саме шламів - відходів металургійних виробництв. Зокрема, корисна модель може бути використана для одержання відновлених і частково металізо-

ваних залізовмісних агломераційних брикетів (далі по тексту аглобрикетів), що мають високу механічну міцність.

Відомий пірометалургійний спосіб переробки металургійних шламів, що полягає в термічній обробці в обертовій печі суміші шламу з добавкою

(19) UA (11) 54227 (13) U

коксового дріб'язку (В.Д. Мишин и др. "Извлечение цинка из пыли доменных печей", бюл. "Цветная металлургия", 1958, № 10, с. 16 - 20).

Недоліком відомого способу є незадовільна технологія підготовки шламів до термічної обробки, значна витрата твердого палива, його втрата з газами, що відходять, а також складність реалізації процесу.

Найбільш близьким рішенням, обраним як прототип, є спосіб агломераційного одержання металургійної сировини, що включає дозування і змішування складових шихти: металовмісної сировини і твердого палива, їхнього брикетування, наступне сушіння і попередній підігрів брикетів, а також відновлювальне їх нагрівання, утворення аглопродукту, поділ його на металургійну металовмісну сировину і зворот (Патент Росії на винахід № 2306348, опубліковано 20.09.2007 р.).

Недоліком відомого способу є те, що прийнятий порядок термічної обробки сировини не дозволяє одержати стабільне протікання якісного процесу відновлення вихідних окислів металевого заліза в товарному агломераті. Отриманий агломерат не має достатню механічну міцність, що призводить до значного пиловиділення при транспортуванні і перевантаженні. Для відомого способу характерні значні втрати енергоносіїв по всьому технологічному циклу одержання агломерату.

Завданням корисної моделі є удосконалення способу агломераційного одержання металургійної сировини за рахунок комплексного термічного впливу на сформовані з металовмісної сировини брикети, які після відновлювального теплового впливу при спалюванні природного газу піддають тепловому впливу інфрачервоного випромінювання. Відповідно до розробленого способу, утилізація тепла, яке виділяється при охолодженні аглобрикетів, реалізується для зневоднювання вихідної металовмісної сировини, що, як правило, має значну вологість.

Технічний результат від реалізації корисної моделі полягає:

- у високій якості одержуваного кінцевого продукту - аглобрикетів з високим ступенем відновлення металу і частковою металізацією у сформованих брикетах;
- у високій механічній міцності аглобрикетів, що дозволяє їх транспортувати тривалий час на будь-якому виді транспорту;
- у високому рівні утилізації тепла і низьких втрат енергоносіїв по всьому технологічному циклу одержання агломераційних брикетів;
- у поліпшенні екологічних умов виробництва.

Поставлене завдання вирішується за рахунок того, що спосіб агломераційного одержання металургійної сировини включає дозування і змішування складових шихти: металовмісної сировини і твердого палива, їхнього брикетування, наступне сушіння і попередній підігрів брикетів, а також відновлювальне їх нагрівання, утворення аглопродукту, поділ його на металургійну металовмісну сировину і зворот.

Відповідно до корисної моделі, в якості вихідної металовмісної сировини використовують шлами - відходи металургійного виробництва, які змі-

шують зі здрібненим твердим паливом - торфовугільною сумішшю, а після повного складання шихти з неї формують брикети, які укладають шаром на постіль сформовану на робочій поверхні безперервного транспортуючого органа, після чого брикети після сушіння і попереднього нагрівання піддають відновлювальному нагріванню в атмосфері спалювання газу з коефіцієнтом надлишку повітря  $\alpha = 0,55 - 0,8$ , а газу, що відходять, допалюють при виведенні із зони відновлювального нагрівання і утворену теплову енергію утилізують у зоні сушіння та попереднього нагрівання вихідної сировини, а отримані аглобрикети піддають зміцнюючому нагріванню при температурі  $1200 - 1300^{\circ}\text{C}$  із впливом інфрачервоного випромінювання, при цьому аглобрикети, що піддалися термічному впливу, охолоджують шляхом контактного теплообміну з вихідною металовмісною сировиною, після чого утворюють три технологічних потоки: один із яких - металургійна сировина - товарні аглобрикети, які направляють на склад, другий потік - зневоднену вихідну металовмісну сировину направляють для складання шихти, а третій потік - зворот агломераційного процесу направляють у якості постелі, що формується на поверхні безперервного транспортуючого органа.

