



УКРАЇНА

(19) UA (11) 89263 (13) C2
(51) МПК (2009)
F27B 1/09 (2009.01)
F27D 11/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПІЧ ЕЛЕКТРОКАЛЬЦИНАЦІЇ СИПУЧОГО ВУГЛЕЦЕВОГО МАТЕРІАЛУ

1

2

(21) а200803972

(22) 31.03.2008

(24) 11.01.2010

(46) 11.01.2010, Бюл.№ 1, 2010 р.

(72) ПАТОН БОРИС ЄВГЕНОВИЧ, ЛАКОМСЬКИЙ
ВІКТОР ЙОСИПОВИЧ, ПЕТРОВ БОРИС ФЕДО-
РОВИЧ, КУТУЗОВ СЕРГІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ,
БОНДАРЕНКО АНАТОЛІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, ХРО-
МЕНКОВ СЕРГЕЙ МІХАЙЛОВИЧ, RU, БУРЯК ВА-
ЛЕРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, РЕВЕНКО ЛЕОНІД
ФЕДОРОВИЧ, БИКОВЕЦЬ ВОЛОДИМИР ВОЛО-
ДИМИРОВИЧ

(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ГРАФІТ", БОНДАРЕНКО АНАТО-
ЛІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, ХРОМЕНКОВ СЕРГЕЙ МІ-
ХАЙЛОВИЧ, RU

(56) UA 72633 C, F27B3/08, 15.03.2005

SU 54219 A, F27D11/04, 30.11.1938

JP 11325745 A, C01B31/04, 26.11.1999

RU 2311599 C2, F27B1/09, 27.11.2007

US 6157667 A, B01J6/00, 05.12.2000

WO 03027012 A1, C01B31/04, 03.04.2003

(57) 1. Піч електрокальцинації сипучого вуглецево-
го матеріалу, що містить циліндричну шахту, фу-
терівку кожуха, розташований у верхній частині
шахти печі дросель, що утворює наскрізний внут-
рішній отвір, верхній і нижній електроди, пристрої
завантаження і вивантаження, яка **відрізняється**
тим, що дросель вбудований у футерівку кожуха
таким чином, що поділяє її на верхню і нижню час-
тини, він виконаний у вигляді верхнього, середньо-
го і нижнього поясів, сполучених один з одним го-
ризоньтальними поверхнями, причому
горизонтальна поверхня нижнього пояса, оберне-
на до нижнього електрода, спирається на нижню

частину футерівки кожуха, а горизонтальна повер-
хня верхнього пояса, обернена до верхнього елек-
трода, примикає до верхньої частини футерівки,
при цьому частини поясів дроселя, що виступають
за вертикальну внутрішню поверхню футерівки, у
вертикальному перерізі мають форму трапецій,
основи яких, обернені до центральної осі печі, є
висотою наскрізного отвору, що дорівнює 0,08-0,1
від висоти шахти печі.

2. Піч за п. 1, яка **відрізняється** тим, що середній і
нижній пояси дроселя виконані з жароміцного еле-
ктропровідного матеріалу, а верхній пояс викона-
ний з вогнетривкого неелектропровідного матеріа-
лу.

3. Піч за п. 1, яка **відрізняється** тим, що нижня
частина верхнього електрода виконана у формі
конуса.

4. Піч за п. 3, яка **відрізняється** тим, що кут між
вертикальною віссю верхнього електрода і твірною
конуса не більший за кут природного укусу матеріа-
лу, що прожарюється.

5. Піч за п. 1, яка **відрізняється** тим, що нижній
електрод установлений на водоохолоджуваній
струмопідвідній опорі і прикріплений до неї за до-
помогою ніпельного з'єднання і самоспільної вуг-
лецевої маси.

6. Піч за будь-яким із пп. 1, 3 або 5, яка **відрізня-
ється** тим, що верхній електрод виконаний графі-
тованим, а нижній - з випаленого вуглецевого ма-
теріалу.

7. Піч за п. 1, яка **відрізняється** тим, що між вер-
тикальними поверхнями нижнього і середнього
поясів дроселя і кожухом печі розташована теплоі-
золяція.

