



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **69350** (13) **U**
(51) МПК (2012.01)
F27B 5/00
C01B 31/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2011 12234**
(22) Дата подання заявки: **19.10.2011**
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **25.04.2012**
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **25.04.2012, Бюл.№ 8**

(72) Винахідник(и):
Панов Євген Миколайович (UA),
Лелека Сергій Володимирович (UA),
Карвацький Антон Янович (UA),
Коржик Михайло Володимирович (UA),
Пулінець Ігор Валерійович (UA),
Лазарєв Тарас Валерійович (UA)

(73) Власник(и):
Панов Євген Миколайович,
вул. Малишка, 35, кв. 51, м. Київ, 02127 (UA),
Лелека Сергій Володимирович,
бул. Хмельницького, 6, кв. 40, м. Буча, Київська обл., 08292 (UA),
Карвацький Антон Янович,
вул. Грибоєдова, 20, м. Ірпінь, Київська обл., 08200 (UA),
Коржик Михайло Володимирович,
просп. Перемоги, 30, кв. 89, м. Київ, 03055 (UA),
Пулінець Ігор Валерійович,
вул. Виборзька, 1, кв. 816, м. Київ, 03056 (UA),
Лазарєв Тарас Валерійович,
вул. Василенка, 19, кв. 7, м. Київ, 03124 (UA)

(54) СПОСІБ ВИПАЛЮВАННЯ ВУГЛЕЦЕВИХ ВИРОБІВ В БАГАТОКАМЕРНІЙ КІЛЬЦЕВІЙ ПЕЧІ

(57) Реферат:

Спосіб випалювання вуглецевих виробів в багатоканальній кільцевій печі, при якому вуглецеві вироби завантажують у камеру печі, простір між виробами заповнюють засипкою, на камеру встановлюють знімне склепіння із закріпленим під ним датчиком температури та здійснюють випалювання, керуючись розробленим графіком зміни температури під склепінням.

UA 69350 U

Корисна модель належить до способів випалювання виробів в багатокамерних кільцевих печах закритого типу і може бути використана при виробництві великогабаритних формованих виробів з вуглецевих матеріалів, зокрема електродів великого діаметра.

5 Випалювання - це процес перетворення сполучника (наприклад, кам'яновугільного пеку) вуглецевих заготовок на кокс при температурах до 1300 °С.

Найбільш близьким до запропонованого рішення є спосіб випалювання в багатокамерній кільцевій печі [Чалых Е.Ф. Обжиг электродов. - М.: Металлургия, 1981. - С. 62-68], при якому вуглецеві вироби завантажують у камеру печі, простір між виробами заповнюють засипкою, на камеру встановлюють знімне склепіння із закріпленням під ним датчиком температури та здійснюють випалювання за графіком зміни температури під склепінням камери, який визначають експериментальним шляхом на основі тривалої виробничої практики.

10 Оскільки кожен графік зміни температури під склепінням розробляється для широкого спектра типорозмірів продукції та марок сполучника, цей спосіб випалювання часто призводить до утворення структурних дефектів у вуглецевих виробах, які виникають внаслідок інтенсивного газовиділення із сполучника деяких марок при швидкому нагріванні виробів в температурному інтервалі утворення напівкоксу, який є найбільш небезпечним в сенсі дефектоутворення. Крім того, при високій концентрації летких продуктів термічної деструкції сполучника (які переважно складаються з метану та водню), інколи відбувається спонтанне займання відхідних газів у наступних камерах кільцевої печі, що призводить до порушення регламенту випалювання та збільшенню браку.

20 В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення способу випалювання вуглецевих виробів в багатокамерній кільцевій печі, при якому формування графіка зміни температури під склепінням камери печі із застосуванням нових залежностей забезпечує підвищення якості кінцевої продукції.

