

Винахід відноситься до способів прожарювання сипучих вуглецевих матеріалів, наприклад, антрациту, і може знайти застосування в електродній промисловості для одержання вуглеграфітових матеріалів за допомогою високотемпературного нагрівання електричним струмом.

Подрібнений антрацит піддають високотемпературному прожарюванню - електрокальцинації для одержання струмопровідного вуглеграфітового матеріалу, що служить сировиною для виготовлення, зокрема, високотемпературних графітових електродів.

Існуючі в даний час способи електрокальцинації антрациту не забезпечують достатній рівень виходу придатного продукту, тобто вуглеграфітового матеріалу, який має однорідні властивості, а саме, питомий електроопір.

Відомий спосіб безперервного прожарювання сипучого вуглецевого матеріалу, що завантажується в піч-електрокальцинатор шахтного типу з футеріваними стінками і нагрівається електричним струмом, що проходить між двома електродами, верхнім та нижнім, і масою зазначеного сипучого вуглецевого матеріалу, і вивантажується після проходження всього простору печі. (Чалых Е.Ф." Технология и оборудование электродных и электроугольных предприятий". М. "Металургия". 1972, стр.42).

Недоліком такого способу електрокальцинації є нерациональна витрата електричної енергії. Електричний струм, що тече від одного електрода до іншого через маси оброблюваного матеріалу, розподіляється в просторі печі, при цьому, як правило, утворює певні канали для його проходження. Утворення таких каналів перешкоджає рівномірному нагріванню всієї маси матеріалу, який прожарюється, що викликає неоднорідність властивостей готової продукції, знижує її показники. Крім зазначеного, нерівномірний розподіл каналів електричного струму приводить до локального перегріву футерівки печі і передчасному виходу її з ладу.

Найбільш близьким за технічною суттю та результатом, що досягається до винаходу, що пропонується, є спосіб прожарювання сипучого вуглецевого матеріалу, що включає завантаження вихідного матеріалу у високотемпературну електропіч - електрокальцинатор, проходження матеріалу послідовно через кілька розширених і звужених зон електрокальцинатора з одночасним нагріванням матеріалу електричним струмом і вивантаження готового продукту. Звужені зони утворені кільцевими виступами футерівки електрокальцинатора, на яких відбувається зависання периферійної маси сипучого матеріалу, що приводить до зменшення виходу придатного продукту, тому що не весь завантажений матеріал проходить через зону високотемпературного нагрівання, і утворюються самочинні канали протікання електричного струму чи його розсіювання по масі матеріалу, що кальцинується, збільшує витрату електроенергії, викликає локальний перегрів футерівки з дальшим її виходом з ладу, а також не повну теплову обробку матеріалу, що знаходиться або поза зон самочинної каналізації електричного струму, або в зонах з недостатньою щільністю електричного струму у випадку його розсіювання по масі сипучого вуглецевого матеріалу (А.с. №1434224, МПК 4 F27B3/08, опубл. 30.10.86, БИ №40).

Недоліком відомого способу є неоднорідність готового продукту по основній характеристиці - питомому електроопору і втрата електроенергії.

В основу винаходу поставлена задача удосконалити спосіб електрокальцинації сипучого вуглецевого матеріалу, в якому шляхом введення нових операцій забезпечується підвищення якості одержуваного вуглецевого матеріалу, а саме антрациту, що визначається питомим електроопором, і зниження витрати електроенергії на здійснення процесу електрокальцинації.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі електрокальцинації сипучого вуглецевого матеріалу, що включає завантаження вихідного матеріалу в електрокальцинатор, проходження матеріалу послідовно через розширену і звужену зони електрокальцинатора з одночасним нагріванням матеріалу електричним струмом і вивантаження готового продукту, відповідно до винаходу, у звуженій, найбільш розігрітій зоні електрокальцинатора, діаметр якої складає 0,25-0,60 від діаметра розширеної зони, здійснюють концентрацію силових ліній струму і природне перемішування сипучого матеріалу, наприклад, антрациту, причому перехід периферійної маси антрациту з розширеної зони в звужену здійснюють по поверхні, кут нахилу якої на 2-10 градусів менше за кут тертя антрациту об матеріал поверхні.