Винахід відноситься до електрометалургії, а
саме, до електричних печей для прожарювання -
електрокальцинаторів, які використовуються для
прожарювання сипучого вуглецевого матеріалу,
наприклад, антрациту, шляхом пропускання через
нього електричного струму.

На цей час розроблено досить багато констру-
кцій печей електрокальцинації для прожарювання

сипучих вуглецевих матеріалів. Конструктивні удо-
сконалення, в основному, направлені на вирішен-
ня задач підвищення рівномірності прожарювання
матеріалу, на запобігання локального перегріву
футерівки і, отже, її прогару.

Наприклад, відомий «Електрокальцинатор не-
прерывного действия», а.с. СРСР №1434224 від
15.12.86р., опуб. 30.10.88р., відповідно до якого

(19) UA (11) 89263 (13) C2

футерівка виконана з перемінними кільцевими виступами, відстань між якими залежить від кута природного укусу сипучого вуглецевого матеріалу. Однак, відома конструкція не забезпечує рівномірного прожарювання вуглецевого матеріалу. У зоні, близькій до осі електрокальцината, температура найбільш висока, однак вуглецевий матеріал, що прожарюється, переміщується зверху вниз без перемішування, частково зависає на кільцевих виступах і не досягає високотемпературної зони. Це призводить до нерівномірності властивостей матеріалу, що прожарюється, а також до локального перегріву і розплавлення футерівки в місцях розташування виступів.

Відоме «Устройство для прокаливания углеродистых материалов» із патенту Росії №2311599 від 19.05.04р., опуб. 27.11.07р., відповідно до якого вертикальний футерований кожух виконаний у вигляді гантелевидної фігури з перемінним перерізом по висоті. Футерівка кожуха виконана двощаровою і складається з робочого вогнетривкого і зовнішнього теплоізоляційного шарів. Вогнетривкий шар у вузькій частині кожуха, яка розташована по висоті між електродами, виконаний з електропровідного матеріалу, що витримує температуру до 2500°C. Однак, виготовлення суцільнофутерованого кожуха гантелевидної форми є дуже складним. Відсутність інформації про вогнетривкий матеріал, використаний для футерівки вузької частини кожуха, не дає можливості оцінити дійсну ефективність його застосування у відомому технічному рішенні, але, безумовно, ускладнює реальне використання даного пристрою в зв'язку з унікальністю заявлених теплофізичних властивостей вогнетривкого футеровочного матеріалу.

При цьому, можна припустити, що наявність значного по висоті шару футерівки з електропровідного вогнетривкого матеріалу в комбінації з верхнім електродом, що має плоский нижній торець, буде перешкоджати рівномірному розподілу силових ліній електричного струму по вуглецевому матеріалу і сприяти збільшенню щільності струму в напрямку електропровідної футерівки, що, надалі, може зробити процес прожарювання практично некерованим.

Найбільш близькою до винаходу, що заявляється, є «Піч електрокальцинації сипучого вуглецевого матеріалу» за патентом України №72633 від 30.01.03р., опуб. 15.03.05р., відповідно до якого піч електрокальцинації має циліндричну шахту, футерівку кожуха з кільцевим виступом, укріпленням у верхній частині шахти і виконаним у вигляді дроселя, утворюючого наскрізний внутрішній отвір. Дросель має канали для відводу газів сухої перегонки вуглецевого матеріалу. Поверхня ділянки дроселя, що обернена до верхнього електрода, складається з прямокутної частини і частини, що має кут нахилу до горизонталі, а поверхня ділянки дроселя, що обернена до нижнього електрода, виконана горизонтальною. У верхній частині печі розташовані пристрій завантаження і верхній електрод, що має плоский нижній торець, у нижній частині печі - пристрій вивантаження і нижній електрод.

