



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **99788** (13) **U**  
(51) МПК  
**C25C 3/06** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2014 13868</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>24.12.2014</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.06.2015</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.06.2015, Бюл.№ 12</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Панов Євген Миколайович (UA), Боженко Михайло Федорович (UA), Даниленко Сергій Вікторович (UA), Навозенко Анна Петрівна (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", пр. Перемоги, 37, м. Київ-56, 03056 (UA)</b></p>
--	---

## (54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА КОРИСНОЇ ДІЇ АЛЮМІНІЄВИХ ЕЛЕКТРОЛІЗЕРІВ ПРИ ОБПАЛЕННІ

### (57) Реферат:

Спосіб визначення коефіцієнта корисної дії алюмінієвих електролізерів при обпаленні, при якому до початку процесу обпалення визначають розміри подини та її початкову температуру, теплофізичні властивості подових блоків та силу струму серії (при обпаленні електролізерів джоулевою теплотою) або нижчу теплоту згоряння палива (при полуменовому обпаленні електролізерів), а в процесі обпалення в задані моменти часу кількість підведеної теплоти. Для заданих моментів часу розраховують середню температуру подини і частку акумульованої подиною теплоти та визначають коефіцієнт корисної дії за формулою

$$\eta = \frac{\sum (q_{ai} \tau_i)}{\sum \tau_i},$$

де  $i$  - номер моменту часу;

$q_{ai}$  - частка акумульованої подиною теплоти на 1-й момент часу;

$\tau_i$  - інтервал від початку обпалення до  $i$ -го моменту часу, год.

UA 99788 U



Корисна модель належить до способів визначення ефективності технологічного обладнання та може бути використана для визначення коефіцієнта корисної дії (ККД) алюмінієвих електролізерів при обпаленні.

5 Одним з параметрів, що характеризують ефективність обпалення алюмінієвих електролізерів, є коефіцієнт корисної дії (ККД), за яким можна оцінювати корисні витрати підведеної в процесі обпалення теплоти на нагрівання подини та її втрати.

10 Найбільш близьким до пропонованого рішення є спосіб визначення ККД електролізерів, при якому до початку процесу обпалення визначають розміри подини та її початкову температуру, теплофізичні властивості подових блоків та силу струму серії (при обпаленні електролізерів джоулевою теплотою) або нижчу теплоту згоряння палива (при полуменовому обпаленні електролізерів), а в процесі обпалення - кількість підведеної теплоти, температури подини і конструкційних елементів. Після закінчення процесу обпалення на основі розрахунків складають тепловий баланс, а ККД електролізерів визначають як відношення кількості теплоти, витраченої на нагрівання подини до загальної витрати теплоти за період обпалення [1].

15 Недоліками даного способу є те, що визначення загального ККД електролізерів після завершення процесу обпалення є дуже трудомістким та непридатним для оцінки ефективності електролізерів у реальному часі.

20 В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення способу визначення ККД алюмінієвих електролізерів при обпаленні таким чином, щоб за рахунок оперативного оцінювання частки акумульованої теплоти, яка витрачається на нагрівання подини, спростити процедуру визначення ККД та зробити її придатною для використання в реальному часі.

25 Поставлена задача вирішується тим, що в способі визначення ККД алюмінієвих електролізерів при обпаленні, згідно з яким до початку процесу обпалення визначають розміри подини її та початкову температуру, теплофізичні властивості подових блоків та силу струму серії (при обпаленні електролізерів джоулевою теплотою) або нижчу теплоту згоряння палива (при полуменовому обпаленні електролізерів), а в процесі обпалення в задані моменти часу кількість підведеної теплоти, згідно з пропованою корисною моделлю, новим є те, що для заданих моментів часу розраховують середню температуру подини і частку акумульованої подиною теплоти та визначають ККД електролізера при обпаленні за формулою:

$$30 \quad \eta = \frac{\sum (q_{ai} \tau_i)}{\sum \tau_i}, \quad (1)$$

де  $i$  - номер моменту часу;  $q_{ai}$  - частка акумульованої подиною теплоти на 1-й момент часу;  $\tau_i$  - інтервал від початку обпалення до  $i$ -го моменту часу, год.

Частка акумульованої подиною теплоти визначається із наступного співвідношення

$$q_a = Q_a / Q_p, \quad (2)$$

35 де  $Q_a$  - кількість акумульованої подиною теплоти за відповідний інтервал часу, [кДж];  $Q_p$  - кількість підведеної до електролізера теплоти для цього ж інтервалу часу, [кДж].

Параметри  $Q_a$  і  $Q_p$  визначаються за відомими співвідношеннями [2].

Кількість акумульованої подиною теплоти, [кДж]

$$Q_a = V_p c_p (t_\tau - t_0), \quad (3)$$

40 де  $V_p$  - об'єм подини (вуглеграфітових блоків), [м<sup>3</sup>];  $c_p$  - питома об'ємна теплоємність вуглеграфітових блоків, [кДж/(м<sup>3</sup>·К)];  $t_\tau$  і  $t_0$  - середня поточна і початкова температури подини відповідно, [°C].

