



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **156028** (13) **U**  
(51) МПК (2024.01)  
**G01N 3/56** (2006.01)  
**G01N 27/14** (2006.01)  
**C10B 57/00**

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ  
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2023 04462</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>21.09.2023</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>02.05.2024</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>01.05.2024, Бюл.№ 18</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Трегубов Дмитро Георгійович (UA), Дадашов Ільгар Фірдосі огли (AZ), Гапон Юліана Костянтинівна (UA), Чиркіна-Харламова Марина Анатоліївна (UA), Шаршанов Андрій Янович (UA), Мінська Наталя Вікторівна (UA), Трегубова Флора Дмитрівна (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ, вул. Чернишевська, 94, м. Харків, 61023 (UA)</b></p>
---	---

**(54) СПОСІБ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ КОКСУ**

**(57) Реферат:**

Спосіб електричної оцінки якості коксу полягає у тому, що кокс фракції 6-10 мм випробовують у повітряному середовищі в умовах електроконтактного нагріву у термоізолюваному термостійкому барабані, що обертається зі швидкістю 30 об.·хв<sup>-1</sup>, та визначають якість коксу. Експрес-вимірювання проводять за час нагрівання проби до 670 °С зі сталою швидкістю 300 °С·хв<sup>-1</sup> у повітряному середовищі, але без подавання повітря, та з заповненням 90 % об'єму барабана. Реєструють вольт-амперну характеристику процесу нагріву, за якою визначають умовний електроопір холодного й гарячого стану проби та оцінюють міцність й реакційну здатність коксу.

**UA 156028 U**



Корисна модель належить до способів визначення електричного опору насипних твердих матеріалів, що нагріваються за допомогою електрики, залежно від зміни температури, та може бути використана для оцінки якості коксу та його схильності до самозаймання.

5 Питомий електричний опір є стандартним показником якості коксу; його визначають як падіння напруги на спресованому стовпчику коксу фракції <0,2 мм в матриці між пуансонами під тиском 20 МПа за умови дії постійного струму [1]. Це дозволяє оцінити частку анізотропних структур мікробудови коксу, але мало говорить про їх агрегацію у макробудову, про міцність, розвиненість внутрішньої поверхні, про реакційну здатність кускового коксу, який використовується у металургії.

10 За міжнародним стандартом якість кускового металургійного коксу [2] визначають для наважки масою 200 г фракції 19-22 мм за умов дії послідовних впливів: відновника CO<sub>2</sub>, температури та механічного впливу на стирання. Реакційну здатність визначають за індексом "CRI" як зменшення маси проби після ізотермічної витримки: 2 год., t=1100 °C, середовище - CO<sub>2</sub>. Міцність коксу визначають для залишку проби за індексом "CSR", який показує фракційний склад класів 10-22, 0,5-10, 0-0,5 мм після випробування протягом 30 хв у барабані (20 об.·хв<sup>-1</sup>). Недоліком такого випробування є роздільність окисного, температурного та механічного впливів, що лише опосередковано дозволяє оцінювати розміри, організації та агрегування анізотропних структур, а також не повністю моделює умови доменного процесу; крім того, вимірювання проб коксу з однаковими масами створює похибку у вигляді різної кількості частинок, які випробовуються, різної їх поверхні та шляху осипання у барабані.

20 Найбільш близьким аналогом корисної моделі є метод [3], за яким кокси фракції 6-10 мм випробовують у повітряному середовищі з інтенсивністю подавання 6 л·хв<sup>-1</sup> за електроконтактного нагріву з витриманням в ізотермічних умовах за температури 670 °C протягом 40 хв в барабані, який обертається зі швидкістю 30 об.·хв<sup>-1</sup>. За результатами дослідів визначають теплоту реакції окиснення методом компенсації електричної потужності, реєструють зміну об'єму, маси наважки, утворення фракції 0-1 мм. Але замість CO<sub>2</sub> реакцію проводять з O<sub>2</sub>, що дозволяє зменшити температуру дослідів, але виникає відмінність з доменним процесом. Неповнота тестування анізотропних структур, яка існує за попереднім методом, зберігається.

30 В основу корисної моделі поставлена задача проведення тестування організації анізотропних структур коксу шляхом встановлення показника електроопору насипного шару коксу у досліді для оцінки на цій підставі питомого електроопору речовини коксу, міцності та реакційної здатності.

35 Поставлена задача вирішується тим, що на відміну від найбільш близького аналога [3] проводять експрес-вимірювання якості коксу за час нагрівання проби до 670 °C зі сталою швидкістю 300 °C·хв<sup>-1</sup> у повітряному середовищі, але без подавання повітря, та з заповненням 90 % об'єму барабана, при цьому реєструють вольт-амперну характеристику процесу нагріву, за якою визначають умовний електроопір холодного та гарячого стану проби для оцінки міцності та реакційної здатності коксу.