25 Поставлена задача вирішується тим, що в способі випалювання вуглецевих виробів в багатокамерній кільцевій печі, при якому вуглецеві вироби завантажують у камеру печі, простір між виробами заповнюють засипкою, на камеру встановлюють знімне склепіння із закріпленням під ним датчиком температури та здійснюють випалювання, керуючись заздалегідь розробленим графіком зміни температури під склепінням, згідно з корисною моделлю, новим є те, що графік зміни температури під склепінням формують так, щоб забезпечити мінімальну швидкість розігріву виробів та мінімальну швидкість газовиділення із виробів в температурному інтервалі утворення напівкоксу, при цьому використовують результати лабораторного дослідження температурної залежності інтенсивності газовиділення із сполучника виробів, а залежність середньооб'ємної температури виробів від температури під склепінням камери визначають шляхом розв'язання системи рівнянь:

$$\left\{ \begin{aligned} \sum_{k=2}^M \bar{\alpha} \left(\bar{T}_r - \frac{\bar{m}_3 \bar{T}_3 + \bar{m}_B \bar{T}_B}{\bar{m}_3 + \bar{m}_B} \right) S_r \Delta \tau &= \sum_{k=2}^M \left[\bar{m}_3 \bar{c}_3 (T_3^k - T_3^{k-1}) + \bar{m}_B \bar{c}_B (T_B^k - T_B^{k-1}) \right] \\ \sum_{k=2}^M \frac{(\bar{T}_3 - \bar{T}_B) S_B}{\bar{r}} \Delta \tau &= \sum_{k=2}^M \bar{m}_B \bar{c}_B (T_B^k - T_B^{k-1}) \end{aligned} \right.$$

де k - номер кроку за часом;

M - кількість кроків за часом у циклі випалювання;

τ , $\Delta \tau = (\tau^k - \tau^{k-1})$ - час та часовий крок відповідно, с;

40 $\bar{\alpha} = K \frac{\alpha^k + \alpha^{k-1}}{2}$ - середній на часовому кроці коефіцієнт тепловіддачі між газом та завантаженням камери, Вт/(м·К);

K - коефіцієнт форми камери;

$\bar{T} = \frac{T^k + T^{k-1}}{2}$ - середня на часовому кроці середньооб'ємна температура, К;

S_r - площа теплообміну між газом та завантаженням камери, м²;

45 $\bar{m} = \frac{m(\tau^k) + m(\tau^{k-1})}{2}$ - середня на часовому кроці маса, кг;

$\bar{c} = \frac{c(T^k) + c(T^{k-1})}{2}$ - середня на часовому кроці масова теплоємність, Дж/(кг·К);

$\bar{r} = \frac{r^k + r^{k-1}}{2}$ - контактний термічний опір засипка - вироби, (К·м²)/Вт;

S_B - площа поверхні виробів, м²;

г, з, в - індекси параметрів, що стосуються газу під склепінням, засипки та виробів відповідно.

Застосування вказаного способу дозволяє отримувати графіки зміни температури під склепінням, здатні при випалюванні забезпечувати бажані швидкість розігріву виробів та швидкість газовиділення, що дозволяє підвищити якість продукції та значно зменшити утворення браку.

Приклад випалювання вуглецевих виробів.

При переході багатокамерної кільцевої печі на обпалювання нового типу вуглецевих виробів, в лабораторних умовах визначається температурна залежність інтенсивності газовиділення із сполучника $f(T)$, використаного при формуванні цих виробів (наприклад фіг. 1).

Вибирається графік зміни температури під склепінням $T_r(\tau)$, що використовувався для випалювання подібного виду продукції (фіг. 2, крива 1).

Шляхом розв'язання системи (1) розмірністю $2 \times (M-1)^2$ визначається динаміка середньооб'ємної температури виробів $T_b(\tau)$, що відповідає вибраному графіку зміни температури під склепінням (фіг. 2, крива 2). Значення параметрів $\bar{\alpha}$ та $\bar{\tau}$ визначаються заздалегідь за даними натурного експерименту, проведеного на даній випалювальній печі. При цьому $\bar{\alpha}$ є характеристикою конструктивних особливостей камери печі, а $\bar{\tau}$ - характеристикою завантаження камери печі.

За допомогою температурної залежності інтенсивності газовиділення $f(T_b)$ визначається прогнозована динаміка газовиділення із сполучника, що відповідає вибраному графіку зміни температури під склепінням (фіг. 2, крива 3).

Здійснюється оцінювання швидкості розігріву виробів та швидкості газовиділення із виробів у температурному інтервалі утворення напівкоксу.

Якщо оцінка визнається незадовільною, модифікується графік зміни температури під склепінням $T_r(\tau)$ і розрахунок повторюється.

Графік зміни температури під склепінням слід формувати так, щоб забезпечити мінімальну швидкість розігріву виробів та мінімальну швидкість газовиділення із виробів в інтервалі середньооб'ємних температур виробів, який відповідає утворенню напівкоксу.