У відомій конструкції печі розпочата спроба, за допомогою дроселя, зосередити силові лінії елек-

тричного струму, що перетікає від верхнього електрода до нижнього, у зоні циліндричного отвору дроселя. Однак, відома конструкція не може забезпечити рівномірного протікання силових ліній струму уздовж вертикальної осі печі. Утворення застійних зон нерухомого матеріалу, що накопичується на горизонтальних поверхнях ділянок дроселя, обернених до верхнього електрода, приведе до того, що з часом цей матеріал буде мати більш низький питомий електроопір, ніж матеріал, що рухається в нижню частину печі по внутрішньому отвору. У результаті струм змінить напрямок у бік матеріалу з більш низьким питомим електроопіром і утворить так званий самочинний канал струму, що сприяє підвищенню щільності струму в застійних зонах і приводить до руйнування футерівки і дроселя і до зупинки печі для ремонту.

Відома конструкція не може забезпечити рівномірного нагрівання усього вуглецевого матеріалу, що завантажується в піч електрокальцинації. Порушення рівномірності протікання електричного струму по вуглецевому матеріалу, що прожарюється, погіршує його якість.

У результаті закупорювання газовідвідних каналів дроселя пилоподібними фракціями вуглецевого матеріалу евакуація газів по них припиняється і під горизонтальною поверхнею дроселя, оберненою до нижнього електрода, будуть скупчуватися гази сухої перегонки вуглецевого матеріалу і залишковий кисень, що проникнув у піч через механізм вивантаження. Відбудеться окислювання і руйнування матеріалу нижньої поверхні дроселя, що приведе до зупинки печі для ремонту.

В основу винаходу поставлена задача розробки такої конструкції печі електрокальцинації, яка дозволить створити умови для рівномірного розподілу силових ліній струму уздовж вертикальної осі печі і, тим самим, збільшити міжремонтний період експлуатації печі, знизити питомі витрати електроенергії, а також забезпечити рівномірне нагрівання вуглецевого матеріалу, що прожарюється, і підвищити його якість.

Поставлена задача вирішується тим, що в печі електрокальцинації сипучого вуглецевого матеріалу, що містить циліндричну шахту, футерівку кожуха, розташовану у верхній частині шахти печі дросель, утворюючий наскрізний внутрішній отвір, верхній і нижній електроди, пристрої завантаження і вивантаження, новим є те, що дросель вбудований у футерівку кожуха таким чином, що поділяє її на верхню і нижню частини і виконаний у вигляді верхнього, середнього і нижнього поясів, сполучених один з одним горизонтальними поверхнями. Горизонтальна поверхня нижнього пояса, обернена до нижнього електрода, опирається на нижню частину футерівки кожуха, а горизонтальна поверхня верхнього пояса, обернена до верхнього електрода, примикає до верхньої частини футерівки, при цьому частини поясів дроселя, що виступають за вертикальну внутрішню поверхню футерівки, у вертикальному перерізі, мають форму трапецій, основи яких, обернені до центральної осі печі, є висотою наскрізного отвору, рівною 0,08-0,1 від висоти шахти печі. Причому середній і нижній пояси дроселя, виконані з жароміцного електропровідного матеріалу, верхній пояс виконаний з неелек-

тропровідного вогнетривкого матеріалу, нижня частина верхнього електрода виконана у формі конуса, при цьому кут між вертикальною віссю верхнього електрода і твірною конуса не більше за кут природного укусу матеріалу, що прожарюється, нижній електрод установлений на водоохолоджуваній струмопідводящій опорі і прикріплений до неї за допомогою ніпельного з'єднання і самоспільної вуглецевої маси, верхній електрод виконаний графітованим, нижній - з випаленого вуглецевого матеріалу, причому між вертикальними поверхнями нижнього і середнього поясів дроселя і кожухом печі, розташована теплоізоляція.

