



УКРАЇНА

(19) UA (11) 64284 (13) U
(51) МПК (2011.01)
C25C 3/00ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ПОДИНИ ПРИ ОБПАЛЕННІ АЛЮМІНІЄВИХ ЕЛЕКТРОЛІЗЕРІВ

1

2

(21) u201101542

(22) 10.02.2011

(24) 10.11.2011

(46) 10.11.2011, Бюл.№ 21, 2011 р.

(72) ДАНИЛЕНКО СЕРГІЙ ВІКТОРОВИЧ, ПАНОВ ЄВГЕН МИКОЛАЙОВИЧ, БОЖЕНКО МИХАЙЛО ФЕДОРОВИЧ, ЖЕЛІЗКО НАДІЯ АНАТОЛІЇВНА

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) 1. Спосіб визначення середньої температури подини при обпаленні алюмінієвих електролізерів, при якому до початку процесу обпалення визначають розміри подини та початкову її температуру, теплофізичні властивості подових блоків та силу

струму серії (при обпаленні електролізерів джоулевою теплотою) або теплоту згоряння палива (при полуменовому обпаленні електролізерів), а в процесі обпалення - кількість підведеної теплоти, який **відрізняється** тим, що для будь-якого моменту часу обпалення визначають безрозмірну середньооб'ємну температуру подини з рівняння:

$$\theta = A + BF_0^n,$$

де θ - безрозмірна середньооб'ємна температура подини;

A, B, n- постійні коефіцієнти;

F₀ - число Фур'є.

Корисна модель належить до вимірювальної техніки та може бути використана для визначення середньооб'ємної температури подини при обпаленні алюмінієвих електролізерів.

Одним з параметрів, що характеризує процес обпалення, є середня температура подини. За цією температурою можна відслідковувати процеси, що відбуваються при коксуванні міжблочних швів та здійснювати регулювання швидкості нагріву подини, а при досягненні 450 °C і утворенні напівкоксу переходити на більш інтенсивний темп нагріву.

Найбільш близьким до пропонованого рішення є спосіб визначення температури подини під час обпалення електролізерів, при якому до початку процесу обпалення визначають розміри подини та початкову її температуру, теплофізичні властивості подових блоків та силу струму серії (при обпаленні електролізерів джоулевою теплотою) або теплоту згоряння палива (при полуменовому обпаленні електролізерів), а в процесі обпалення кількість підведеної теплоти [Громов Б.С., Панов Е.Н., Боженко М.Ф. и др. Обжиг и пуск алюминиевых электролизеров; под общ ред. Б.С. Громова. - М.: Издательский дом "Руда и металлы", 2001. - 336 с. - С. 199-217]. Температуру подини для будь-якого моменту часу обпалення визначають розв'я-

занням нестационарного диференційного рівняння теплопровідності з внутрішніми джерелами теплоти та відповідними початковими і граничними умовами методом граничних елементів.

Спосіб дозволяє досліджувати теплові процеси при обпаленні алюмінієвих електролізерів, але через великий обсяг розрахунків не придатний для використання в реальному часі при оперативному визначенні середньої температури подини в процесі обпалення.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення способу визначення середньої температури подини при обпаленні алюмінієвих електролізерів таким чином, щоб можна було оперативно визначати середню температуру подини в процесі обпалення для будь-якого моменту часу з початку обпалення в залежності від кількості підведеної теплоти та розмірів подини, початкової її температури; теплофізичних властивостей подових блоків; сили струму серії та сили струму, що проходить через електролізер (при обпаленні електролізерів джоулевою теплотою) або теплоти згоряння палива (при полуменовому обпаленні електролізерів).

Поставлена задача вирішується у способі визначення середньої температури подини при обпаленні алюмінієвих електролізерів, при якому до

(19) UA (11) 64284 (13) U

початку процесу обпалення визначають розміри подини та її початкову температуру, теплофізичні властивості подових блоків та силу струму серії (при обпаленні електролізерів джоулевою теплою), або теплоту згоряння палива (при полуменовому обпаленні електролізерів), а в процесі обпалення - кількість підведеної теплоти, згідно з корисною моделлю, для будь-якого моменту часу обпалення визначають безрозмірну середньо-об'ємну температуру подини з рівняння:

$$\theta = A + BF_0^n, \quad (1)$$

де θ - безрозмірна середньооб'ємна температура подини; A , B , n - постійні коефіцієнти; F_0 - число Фур'є.