Після завершення формування графіка зміни температури під склепінням в кожен чергову камеру кільцевої печі завантажуються вуглецеві вироби нового типу, простір між виробами заповнюється засипкою, на камеру встановлюється знімне склепіння із закріпленням під ним датчиком температури та здійснюється випалювання за розробленим графіком.

Пропонована корисна модель дозволить підвищити якість кінцевої продукції та значно скоротити утворення браку на етапі випалювання вуглецевих виробів.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб випалювання вуглецевих виробів в багатокамерній кільцевій печі, при якому вуглецеві вироби завантажують у камеру печі, простір між виробами заповнюють засипкою, на камеру встановлюють знімне склепіння із закріпленням під ним датчиком температури та здійснюють випалювання, керуючись заздалегідь розробленим графіком зміни температури під склепінням, який **відрізняється** тим, що графік зміни температури під склепінням формують так, щоб забезпечити мінімальну швидкість розігріву виробів та мінімальну швидкість газовиділення із виробів в температурному інтервалі утворення напівкоксу, при цьому використовують результати лабораторного дослідження температурної залежності інтенсивності газовиділення із сполучника виробів, а залежність середньооб'ємної температури виробів від температури під склепінням камери визначають шляхом розв'язання системи рівнянь:

$$\left\{ \begin{aligned} \sum_{k=2}^M \bar{\alpha} \left(\bar{T}_r - \frac{\bar{m}_3 \bar{T}_3 + \bar{m}_b \bar{T}_b}{\bar{m}_3 + \bar{m}_b} \right) S_r \Delta \tau &= \sum_{k=2}^M \left[\bar{m}_3 \bar{c}_3 (T_3^k - T_3^{k-1}) + \bar{m}_b \bar{c}_b (T_b^k - T_b^{k-1}) \right] \\ \sum_{k=2}^M \frac{(\bar{T}_3 - \bar{T}_b) S_b}{\bar{\tau}} \Delta \tau &= \sum_{k=2}^M \bar{m}_b \bar{c}_b (T_b^k - T_b^{k-1}) \end{aligned} \right. ,$$

де k - номер кроку за часом;

M - кількість кроків за часом у циклі випалювання;

τ , $\Delta \tau = (\tau^k - \tau^{k-1})$ - час та часовий крок відповідно, с;

$\bar{\alpha} = K \frac{\alpha^k + \alpha^{k-1}}{2}$ - середній на часовому кроці коефіцієнт тепловіддачі між газом та завантаженням камери, Вт/(м·К);

K - коефіцієнт форми камери;

$\bar{T} = \frac{T^k + T^{k-1}}{2}$ - середня на часовому кроці середньооб'ємна температура, К;

S_r - площа теплообміну між газом та завантаженням камери, м²;

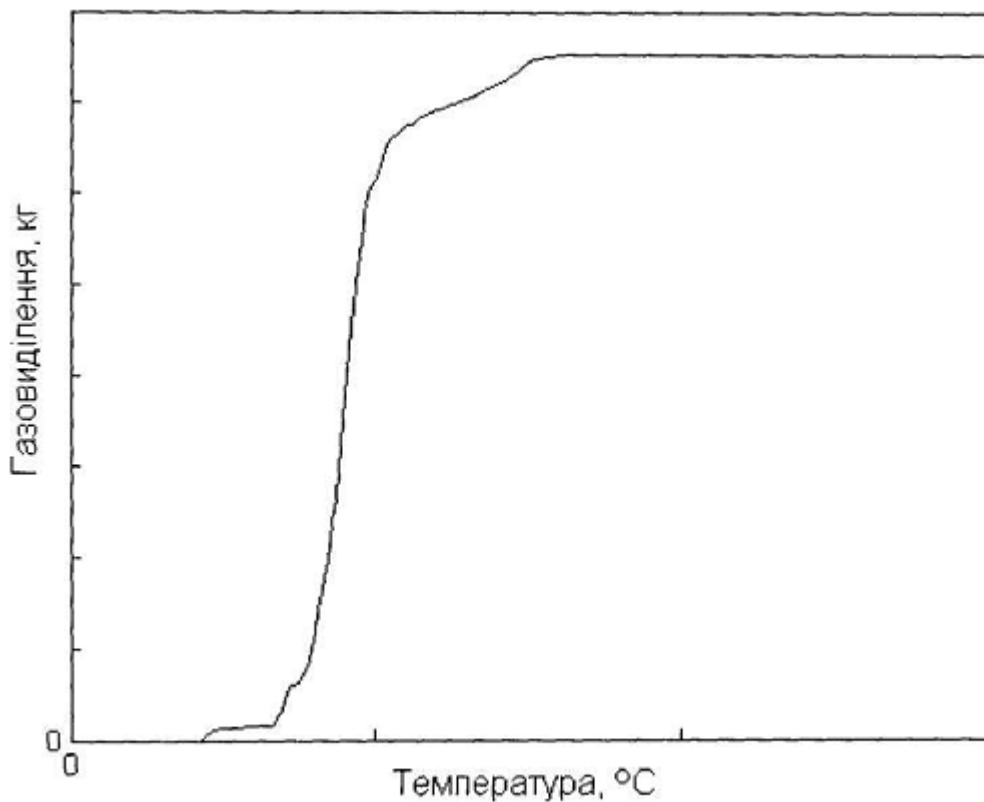
$\bar{m} = \frac{m(t^k) + m(t^{k-1})}{2}$ - середня на часовому кроці маса, кг;

