



УКРАЇНА

(19) UA (11) 11636 (13) U  
(51) МПК (2006)  
G01R 21/00  
G05D 27/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) СПОСІБ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ГРАФІТАЦІЇ У КРИТИЧНИХ ДІЛЯНКАХ

1

(21) u200502825  
(22) 28.03.2005  
(24) 16.01.2006  
(46) 16.01.2006, Бюл. № 1, 2006 р.  
(72) Поповкін Юрій Матвійович  
(73) ПІДПРИЄМСТВО ЗІ 100 % ІНВЕСТИЦІЄЮ  
"НАУКОВО-ВИРОБНИЧИЙ КОМПЛЕКС "УКРКО-  
ЛЬОРМЕТАВТОМАТИКА" ВІДКРИТОГО АКЦІО-  
НЕРНОГО ТОВАРИСТВА "СОЮЗКОЛЬОРМЕТАВ-  
ТОМАТИКА"  
(57) Спосіб керування процесом графітації в кри-  
тичних ділянках, що включає обпалення вуглегра-  
фітових заготовок у багатотоннажних електропе-  
чах за заданим графіком при максимально  
можливій початковій потужності для даної печі,  
який **відрізняється** тим, що закінчення підтримки  
максимальної потужності в керні печі в початковий  
період графітації визначають за кількістю електро-  
енергії, витраченої для досягнення температури,  
при якій процес випалювання був закінчений, після  
чого процес графітації ведуть за графіком потуж-  
ності, починаючи з досягнутого значення, а також

2

визначають критичну ділянку, де починається змі-  
на просторового розташування вуглецевих атомів,  
і формуються кристалічні решітки графіту, розра-  
хунковим шляхом визначають витрату електроє-  
нергії для досягнення початкової критичної темпе-  
ратури і кінцевої, а також витрату електроенергії  
для погодинного збільшення температури в зоні  
критичної ділянки, при досягненні рівності фактич-  
ної витрати електроенергії з заданою для початку  
критичної ділянки технологічний процес ведуть за  
погодинною витратою електроенергії, де інтервал  
часу дорівнює часу перехідного процесу в печі,  
кількість витраченої за кожен інтервал часу елект-  
роенергії порівнюють виміряну кількість електроє-  
нергії з заданою, і в залежності від різниці порів-  
нюваних величин коректують задану кількість  
електроенергії для наступного інтервалу, а при  
досягненні фактичної витрати електроенергії, ви-  
користаної для нагрівання критичної ділянки до  
кінцевої температури, приходять до ведення про-  
цесу графітації за раніше заданим графіком.

Корисна модель відноситься до способів керу-  
вання тепловими процесами і може бути викорис-  
тана для керування режимом графітації обпалених  
вуглеграфітових заготовок у багатокомпонентних  
електричних печах.

Відомий спосіб керування процесом графітації  
обпалених вуглеграфітових заготовок, [авторське  
посвідчення SU 1411279 авт. Ю.М. Поповкін].

Спосіб полягає в керуванні процесом графіта-  
ції за графіком зміни потужності шляхом регулю-  
вання напруги в залежності від припустимого гра-  
дієнта температури пересилки з введенням  
початкової потужності. При цьому початкову поту-  
жність установлюють максимально можливою для  
даного типу печі, вимірюють температуру розта-  
шованих у центральній частині печі заготовок і пе-  
ресипання при досягненні рівності, технологічний  
процес ведуть по раніше заданому графіку потуж-

ності, і початок процесу ведуть від досягнутої по-  
тужності в печі.

Недолік даного способу полягає в тім, що тем-  
пература в керні печі розподіляється нерівномірно  
і тому неможливо знайти точку, температура в  
якій, буде характерна для всієї печі. Проводилися  
виміри температури в керні печі у вісімнадцятьох  
точках, у кожній точці температура була різною.

Поставлена задача вирішується в такий спо-  
сіб: що закінчення підтримки максимальної потуж-  
ності в керні печі у початковий період графітації  
визначають по кількості електроенергії, витраченої  
для досягнення температури при якій процес ви-  
палювання був закінчений, після чого процес гра-  
фітації ведуть за заданим графіком потужності,  
починаючи з досягнутого значення, а також визна-  
чають критичну ділянку, де починається перебудова  
просторового розташування вуглецевих ато-

(13) U

(11) 11636

(19) UA

мів, формується кристалічна решітка графіту, розрахунковим шляхом визначають витрату електроенергії для досягнення початкової критичної температури і кінцевої, а також витрату електроенергії для погодинного збільшення температури в інтервалі критичної ділянки, при досягненні рівності фактичної витрати електроенергії і заданого для початку критичної ділянки технологічний процес ведуть по погодинній витраті електроенергії, де через інтервал часу рівний часу перехідного процесу в печі, кількість витраченої за кожен інтервал електроенергії порівнюють вимірювану кількість електроенергії з заданою, і в залежності від різниці порівнюваних величин коректують задану кількість електроенергії для наступного інтервалу. При досягненні фактичної витрати електроенергії, використаної для нагрівання кінцевої температури критичної ділянки, переходять до ведення процесу графітації по заданому раніше графіку.