Проходження маси антрациту через звужену зону і його перемішування перед попаданням у цю зону дозволить підвищити однорідність властивостей одержуваного матеріалу за рахунок того, що весь оброблюваний антрацит проходить через зону найбільшого розігріву електрокальцинатора, у цій зоні відбувається найбільша концентрація силових ліній струму. Якщо діаметр звуженої зони менше, ніж 0,25 від діаметра розширеної зони, то знижується продуктивність процесу, якщо більше, ніж 0,6 - то периферійні маси оброблюваного матеріалу попадають у зону електрокальцинатора, яка піддається меншому нагріванню, і матеріал не одержить необхідну термообробку.

Перемішуванню вихідного антрациту і його безперешкодному попаданню в звужену, найбільш розігріту зону, сприяє також те, що периферійні маси антрациту перетікають з розширеної зони в звужену по похилій поверхні. Якщо кут нахилу поверхні менше, ніж на 2 градуси, від кута тертя антрациту об матеріал поверхні, то відбудеться нагромадження антрациту на поверхні дроселя. Якщо кут нахилу поверхні більше, ніж на 10 градусів, від кута тертя антрациту об матеріал поверхні, відбудеться швидкий сход мас антрациту з можливим ушкодженням поверхні.

Після звуженої зони термооброблений матеріал знову попадає в розширену зону, де відбувається його додаткове перемішування, усереднення властивостей і поступове охолодження перед вивантаженням.

На кресленні представлена схема здійснення способу.

Сипучу масу антрациту завантажують у піч-електрокальцинатор через верхній завантажувальний пристрій (на Фіг. не показаний). Потім маса переміщується в печі під дією сил гравітації із швидкістю, яку регулюють видаленням обробленого матеріалу через нижній пристрій вивантаження (на Фіг. не показаний). Завантажений матеріал нагрівають шляхом подачі електричного струму на верхній 1 і нижній 2 електроди від джерела живлення 3. Необхідне для обробки антрациту тепло виділяється в самому термооброблюваному матеріалі за рахунок перетворення електричної енергії в теплову. Найбільша температура (2500-3000°C) зосереджена по осі силових ліній струму (на Фіг. показані стрілками). По мірі віддалення від осі температура маси падає.

Завантажена маса антрациту (на Фіг. показана пунктирними лініями) попадає в розширену зону 4, де відбувається попереднє нагрівання, потім маса перетікає в звужену, найбільш розігріту зону 5, причому периферійні маси антрациту пересипаються до центральної частини, відбувається природне перемішування мас

антрациту перед попаданням у звужену зону електрокальцинатора. Потім увесь прожарений при високій температурі матеріал переходить у розширену зону, де його охолоджують перед вивантаженням готового кальцинованого антрациту.

Суть винаходу пояснюється конкретними прикладами виконання.

Приклад 1.

При черговій заміні футерівки в печі-електрокальцинаторі шахтного типу у верхній половині встановили дросель із спеціального вуглецевого матеріалу. Дросель виконаний із секцій, що утворюють суцільний отвір, діаметр якого становить 500мм, чи майже 0,25 від внутрішнього діаметра футерівки. Верхня поверхня секцій дроселя виконана з нахилом 58 градусів до горизонталі, що на 2 градуси менше за кут тертя антрациту об спеціальний вуглецевий матеріал, який дорівнює 60 градусам.

Перед пуском електрокальцинатора в роботу, його внутрішній об'єм повністю завантажили антрацитом крупністю 6-8мм. Потім ввімкнули джерело живлення електричним струмом і подали на електроди електрокальцинатора напругу 60В. Струм протікає від одного електрода до іншого через масу антрациту і нагріває її. У верхній розширеній зоні антрацит нагрівається до температури 800°C, потім оброблюваний антрацит надходить у звужену зону, де температура досягає 2500°C, при цьому периферійні маси антрациту перетікають по нахиленій поверхні дроселя змішуючись з основною масою. У нижній розширеній зоні маса антрациту допрожарюється за рахунок її теплоємності і піддається примусовому охолодженню до 500°C.

Безупинний рух маси антрациту в електрокальцинаторі відбувається під дією сил гравітації зі швидкістю 600кг у годину. Цей рух постійно підтримували вивантаженням кальцинованого антрациту з нижньої частини електрокальцинатора. Час перебування матеріалу в електрокальцинаторі від завантаження до вивантаження - 15 годин.

Отриманий кальцинований антрацит мав питомий електроопір 750Ом.м., питома витрата електроенергії склала 700кВт.год/т.

Приклад 2.