5 $\bar{c} = \frac{c(T^k) + c(T^{k-1})}{2}$ - середня на часовому кроці масова теплоємність, Дж/(кг · К);

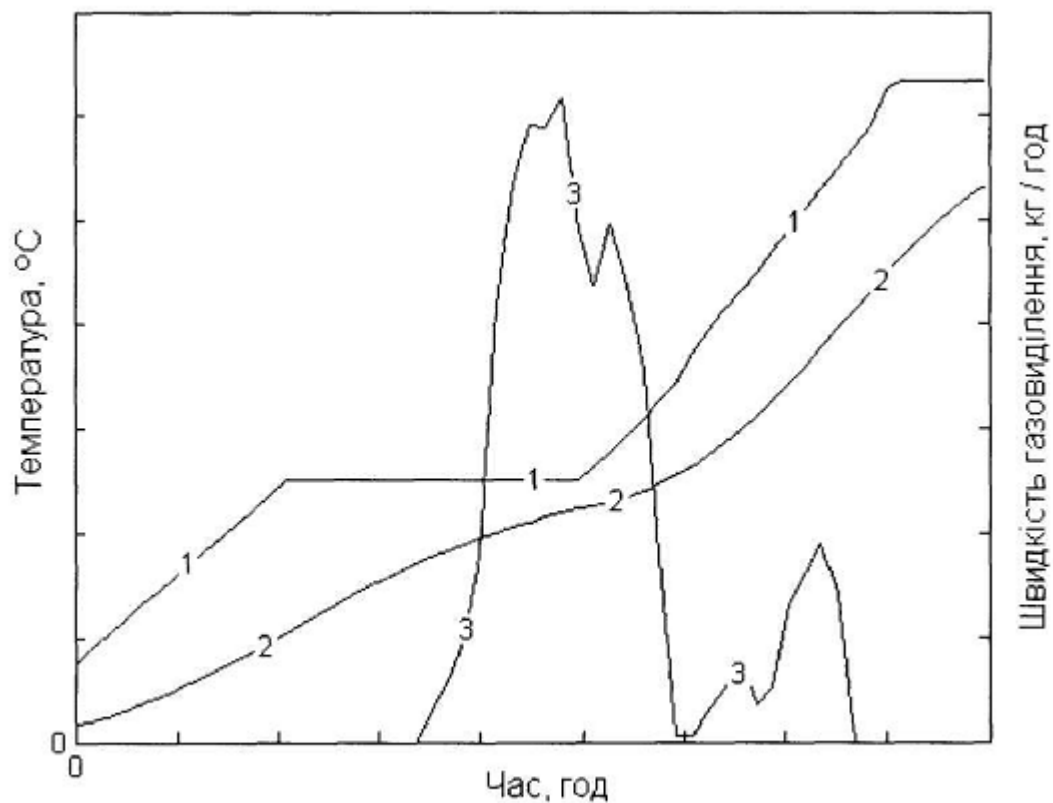
$\bar{r} = \frac{r^k + r^{k-1}}{2}$ - контактний термічний опір засипка - вироби, (К · м²)/Вт;

S_b - площа поверхні виробів, м²;

$г, з, в$ - індекси параметрів, що стосуються газу під склепінням, засипки та виробів відповідно.



Фіг. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601