



УКРАЇНА

(19) UA (11) 25052 (13) U

(51) МПК (2006)

G01K 3/00

C01B 31/04 (2007.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ЗАГОТОВОК У ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ ПЕЧАХ

1

2

(21) u200702600

(22) 12.03.2007

(24) 25.07.2007

(46) 25.07.2007, Бюл. № 11, 2007 р.

(72) Панов Євген Миколайович, Кутузов Сергій Володимирович, Деркач Василь Васильович, Кваша Валентин Іванович, Шилович Ігор Леонідович, Карвацький Антон Янович

(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "УКРАЇНСЬКИЙ ГРАФІТ"

(57) Спосіб визначення температури заготовок у високотемпературних печах, що включає вимір температури по поздовжній осі графітового тепловоду циліндричної форми з осьовим каналом, встановленого таким чином, щоб один кінець контактував із заготовкою, а другий був спрямований до стінки печі, який **відрізняється** тим, що вимір

температури виконують одночасно щонайменше в трьох проміжних точках поздовжньої осі тепловоду, а температуру заготовок визначають як величину, відповідну коефіцієнту T_0 , по наступній залежності:

$$T(x) = T_0 e^{-Ax},$$

де

T_0 - температура заготовок, °С;

x - відстань від першого кінця тепловоду до проміжної точки, мм;

$T(x)$ - вимірне значення температури в точці x , °С;

A - коефіцієнт, який визначається з регресійного аналізу.

Корисна модель належить до виміральної техніки та може бути використана для визначення температури заготовок в печах графітації та інших високотемпературних агрегатах.

Одним з параметрів, що характеризують процес графітації, є температура заготовок в печі. За цією температурою можна відслідковувати процеси, які відбуваються при нагріванні заготовок, а при досягненні її кінцевого значення 2500-3000°С і відповідній витримці за часом, визначити завершення процесу графітації.

Найбільш близьким до пропонуваного рішення є спосіб визначення температури об'єктів вимірювання у високотемпературних печах [Кузнецов Д.М., Фокин В.П. Процесс графитации углеродных материалов. Современные методы исследования. - Новочеркасск: ЮРГТУ, 2001. - С.28-29], при якому в піч встановлюють графітовий тепловід у вигляді стержня (тобто циліндра з осьовим каналом) так, щоб перший його кінець перебував в контакт з об'єктом вимірювання, а другий кінець був спрямований до стінки печі. На другому кінці тепловоду підтримують постійну температуру у шляхом приму-

сового охолодження. Вимірюють температуру в одній проміжній точці поздовжньої осі тепловоду і по номограмі визначають температуру гарячого кінця заготовок. Спосіб передбачає створення теплоізоляції на боковій поверхні тепловоду.

Вказаний спосіб не може забезпечити задовільну точність визначення температури, оскільки базується на експериментальному визначенні температури лише в одній проміжній точці, що при нелінійному розподілі температури у тепловоді є недостатнім для забезпечення необхідної достовірності апроксимації. Додаткова похибка способу виникає через низьку ефективність адіабатичної оболонки тепловоду при високих температурах, тому що при таких температурах (більше 2000°С) практично неможливо забезпечити теплоізоляцію тепловоду без внесення істотних викривлень в дійсне температурне поле печі. Крім того, відомий спосіб визначення температури є складним у виконанні, так як потребує забезпечення тепловода теплоізоляцією і примусового охолодження одного з його кінців при температурах вище за 2000°С і тому не знайшов промислового застосування.

(13) U

(11) 25052

(19) UA

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення способу визначення температури заготовок у високотемпературних печах, при якому вимір температури одночасно в кількох точках осі тепловоду і використання нової залежності при розрахунку температури дозволить спростити його і підвищити точність визначення температури заготовок.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі визначення температури заготовок у високотемпературних печах, який включає вимір температури по поздовжній осі графітового тепловода циліндричної форми з осьовим каналом, установленого таким чином, щоб один кінець контактував з заготовкою, а другий був спрямований до стінки печі, відповідно до корисної моделі, вимір температури роблять одночасно щонайменше в трьох проміжних точках поздовжньої осі тепловода, а температуру заготовок, визначають як величину відповідну коефіцієнту T_0 по наступній залежності:

$$T(x) = T_0 e^{-Ax} \quad (1)$$

де T_0 - температура заготовок, °C

x - відстань від першого кінця тепловоду до проміжної точки, мм;

$T(x)$ - вимірне значення температури в точці x , °C

A - коефіцієнт, який визначається з регресійного аналізу

Вимір температури одночасно в кількох проміжних точках поздовжньої осі тепловода дозволив установити, що розподіл температури по довжині тепловоду, який є циліндром, має характер близький до експоненціального. Експериментальне визначено: якщо обрати залежність виду (1), установлену розрахунковим шляхом, як таку, що визначає апроксимацію розподілу температури вздовж осі циліндру, то коефіцієнти залежності (1) у кожний момент часу будуть визначатися граничними умовами тепловоду. Пропонований спосіб базується на визначенні коефіцієнтів залежності (1) по значенню температури щонайменше в трьох проміжних точках поздовжньої осі тепловоду для кожного моменту часу. Після цього можна визначити температуру для цих моментів часу в будь-якій точці тепловоду, в тому числі і на його першому кінці ($x=0$). Таким чином, температура в місці контакту з заготовкою визначається, як величина коефіцієнту T_0 залежності (1). Збільшення кількості точок виміру температури підвищує точність апроксимації, тобто точність визначення коефіцієнта A , і, тим самим, підвищує точність обчислення коефіцієнту T_0 , величина якого відповідає температурі заготовки. Тому що спосіб, що заявляється, базується на використанні нової залежності при визначенні температури заготовок, виведеної завдяки виміру температури одночасно в декількох точках осі тепловода, підвищується точність визначення температури заготовки і відпадає необхідність у технологічно складній операції по примусовому охолодженню одного з його кінців, що істотно спрощує застосування способу. Вимірювання температури менш ніж у трьох точках осі тепловода є не достатнім для забезпечення необ-

хідної достовірності апроксимації при експоненціальному розподілу температури у тепловоді, тому не забезпечує задовільну точність визначення температури.