Сукупність ознак, що заявляється, забезпечує умови для рівномірного розподілу силових ліній струму уздовж вертикальної осі печі, тобто сприяє збільшенню щільності струму в осьовому напрямку, а саме, по матеріалу, що прожарюється, і знижує ймовірність відхилення токових ліній у бік футерівки. Конструкція дроселя, завдяки надійному закріпленню у футерівці печі, а також сполученню поясів дроселя горизонтальними поверхнями, набуває достатню стійкість для того, щоб тривалий період протистояти високим температурам і механічним навантаженням, при цьому трапецієвидна у вертикальному перерізі конфігурація частин поясів, що виступають за межі внутрішньої поверхні футерівки, сприяє виключенню утворення в просторі печі застійних зон нерухомого вуглецевого матеріалу. Верхній пояс забезпечує безперешкодний і рівномірний рух матеріалу в наскрізний отвір дроселя, під час якого відбувається змішування матеріалу, а нижній виключає скупчення газів сухої перегонки вуглецевого матеріалу. Тобто, як виявилось, конструктивне виконання і розташування дроселя сприяють тому, що знижується ймовірність утворення самочинного каналу електричного струму, що відхиляється від вертикальної осі у бік футерівки, у результаті чого рідше відбувається локальне руйнування футерівки, збільшується міжремонтний період роботи печі і зменшується питома витрата електроенергії. При цьому силові лінії струму концентруються в осьовому напрямку, що приводить до підвищення щільності струму в області наскрізного внутрішнього отвору дроселя і створенню в об'ємі отвору високих температур. Усе це приводить до проходження всієї маси матеріалу через область високих температур і забезпечує рівномірне нагрівання вуглецевого матеріалу й істотне підвищення однорідності його властивостей.

Причому, висота наскрізного внутрішнього отвору, що складає 0,08-0,1 від висоти шахти печі, визначена експериментальним шляхом в залежності від фракційного складу сипучого вуглецевого матеріалу, його питомого електроопору і оптимальної тривалості перебування матеріалу у високо-температурній області і є достатньою для досягнення поставленої задачі.

При висоті отвору, що складає менше 0,08 від висоти шахти печі, тривалість перебування матеріалу, що прожарюється, у високотемпературній області буде недостатня для набуття матеріалом необхідних властивостей. Для одержання необхідних властивостей буде потрібно повторне прожарювання матеріалу, що спричинить підвищення

питомої витрати електроенергії. При цьому швидкість руху матеріалу по поверхні верхнього пояса дроселя буде така, що збільшить знос його поверхні.

При висоті отвору більше 0,1 від висоти шахти печі похилі поверхні верхнього пояса дроселя будуть розташовані під кутом, сприяючи утворенню зон з нерухомим матеріалом, який накопичується, що, як відомо, приводить до руйнування дроселя і футерівки за більш короткий період експлуатації, до погіршення якості матеріалу, що прожарюється, і збільшення питомої витрати електроенергії. При цьому кут нахилу поверхні нижнього пояса дроселя буде сприяти скупченню відхідних газів, які окислюють і руйнують поверхню дроселя і футерівки печі.

Виконання верхнього пояса дроселя з неелектропровідного вогнетривкого матеріалу, а середнього і нижнього поясів із жароміцного електропровідного матеріалу, максимально збільшує щільність струму в області наскрізного отвору дроселя.

Теплоізоляція, розташована між вертикальними електропровідними поверхнями нижнього і середнього поясів дроселя і кожухом печі, захищає кожух від перегріву і виходу з ладу і сприяє збільшенню міжремонтного періоду експлуатації печі.

Виконання верхнього електрода графітованим сприяє зменшенню питомої витрати електроенергії, а виконання його нижньої частини у формі конуса, збільшує поверхню контакту між електроодом і матеріалом, який прожарюється, що виключає виникнення електричних дуг і збільшує термін служби електрода. Максимальному збільшенню поверхні контакту сприяє виконання кута між вертикальною віссю верхнього електрода і твірною конуса розміром не більше ніж кут природного укусу матеріалу, що прожарюється. Це приводить до збільшення міжремонтного періоду експлуатації печі і зменшенню питомої витрати електроенергії.

Виконання нижнього електрода способом, що заявляється, забезпечує йому високу механічну міцність і щільне з'єднання з струмопідвідною опорою, що збільшує міжремонтний період експлуатації печі.

З огляду на вищесказане впливає, що сукупність ознак, що заявляється, є необхідною і достатньою для досягнення поставленої задачі.