Причиною-слідчий зв'язок полягає в тім, що критичний інтервал визначається не по температурі. Причина полягає в тім, що неможливо знайти точку в якій варто робити виміри так, щоб вона була характерною для всієї печі. Проводилися виміри температури у 18 місцях. Розподіл температури у всіх місцях був різним. Для наступного технологічного процесу вимірювалась температура у цих же місцях і вона відрізнялася від попередньої. Зважаючи на те, що температура знаходиться у прямій залежності від кількості енергії, що вводиться в керн печі, доцільно визначати критичні ділянки по електроенергії, що реально відображає середню температуру керна печі, що дозволяє більш точно визначати моменти переходу з нормального режиму ведення процесу графітації в критичну зону, де необхідно забезпечити визначену швидкість наростання температури, від якої залежить якість одержання штучного графіту, що по своїм фізичним властивостям і структурі не відрізняється від природного.

На Фіг.1 показана структурна схема пристрою, що реалізує даний спосіб.

Пристрій складається з лічильника (Ліч), що враховує витрату електроенергії в керні печі, з'єднаний з обчислювальним пристроєм, вихід якого підключений до схеми порівняння (СП<sub>1</sub>), другий вхід схеми порівняння з'єднаний із задатчиком (З<sub>1</sub>), другий вихід обчислювального пристрою з'єднаний зі схемою порівняння (СП<sub>2</sub>), другий вхід схеми порівняння (СП<sub>2</sub>) підключений до задатчика (З<sub>2</sub>), а вихід з'єднаний з першим входом тригера пам'яті (ТГ<sub>1</sub>), другий вхід якого з'єднаний з виходом схеми порівняння (СП<sub>3</sub>), по входу схема порівняння (СП<sub>3</sub>) з'єднана з виходом обчислювального пристрою, а другий вхід підключений до виходу задатчика (З<sub>3</sub>). Вихід тригера пам'яті (ТГ<sub>1</sub>) з'єднаний з входом програмного пристрою (ПРЧ), перший вихід програмного пристрою підключений до логічної схеми "I<sub>2</sub>", а другий вхід логічної схеми "I<sub>2</sub>" через схему "НІ<sub>2</sub>" з'єднаний із задатчиком (З<sub>4</sub>). Задатчик (З<sub>4</sub>) підключений до логічної схеми "I<sub>1</sub>", другий вхід якої через схему "НІ<sub>1</sub>" з'єднаний із другим виходом програмного пристрою (ПРЧ).

Робота пристрою для здійснення даного способу

Перед включенням печі в роботу задатчиками

задають витрату електроенергії, розраховану по формулі:

$$Q = cm(t_2 - t_1) \quad (1)$$

де: Q - кількість електроенергії, кВт/год, введена в піч для нагрівання заготівель до заданої температури;

c - питома теплоємність (вуглецю) графіту, ккал/кг·°C;

m - маса випалених вуглецевих матеріалів, кг;

t<sub>2</sub> - температура в керні печі, °C;

t<sub>1</sub> - початкова температура в керні печі до включення печі в роботу, °C;

Задатчиком (З<sub>1</sub>) задається витрата електроенергії, обчислена по формулі (1), для нагрівання заготівель до температури, при якій закінчився процес випалювання, наприклад: t<sub>2</sub> = 1000°C.

Задатчиком (З<sub>2</sub>) задається витрата електроенергії, обчислена по формулі (1), для температури t<sub>2</sub> = 1600°C.

Задатчиком (З<sub>3</sub>) задається витрата електроенергії, обчислена по формулі (1), для температури закінчення критичної зони t<sub>3</sub> = 1800°C.

Задатчиком (З<sub>4</sub>) задається витрата електроенергії для погодинного збільшення в критичній зоні.

Програмним реле часу (ПРЧ) також задається час, у нашому випадку 60хв. Після чого на піч подається напруга, що забезпечує максимальну потужність.

Лічильник (Ліч) електроенергії рахує енергію, що використовується керном печі і передає її на обчислювальний пристрій, що реєструє витрату електроенергії і безперервно через схему порівняння (СП<sub>1</sub>) порівнює з заданим задатчиком (З<sub>1</sub>), і при досягненні рівності фактично витраченої електроенергії з заданою, спрацьовує схема порівняння (СП<sub>1</sub>), що видає команду для керування процесом графітації за графіком, починаючи з величини запам'ятованої потужності.