При черговій заміні футерівки в електрокальцинаторі шахтного типу у верхній його половині встановили дросель із спеціального вуглецевого матеріалу. Дросель виконаний із секцій, що утворюють суцільний отвір, діаметром 950мм, чи майже 0,50 від внутрішнього діаметра футерівки. Верхня поверхня дроселя виконана з нахилом 54 градуса до горизонталі, що на 6 градусів менше за кут тертя антрациту об спеціальний вуглецевий матеріал, який дорівнює 60 градусам.

Перед пуском електрокальцинатора в роботу, його об'єм повністю завантажили антрацитом крупністю 6-8мм. Потім ввімкнули джерело живлення електричним струмом і подали на електроди електрокальцинатора напругу 65В. Струм протікає від одного електрода до іншого через масу антрациту і нагріває її. У верхній розширеній зоні антрацит нагрівається до температури 1000°C, потім по похилій поверхні дроселя периферійні маси антрациту перетікли у звужену зону, де вони перемішалися з основною масою антрациту і нагрілися до 2700°C. Потім вони потрапили в розширену зону під дроселем, у якій іде допрожарювання матеріалу за рахунок його теплоємності і подальше примусове охолодження до 500°C.

Швидкість руху маси антрациту в електрокальцинаторі підтримували 650кг у годину. Час перебування матеріалу в електрокальцинаторі від завантаження до вивантаження - 15,5 годин.

Отриманий кальцинований антрацит мав питомий електроопір 780Ом.м., питома витрата електроенергії склала 770кВт.год/т.

Приклад 3.

При черговій заміні футерівки в печі-електрокальцинаторі шахтного типу у верхній половині встановили дросель із спеціального вуглецевого матеріалу. Дросель виконаний із секцій, що утворюють суцільний отвір, діаметр якого становить 1150мм, чи 0,60 від внутрішнього діаметра футерівки. Верхня поверхня секцій дроселя виконана з нахилом 50 градусів до горизонталі, що на 10 градусів менше за кут тертя антрациту об спеціальний вуглецевий матеріал, який дорівнює 60 градусам.

Перед пуском електрокальцинатора в роботу, його внутрішній об'єм повністю завантажили антрацитом крупністю 6-8мм. Потім ввімкнули джерело живлення електричним струмом і подали на електроди електрокальцинатора напругу 70В. Струм протікає від одного електрода до іншого через масу антрациту і нагріває її. У верхній розширеній зоні антрацит нагрівається до температури 1200°C, потім оброблюваний антрацит надходить у звужену зону, де температура досягає 3000°C, при цьому периферійні маси антрациту перетікають по похилій поверхні дроселя, змішуючись з основною масою. У нижній розширеній зоні маса антрациту допрожарюється за рахунок її теплоємності і піддається примусовому охолодженню до 500°C.

Безупинний рух маси антрациту в електрокальцинаторі відбувається під дією сил гравітації зі швидкістю 700кг у годину. Цей рух постійно підтримували вивантаженням кальцинованого антрациту з нижньої частини електрокальцинатора. Час перебування матеріалу в електрокальцинаторі від завантаження до вивантаження - 16 годин. Отриманий кальцинований антрацит мав питомий електроопір 800Ом.м., питома витрата електроенергії склала 750кВт.год/т.

Очевидно, що установка дроселя (звуження частини об'єму електрокальцинатора) практично не позначиться на продуктивності агрегату через раціонально обрані параметри звуженої зони, у якій, згідно з відомими фізичними законами, відбувається деяке прискорення руху антрациту, що компенсує менший пропускаючий об'єм зазначеного антрациту.

Параметри виходу готової продукції і витрат електроенергії на промисловому вертикальному шахтному електрокальцинаторі без використання пропонованого способу електрокальцинації силучого вуглецевого матеріалу і з його використанням наведені в табл.1.

Таблиця 1

Параметри процесу електрокальцинації	Існуючий спосіб електрокальцинації	Пропонований спосіб електрокальцинації
Питомий електроопір (середній показник), μ Ом·м	900.....1000	Не більш 800
Питома витрата електроенергії, кВт·год./т	1100	700...750

Висновки:

Використання пропонованого способу електрокальцинації силучого вуглецевого матеріалу в порівнянні з відомим способом дозволяє:

1. Значно, у 1,2...1,3 рази, підвищити основний показник готової продукції - питомий електроопір з досягненням однорідності якості продукції;
2. Істотно, у 1,4...1,7 рази, скоротити непродуктивні витрати електроенергії;
3. Підвищити стійкість існуючих типів футерівки або використовувати футерівку з більш низькими показниками стійкості, а, отже, більш дешево;
4. Поширити пропонований спосіб на всі конструкції вертикальних електропечей шахтного типу.