Для стабілізації процесу агломерації і запобігання негативного впливу на процес горіння атмосферного повітря, відновлювальне нагрівання виконують в атмосфері під тиском  $50 - 100 \text{ Па}$  і підтримують швидкість фільтрації теплоносія крізь шар аглобрикетів, рівну  $0,3 - 0,37 \text{ м/с}$ , а при зміцнюючому нагріванні підтримують швидкість фільтрації теплоносія через шар аглобрикетів, рівну  $0,38 - 0,45 \text{ м/с}$ .

Для ефективного зниження вмісту вологи у вихідній металовмісній сировині, її підсушують у процесі теплообміну з аглобрикетами, температура яких становить  $900 - 1050^{\circ}\text{C}$ .

Для інтенсифікації процесу відновлення металу у вихідній сировині, в атмосферу зони відновлювального нагрівання брикетів подають пароповітряну суміш із розвантажувальної частини теплообмінника барабанного типу.

Для утилізації відходів агломерації і підвищення техніко-економічних показників процесу аглобрикетування, при зміцнюючому нагріванні аглобрикетів випарюють цинк, що утримується у вихідній металовмісній сировині, при цьому конденсацію пароподібного цинку здійснюють шляхом контактного теплообміну, при якому теплова енергія газів, що відходять, утилізується в зоні сушіння і нагрівання вихідної сировини, а металевий цинк і його з'єднання осаджують для наступної переробки.

Спосіб реалізується таким чином.

Відповідно до заявленого винаходу, спосіб агломераційного одержання металургійної сировини передбачає основні операції дозування і змішування складових шихти.

У якості металовмісного компонента шихти можуть використовуватися поточні і складовані шлами - відходи металургійного виробництва.

Шлами змішуються в заданому співвідношенні із твердим здрібненим паливом - вугіллям або торфом.

Одержання аглобрикетів здійснюється шляхом термічної обробки компонентів шихти для аглобрикетування до відновлення і часткової металізації з одержанням продукту, придатного для подальшого переплавлення.

Як показали дослідження, стосовно до шламів найбільш раціональним, з погляду енерговитрат і протікання відновлювальних реакцій, є використання у якості твердого палива торфовугільної суміші.

Аналіз протікання відновлювальної реакції у аглосировині, а також її використання в металургійному виробництві при переплавленні, показав, що оптимальним є формування з маси шихти брикетів, доцільний розмір яких становить  $[(28 \div 32) \times (25 \div 28) \times (18 \div 20)] \text{ мм}$ .

Для агломераційної обробки шихта формується у вигляді брикетів, які укладають на постіль зі звороту, сформовану на робочій поверхні безперервного транспортуючого органа.

Стосовно до заявленого способу, сушіння і підігрів брикетів протікає також як і у традиційних агломераційних процесах. Сушіння і підігрів забезпечують мінімізацію енергетичних витрат і скорочення часу на відновлювальне нагрівання і, відповідно, одержання металургійної сировини.

Збезводнені і попередньо нагріті брикети піддають відновлювальному нагріванню в атмосфері газу, що спалюється, з коефіцієнтом надлишку повітря  $\alpha = 0,55 - 0,8$ .

Виконані дослідження показали, що при  $\alpha < 0,55$  неможливо утримати стабільне протікання відновлювального процесу і необхідну температуру  $800 - 980^\circ\text{C}$ . Це призводить до низької якості аглобрикетів і погіршенню техніко-економічних показників виробництва.

При  $\alpha = > 0,8$  збільшується температура в зоні відновлювального нагрівання, знижується високо-температурний потенціал, що перешкоджає протіканню відновлювального процесу, знижується якість готових аглобрикетів.

При відновлювальному нагріванні неминуча наявність у газах, що відходять, залишків елементів газоподібного палива, втрати якого знижують економічні показники процесу. У заявленому способі гази, що відходять, зони відновлювального нагрівання допалюють і одержують додаткову теплову енергію, що утилізують шляхом подачі отриманого тепла в зону сушіння і попереднього нагрівання вихідної сировини.

Після відновлювального нагрівання аглобрикети піддають зміцнюючому нагріванню впливом інфрачервоного випромінювання до температури  $1200 - 1300^\circ\text{C}$ . При цьому діапазоні температур отримуються аглобрикети з високою механічною міцністю, з мінімальним вмістом цинку і його з'єднань, який може бути сконденсований і вилучений за допомогою теплообмінних апаратів для наступної утилізації.