Обчислювальний пристрій реєструє витрату електроенергії, що надходить з лічильника (Ліч) і через схему порівняння (СП<sub>1</sub>) порівнює з заданою задатчиком (З<sub>1</sub>) і, при досягненні рівності фактичної з заданою, схема порівняння (СП<sub>2</sub>) спрацьовує і установлює тригер пам'яті (ТГ<sub>1</sub>) у робоче положення. Тригер пам'яті (ТГ<sub>1</sub>) знімає "заборону" з програмного реле часу (ПРЧ).

Обчислювальний пристрій реєструє витрату електроенергії, що надходить з лічильника (Ліч) і порівнює через схему порівняння (СП<sub>4</sub>) із заданою задатчиком (З<sub>4</sub>). Програмне реле часу (ПРЧ) щогодини видає сигнал на вхід логічних схем "I<sub>1</sub>" і "I<sub>2</sub>". Якщо за пройдену годину схема порівняння (СП<sub>4</sub>) не спрацювала, то зі схеми "НІ<sub>2</sub>" надходить сигнал на один із входів логічної схеми "I<sub>2</sub>", на другий вхід надходить сигнал із програмного реле часу (ПРЧ), схема "I<sub>2</sub>" спрацьовує і видає сигнал на збільшення напруги, що подається на піч.

При спрацьовуванні схеми порівняння (СП<sub>4</sub>), раніш пройденої години, зі схеми "НІ<sub>1</sub>" надходить сигнал на один із входів логічної схеми "I<sub>1</sub>" на другий вхід сигнал надходить зі схеми порівняння (СП<sub>4</sub>), при збігу двох сигналів схема "I<sub>1</sub>" спрацьовує і видає сигнал на зменшення напруги.

При одночасному спрацьовуванні схеми порівняння (СП<sub>4</sub>) і програмного реле часу (ПРЧ) логічні

рівності фактичної витрати з заданою, спрацьовує схема порівняння (СП<sub>3</sub>) і переводить тригер пам'яті (Тг<sub>1</sub>) у неробоче положення. Технологічний процес ведеться по раніше заданому графіку.

різномі. фактичної витрати з заданого, графічного, схема порівняння (СПЗ) і переводить тригер пам'яті ( $Tg_1$ ) у неробоче положення. Технологічний процес ведеться по раніше заданому графіку.

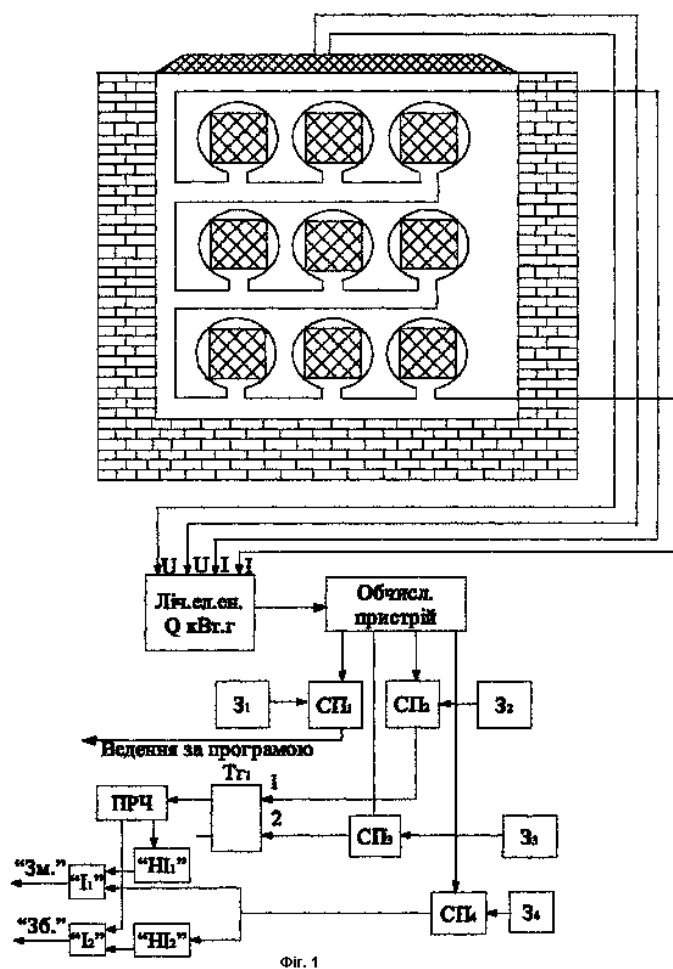


Fig. 1