Спосіб реалізують наступним чином:

40 Кокс фракції 6-10 мм з об'ємом проби 450 см<sup>3</sup> випробовують у термостійкому неструмопровідному барабані об'ємом 500 см<sup>3</sup> (30 об.·хв<sup>-1</sup>). Обертання необхідно для поновлення електричних контактів між частинками проби та вивільнення мікрозерен, які втратили зчеплення з матеріалом коксу. Нагрів проби зі швидкістю 300 °C·хв<sup>-1</sup> ведеться за рахунок пропускання електричного перемінного струму з керованою напругою крізь саму пробу, починаючи зі стандартної температури 25 °C з досягненням кінцевої температури вимірювання 45 670 °C. Якщо у найбільш близькому аналогу стала швидкість нагріву була способом стандартизувати баластний час дослідів, то у корисній моделі - це спосіб створення однакового впливу на досліджувану пробу під час вимірювання. Наявність повітря в об'ємі апарата в даному режимі особливої ролі не відіграє, оскільки за температур, менших за 670 °C, активна реакція речовини коксу з повітрям ще не починається. Збільшення об'єму проби відносно найбільш близького аналога зменшує шлях осипання та майже виключає її механічне стирання, тому об'єм проби коксу протягом вимірювання залишається сталим.

55 Під час випробування вимірюють динаміку зміни напруги та струму з визначенням середніх показників за кожні 5 с дослідів. Визначають умовний електроопір проби за перші та останні 5 с дослідів, проводять перерахунок на одиницю маси проби. Протягом перших та останніх 5 с дослідів підтримують напругу 40 В, після перших 5 с корегують напругу, щоб вийти на графік нагріву, після останніх 5 с - вимикають живлення. Умовний електроопір приймають на основі значення середньої амплітуди струму протягом 5 с дослідів з урахуванням зміни електроопору протягом нагріву. Визначення умовного електроопору  $\rho_{умов}$ , оцінка уявної густини  $\rho_{уяв}$ ,

реакційної здатності  $K$ , питомого електроопору речовини  $\rho_{\text{реч}}$  та структурної міцності  $M_c$  коксу проводяться за формулами:

умовний електроопір:  $\rho_{\text{умов}} = (R_r^2 + \Delta R) / (m R_r)$ ;

структурна міцність:  $M_c = 103,41 - 2,384 \rho_{\text{умов}}$ , %;

5 реакційна здатність:  $K = 0,0771(\rho_{\text{умов}} - 4) + 0,2952$ ,  $\text{см}^3/(\text{г}\cdot\text{с})$ ;

уявна густина:  $\rho_{\text{уяв}} = 1,1997 - 0,0323 \rho_{\text{умов}}$ ,  $\text{Ом}\cdot\text{см}$ ;

питомий електроопір речовини коксу:  $\rho_{\text{реч}} = 0,0157 \rho_{\text{умов}} - 0,0251$ ,  $\text{Ом}\cdot\text{см}$ ,

де  $R_r$  - розрахований опір барабана з пробєю у гарячому стані,  $\text{Ом}$ ;  $\Delta R$  - зменшення електроопору за нагріву до  $670^\circ\text{C}$ ,  $\text{Ом}$ ;  $m$  - маса проби,  $\text{кг}$ .

10 Чим менше електроопір у холодному стані, тим крупніші анізотропні структури у будові коксу та міцніше їх агрегування у структуру коксу. Значна різниця між "холодним" та "гарячим" електроопором свідчить про неготовий кокс та слабкість агрегування анізотропних структур у загальний каркас. Більшу кореляцію надає перерахунок на масу проби.

15 Напівкокси схильні до фізичного та теплового самозаймання, кокси схильні до теплового самозаймання. Чим більші визначені реакційна здатність та електроопір коксу, тим більше він схильний до самозаймання.

Джерела інформації:

1. Кокс. Метод визначення питомого електричного опору порошку коксу кам'яновугільного. ДСТУ 8831:2019. - К.: УкрНДНЦ, 2019. 18 с.

20 2. Кокс. Метод визначення індексу реакційної здатності коксу (CRI) і міцності залишку коксу після реакції (CSR) (ISO 18894:2018, MOD): ДСТУ 4703:2022. - К: Держстандарт України, 2022. 12 с.

25 3. Патент України № 116026 UA, МПК G01N 3/00, G01N 25/20. Спосіб термомеханохімічної оцінки якості коксу / Трегубов Д.Г., Тарахно О.В., Жернокльов К.В., Оржиховський Д.С.; заявн. та патентовл. НУЦЗУ, заявка а201601225, 12.02.2016; опубл. 25.01.2018, Бюл. № 2. 5 с.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

30 Спосіб електричної оцінки якості коксу, який полягає у тому, що кокс фракції 6-10 мм випробовують у повітряному середовищі в умовах електроконтактного нагріву у термоізолюваному термостійкому барабані, що обертається зі швидкістю  $30 \text{ об}\cdot\text{хв}^{-1}$ , та визначають якість коксу, який **відрізняється** тим, що експрес-вимірювання проводять за час нагрівання проби до  $670^\circ\text{C}$  зі сталою швидкістю  $300^\circ\text{C}\cdot\text{хв}^{-1}$  у повітряному середовищі, але без подавання повітря, та з заповненням 90 % об'єму барабана, при цьому реєструють вольт-амперну характеристику процесу нагріву, за якою визначають умовний електроопір холодного й

35 гарячого стану проби та оцінюють міцність й реакційну здатність коксу.