45 Середня поточна температура подини  $t_\tau$  визначається для будь-якого проміжку часу з початку обпалення електролізерів за відомою методикою, розробленою при дослідженнях температурно-теплових режимів обпалення алюмінієвих електролізерів [3].

Кількість підведеної теплоти, [кДж]:

- при обпаленні електролізерів джоулевою теплотою

$$Q_p = 3600 I U_p \tau_i; \quad (5)$$

- при полуменовому обпаленні електролізерів

$$50 \quad Q_p = 1000 B Q_H^p \eta_{в.п.} \tau_i. \quad (6)$$

де  $I$  - сила електричного струму, що проходить через електролізер, А;  $U_p$  - нагрівальна напруга на електролізері, В;  $B$  - масова (об'ємна) витрата палива за даний проміжок часу  $\tau_i$  з

початку обпалення, [кг (м<sup>3</sup>)];  $Q_H^p$  - нижча теплота згоряння палива, [кДж/кг (кДж/м<sup>3</sup>)];  $\eta_{в.п.}$  - коефіцієнт використання палива.

Коефіцієнт використання палива при полуменовому обпаленні електролізерів  $\eta_{в.п.}$  визначають за графіком [1, С. 185], при цьому орієнтовну середню температуру подини приймають на основі інформації про попередні обпалення електролізерів відповідного типу.

Приклад визначення частки акумульованої подиною теплоти.

Перед початком процесу обпалення визначають розміри подини та її початкову температуру, силу струму серії (при обпаленні електролізерів джоулевою теплотою) або нижчу теплоту згоряння палива (при полуменовому обпаленні електролізерів). Теплофізичні властивості вуглеграфітових подових блоків при різних температурах приймають за літературними даними. [2]

Задають декілька моментів часу так, щоб утворені інтервали часу відповідали найбільш суттєвим змінам в підведенні теплоти в електролізері (моменти оцінювання ККД електролізера). При цьому останній момент часу задають наприкінці процесу обпалення.

Під час процесу обпалення за вольтметром для поточного інтервалу часу  $\tau_i$  вимірюють нагрівальну напругу на електролізері  $U_p$  (при обпаленні електролізерів джоулевою теплотою) або за витратоміром знаходять витрату палива  $B$  (при полуменовому обпаленні електролізерів) та визначають середню температуру подини  $t_{ti}$ .

За формулами (3), (5) або (6) визначають кількість акумульованої і підведеної теплоти, а за формулою (2) - частку акумульованої подиною теплоти  $Q_{ai}$ .

За формулою (1) визначають поточний ККД обпалення електролізерів як усереднене значення часток акумульованої подиною теплоти.

Пропонована корисна модель дозволяє спростити визначення ефективності обпалення електролізерів та розрахувати ККД в реальному часі за рахунок оперативного оцінювання частки акумульованої теплоти, яка витрачається на нагрівання подини.

Джерела інформації:

1. Панов Е.Н. Тепловые процессы в электролизерах и миксерах алюминиевого производства / Е.Н. Панов, Г.Н. Васильченко, С.В. Даниленко и др.; под общ ред. Б.С. Громова. - М.: Издательский дом "Руда и металлы", 1998. - 256 с., С. 71-75.

2. Громов Б.С. Обжиг и пуск алюминиевых электролизеров / Б.С. Громов, Е.Н. Панов, М.Ф. Боженко и др.; под общ ред. Б.С. Громова. - М.: Издательский дом "Руда и металлы", 2001. - 336 с., С. 112; С. 167-169.

3. Патент на корисну модель 64284 Україна, МПК<sup>11</sup> C25C3/00. Спосіб визначення середньої температури подини при обпаленні алюмінієвих електролізерів / С.В. Даниленко, Є.М. Панов, М.Ф. Боженко, Н.А. Железко; заявник і патентовласник НТУУ "КПІ". - № u201101542; заявл. 10.02.2011; опубл. 10.11.2011, Бюл. № 21. - 4 с.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення коефіцієнта корисної дії алюмінієвих електролізерів при обпаленні, при якому до початку процесу обпалення визначають розміри подини та її початкову температуру, теплофізичні властивості подових блоків та силу струму серії (при обпаленні електролізерів джоулевою теплотою) або нижчу теплоту згоряння палива (при полуменовому обпаленні електролізерів), а в процесі обпалення в задані моменти часу кількість підведеної теплоти, який **відрізняється** тим, що для заданих моментів часу розраховують середню температуру подини і частку акумульованої подиною теплоти та визначають коефіцієнт корисної дії за формулою

$$\eta = \frac{\sum (q_{ai} \tau_i)}{\sum \tau_i},$$

де  $i$  - номер моменту часу;

$q_{ai}$  - частка акумульованої подиною теплоти на 1-й момент часу;

$\tau_i$  - інтервал від початку обпалення до  $i$ -го моменту часу, год.

---

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

---

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

---

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