Суть винаходу пояснюється кресленням, на якому зображений вертикальний переріз загального виду печі електрокальцинації.

Піч електрокальцинації складається з металевого кожуха 1 з вогнетривкою футерівкою у нижній 2 і верхній 3 частинах. Шахта 4 печі зверху закрита пробкою 5, виготовленою із жароміцного бетону. У пробці 5 передбачені отвори для видалення відхідних газів (на кресленні не показані) і отвір 6 для розміщення графітованого верхнього електрода 7 і завантажувальної лійки 8. Дросель 9 вбудований між нижньою 2 і верхньою 3 частинами футерівки шахти 4 печі і складається із верхнього 10, середнього 11 і нижнього 12 поясів, сполучених один з одним горизонтальними поверхнями. Пояс 10 виконаний з неелектропровідного вогнетривкого матеріалу, пояси 11 і 12 виконані з електропровідного жароміцного матеріалу. Горизонтальна

поверхня 13 нижнього пояса 12 спирається на верхню частину футерівки 2 шахти 4, горизонтальна поверхня 14 верхнього пояса 10 примикає до нижньої частини футерівки 3 шахти 4. Частини поясів 10, 11, 12 дроселя 9, що виступають за межі верхньої 3 і нижньої 2 частин футерівки, у вертикальному перерізі мають форму трапеції, бічні поверхні якої утворюють кути, відповідні куту природного укосу сипучого вуглецевого матеріалу, а основи, обернені до вертикальної осі печі, є висотою (h) наскрізного внутрішнього отвору 15. Висота (h) наскрізного отвору 15 складає 0,08-0,1 від загальної висоти (H) шахти 4 печі. У нижній частині печі на водоохолоджуваній опорі 16 установлений нижній електрод 17, виконаний з випаленого вуглецевого матеріалу. Верхній 7 і нижній 17 електроди з'єднані з джерелом струму (на кресл. не показаний). Нижній електрод 17 закріплений на водоохолоджуваній опорі 16 за допомогою ніпельного з'єднання 18 і самоспільовий вуглецевої маси 19. У нижній частині печі передбачений пристрій для вивантаження прожареного матеріалу (на кресленні не показаний). Між вертикальними поверхнями нижнього 12 і середнього 11 поясів, обернених до кожуха 1 печі, розташована теплоізоляція 20.

Піч електрокальцинації працює в такий спосіб.

Підлягаючий прожарюванню сипучий вуглецевий матеріал самопливом надходить у шахту 4 печі через завантажувальну лійку 8, розташовану у пробці 5. Між верхнім 7 і нижнім 17 електродами

від джерела струму (на кресленні не показаний) пропускають електричний струм для нагрівання вуглецевого матеріалу. Маса завантаженого матеріалу рівномірно перетікає з верхньої частини шахти 4 через наскрізний внутрішній отвір 15, у просторі якого створена найбільша щільність струму, що забезпечує область найбільшого нагрівання. Таким чином, вся маса завантаженого матеріалу проходить через область високих температур, що приводить до стабілізації його питомого електроопору. Висота h наскрізного отвору дроселя 9 і його діаметр достатні для повноцінного прожарювання матеріалу. Надалі матеріал рухається в нижню частину шахти 4 і попадає в зону нижнього водоохолоджуваного електрода 17, де починається його охолодження. Вивантаження прожареного матеріалу відбувається за допомогою пристрою для вивантаження (на малюнку не показано).

Пристрій, що заявляється, був випробуваний в промислових умовах на ВАТ «Укрграфіт» і дозволив знизити питому витрату електроенергії на 25-30%, збільшити в 2-3 рази міжремонтний період роботи печі і поліпшити якість прожареного матеріалу за рахунок стабілізації діапазону значень питомого електроопору в межах 100÷200мкОм·м.

Крім того, використання пристрою, що заявляється, сприяє підвищенню вибухобезпечності конструкції за рахунок виключення скупчення газів у просторі під горизонтальною поверхнею дроселя, оберненою до нижнього електрода.