Таким чином, сукупність ознак, що заявляється, є необхідною і достатньою для досягнення поставленої задачі.

Приклад визначення температури торця електродної заготовки.

Здійснення способу, що заявляється, пояснюється за допомогою Фіг.1, на якому зображено поздовжній розріз тепловоду та характер розподілу температури вздовж його осі.

Для визначення температури торця електродної заготовки в печі графітації виготовляють з графіту циліндричний тепловід 1 довжиною, що дорівнює товщині шару бічної теплоізоляції. Вздовж осі тепловоду висвердлюють не наскрізний канал 2, в який закладають термодіодний пакет так, щоб "гарячі" спай термодіоду 3 розташувалися на заданих відстанях (x_1, x_2, \dots, x_n , де n - кількість термодіодів) від "глухого" кінця 4 тепловоду.

Під час формування керна печі графітації встановлюють тепловід так, щоб його "глухий" кінець 4 перебував в контакті з торцем електродної заготовки, а другий кінець 5 розташувався біля пічної стіни, через отвір в якій виводять дроти термодіоду.

Під час кампанії графітації в точках встановлення термодіоду 3 для поточного моменту часу вимірюють температуру тепловоду ($T(x_1), T(x_2), \dots, T(x_n)$). По отриманим даним методом логарифмування визначають коефіцієнти T_0 і A залежності (1). При цьому коефіцієнт T_0 має фізичний зміст температури першого ("глухого") кінця 4 тепловоду і цю величину можна вважати значенням температури заготовки для поточного моменту часу.

Пропонований спосіб був випробуваний на ВАТ "Укрграфіт", отримані результати представлені у вигляді графіків на Фіг.2 і 3. На рисунках показані температурні лінії, отримані в результаті визначення температури за пропонованим способом (2) і температурні лінії за способом по прототипу (1). Точка 3 на Фіг.2 відповідає температурі заготовки, яка виміряна контрольною термодіодом, закріпленою на торці заготовки, а на Фіг.3 - контрольною температурі заготовки, яка виміряна за допомогою пірометра. Лінії 1 і 2 у точці $x=0$ відображають температуру гарячого кінця тепловоду, що відповідає температурі заготовки.

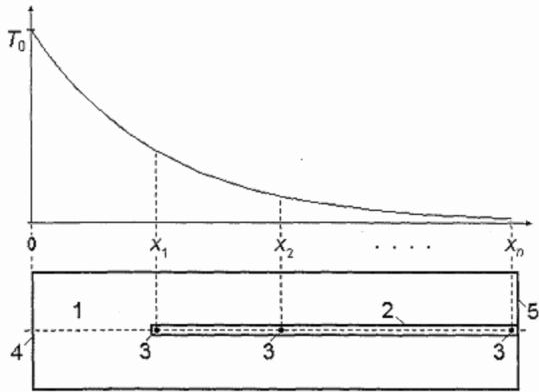
З приведених даних видно, що в точці $x=0$, яка відповідає температурі заготовки, пропонований спосіб дозволяє одержати результати більш близькі до реальних температур, так на Фіг.2 (при рівнях вимірюваних температур до 1000°C) розбіжність реальної температури з температурою по прототипу вище 25°C, а з температурою по способу, що заявляється, не більше 10°C. На Фіг.3 (при рівнях вимірюваних температур вище 1000°C) розбіжність реальної температури з температурою по прототипу вище 100°C, а з температурою по способу, що заявляється, ~ 40°C.

З вищесказаного видно, що спосіб, що заявляється, дозволяє підвищити точність визначення температури заготовок у високотемпературних

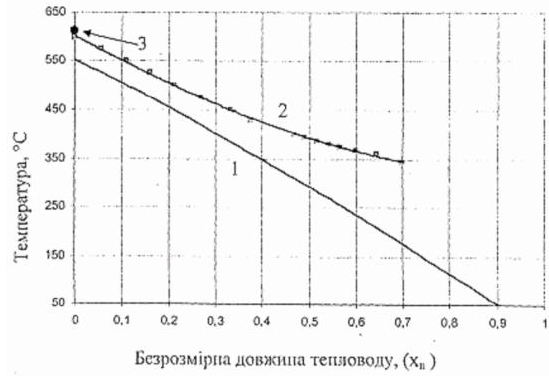
печах, що призводить до поліпшення якості готової продукції.

Крім того, удосконалення способу, що призводить до виключення необхідності використання

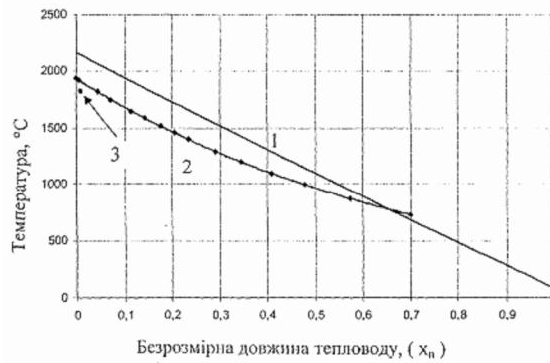
примусового охолодження і теплоізоляції тепловода не тільки спрощує його, але і дозволяє знизити витрати на його впровадження.



Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3