Залежність безрозмірної середньої температури подини θ від числа Фур'є F_0 (безрозмірного часу) установлена на основі експериментальних досліджень, постійні коефіцієнти A , B , n , що входять в формулу (1), наведені в табл. На підставі даної залежності з використанням відомих співвідношень для визначення θ і F_0 оперативно визначають середню температуру подини й у будь-який момент часу з початку обпалення оцінюють її температурний стан.

Число Фур'є F_0 та безрозмірну температуру θ визначають за співвідношеннями, відомими із наведеного вище літературного джерела, С.112.

$$F_0 = 3600\lambda\Delta\tau / c_p\ell_0^2, \quad (2)$$

$$\theta = 3600\overline{t_\tau} \ell_0\Delta\tau\lambda / Q_\tau, \quad (3)$$

де λ , c_p - теплопровідність, Вт/(м·К), і питома об'ємна теплоємність, Дж/(м³·К), подових блоків відповідно;

$\Delta\tau$ - проміжок часу з початку обпалення, год.;

ℓ_0 - визначальний розмір, м;

$\overline{t_\tau}$ - середньооб'ємна температура подини;

Q_τ - кількість підведеної теплоти в процесі обпалення за даний проміжок часу, Дж.

Приклад визначення середніх температур подини.

Під час проведення будівельно-монтажних робіт електролізера визначають геометричні розміри подини, а перед початком процесу обпалення - її початкову температуру.

Теплофізичні властивості подових блоків вибираємо з довідкової літератури. За визначальний розмір ℓ_0 беруть висоту подових блоків.

Для поточного моменту часу з початку обпалення $\Delta\tau$ за формулою (2) обчислюють число Фур'є F_0 та кількість підведеної теплоти Q_τ

- при обпаленні електролізерів джоулевою теплою:

$$Q_\tau = 3600IU_p\Delta\tau;$$

- при полуменовому обпаленні електролізерів:

$$Q_\tau = 1000VQ_n^p\eta_{в.п}\Delta\tau,$$

де I - сила електричного струму, що проходить через електролізер, А; U_p - нагрівальна напруга на електролізері, В; V - масова (об'ємна) витрата палива за даний проміжок часу $\Delta\tau$ з початку обпалення, кг (м³); Q_n^p - нижча теплота згоряння палива, кДж/кг (кДж/м³); $\eta_{в.п}$ - коефіцієнт використання палива.

Коефіцієнт використання палива при полуменовому обпаленні електролізерів $\eta_{в.п}$ визначають за графіком, відомим з наведеного вище літературного джерела, С.185, при цьому орієнтовну середню температуру подини приймають на основі інформації про попередні обпалення електролізерів відповідного типу.

За залежністю (1) обчислюють безрозмірну середню температуру подини θ , а із співвідношення (3) фактичну середню температуру:

$$\overline{t_\tau} = \theta Q_\tau / 3600\ell_0\Delta\tau\lambda.$$

Отримане значення при полуменовому обпаленні електролізерів вважають попередньою оцінкою середньої температури подини.

Для визначення оціночної середньої температури уточнюються величини $\eta_{в.п}$, Q_τ , θ і остаточно визначають середню температуру подини в послідовності, описаній вище.

Таким чином, спосіб, що заявляється, базується на використанні простих рівнянь, розв'язання яких не потребує значних обчислювальних ресурсів і відбувається дуже швидко, що дозволяє оперативно оцінювати температурний стан подини при обпаленні алюмінієвих електролізерів і дає можливість використовувати його для розрахунків в реальному часі.

Таблиця

Тип електролізера	Сила струму, кА	Спосіб обпалення	Постійні коефіцієнти		
			$A \cdot 10^4$	$B \cdot 10^3$	n
3 анодами, що самовипалюються	156	Джоулевою теплотою на металі	0	1,524	0,628
	156	Полуменевий; диз. паливо, напівпромислова установка з 8 форсунками	2,52	0,538	1
	156	Полуменевий; диз. паливо, напівпромислова установка з 10 форсунками	2,03	1,183	1
	130	Полуменевий; природний газ, напівпромислова установка	2,2	0,634	1
3 випаленими анодами	120, 160, 175, 255, 300	Полуменевий; диз. паливо, промислова установка "HOTWORK" з 2 або 4 форсунками	8,3	1,26	1