Зазначений діапазон отриманий у результаті дослідно-промислових випробувань, в результаті яких було встановлено, що температура нижче

$1200^\circ\text{C}$  не забезпечує достатню механічну міцність аглобрикетів і недостатню сублімацію цинку з металовмісного матеріалу. Це призводить до того, що подібні аглобрикети не можуть транспортуватися на значну відстань і руйнуються при незначних механічних впливах. Крім того, зазначені аглобрикети містять значну кількість цинку, який є елементом, що засмічує і знижує якість металургійної сировини.

При температурі більше  $1300^\circ\text{C}$  відбувається перегрів аглобрикетів, що збільшує їхню крихкість і відповідно низьку механічну міцність. Крім того, збільшення температури призводить до питомого збільшення енерговитрат і збільшенню собівартості аглобрикетів.

Висока температура зміцнюючого нагрівання дозволяє не тільки видаляти цинк, що утримується в металовмісній сировині, але і утилізувати його. Для утилізації продуктів агломерації цинк після сублімації конденсується. Конденсацію пароподібного цинку здійснюють шляхом теплообміну, при якому теплова енергія утилізується в зоні сушіння і нагрівання вхідної сировини, а металевий цинк і його з'єднання осаджують для наступної переробки.

У результаті зміцнюючого нагрівання при температурі  $1200 - 1300^\circ\text{C}$  виходять товарні аглобрикети, які готові для металургійної переробки. При зміцнюючому нагріванні аглобрикети мають високу температуру, яка повинна бути знижена до рівня температури навколишнього середовища. Охолодження аглобрикетів здійснюють шляхом контактного теплообміну з вхідною металовмісною сировиною.

Для цього аглобрикети постійно змішують із вологим шламом і одержують повністю остиглі аглобрикети, збезводнений, підготовлений для шихтування шламу у якості вхідної металовмісної сировини і перегріта пара, яка може бути використана для активації відновлення заліза при відновлювальному нагріванні.

Після охолодження аглобрикетів, які перебувають у суміші із залишками палива і шламів, здійснюють їхній поділ і формують при цьому три технологічних потоки: один із яких - металургійна сировина - товарні металовмісні аглобрикети, які направляють на склад готової продукції. Поділ продуктів і наступне формування технологічних потоків забезпечують за допомогою грохотів або інших технічних засобів.

Другий технологічний потік - збезводнений шлам - вхідну металовмісну сировину направляють для утворення шихти і подальшого одержання брикетів.

Третій технологічний потік - зворот направляють у якості постелі, що формується на поверхні безперервного транспортуючого органа.

Для стабілізації відновлювального процесу і запобігання підсмоктувань атмосферного повітря в зону відновлювального нагрівання, величина надлишкового тиску повинна бути  $50 - 100 \text{ Па}$ . За результатами виконаних досліджень встановлено, що при тиску менш  $50 \text{ Па}$  неминуче відбувається підсмоктування атмосферного повітря в зону відновлювального нагрівання, що погіршує процес

відновлення окислів заліза. При тиску понад 100 Па збільшується швидкість переміщення фронту теплової хвилі в аглобрикетах. Ця швидкість випереджає процес відновлення металу і аглобрикети будуть більш низької якості. Крім того, це збільшує енергетичні і експлуатаційні витрати на тягодутьєві установки.

Установлено, що оптимальною швидкістю фільтрації теплоносія крізь шар аглобрикетів при відновлювальному нагріванні є швидкість рівна 0,3 - 0,37 м/с, а при зміцнюючому нагріванні підтримують швидкість фільтрації теплоносія крізь шар аглобрикетів рівну 0,38 - 0,45 м/с. При швидкостях нижче заявленої межі може відбутися перегрів аглобрикетів. У зазначених діапазонах нижня ме-

жа швидкості обумовлена можливістю перегріву аглобрикетів і порушення якості металовмісної сировини. Перевищення верхніх меж швидкості не дозволяє повністю відновити весь об'єм металовмісного компонента в аглобрикетах.

Дослідження показали, що найбільш ефективним теплообміном між аглобрикетами і зволоженими шламами є температура аглобрикетів, що становить 900 - 1050°C. Температура аглобрикетів нижче 900°C не дозволяє збезводнювати шлами, а температура понад 1050°C призводить до порушення водоповітряного балансу в утвореній парі і зниженню ефективності при її утилізації у відновлювальному нагріванні.