

УДК 669.162

В. В. Семаков, В. Б. Семакова, А. В. Монін

Приазовський державний технічний університет, г. Маріуполь

## ОЦІНКА ВІДНОВЛЮВАНОСТІ ЗАЛІЗОРУДНИХ МАТЕРІАЛІВ ДОМЕННОЇ ПЛАВКИ

Використання в шихті легковідновлюваних залізорудних матеріалів сприяє покращенню ТЕП доменної плавки. Підвищення відновлюваності шихти на 1 % (абс.) знижує питому витрату коксу приблизно на 4 кг / т чавуну. Під відновлюваністю залізорудного матеріалу (при ізотермічному відновленні) мається на увазі міра легкості, з якою кисень, пов'язаний із залізом, може бути видалений з натуральних або перероблених залізних руд за допомогою відновного газу.

Відновлюваність агломерату та окатків є найважливішою характеристикою їх якості та визначається перш за все мінералогічним складом, структурою і пористістю матеріалу, які, в свою чергу, також залежать від основності окускованої сировини. Методики лабораторного визначення відновлюваності залізорудних матеріалів аналогічні: крізь наважку матеріалу (маса 500 г, клас крупності окатків 10,0-12,5 мм, агломерату та кускових руд 18-20 мм), нагріту до температури (900-950 °С), пропускається газ-відновник (30-40 % CO, 70-60 % N<sub>2</sub>), і контролюється ступінь відновлення (СВ), як правило, за втратою маси зразка  $\Delta m$  (кисню), протягом 3 -4 годин (ГОСТ 28658-90 (ІСО 7215-85)). Згідно ДСТУ ISO 7215 : 2008 відносна відновлюваність – кінцевий (завершальний) СВ, що досягається протягом 3 годин:  $R_{відн} = \Delta m / m$ , ч. од., де  $m$  - маса кисню, пов'язаного з залізом перед відновленням (В).

З метою усунення впливу різної вихідної окисленості залізорудних матеріалів передбачається визначення абсолютного СВ, що характеризує відновлюваність щодо заліза (III) (ГОСТ 28657–90 (ІСО 4895–84):

$$R_{абс} = R_{абс}^{вих} + \frac{100(m_1 - m_2)}{\frac{3 \cdot 16}{2 \cdot 56} m_1 \cdot Fe_{заг}}, \text{ ч. од.}, \quad R_{абс}^{вих} = \frac{\frac{16}{2 \cdot 72} FeO + \frac{3 \cdot 16}{2 \cdot 56} Fe_{мет}}{\frac{3 \cdot 16}{2 \cdot 56} Fe_{заг}}, \text{ ч. од.},$$

де  $R_{абс}^{вих}$  – абсолютний СВ вихідної проби (ВП);  $m_1$  і  $m_2$  – маса проби до і після 4 годин В;  $FeO$ ,  $Fe_{мет}$  і  $Fe_{заг}$  – вміст FeO, металевого і загального заліза у ВП, %.

Визначення відновлюваності  $R_{відн}$  аналогічно розрахунку ступеня непрямого відновлення в доменній печі  $R_i$  (по Банзену і Рейхардту) як відношення кількості кисню, забраного непрямим шляхом від Fe, до вихідної кількості кисню, пов'язаного з залізом. Ступінь непрямого відновлення по М.О. Павлову  $r_i$ , яка розраховується як відношення кисню, забраного газами від FeO, до кількості кисню, пов'язаного із загальною кількістю заліза у FeO, не залежить від окисленості шихти, і являє собою ступінь металізації (СМ):  $r = 100 Fe_{мет} / Fe_{заг}, \%$  (відновлюваність щодо Fe (II)).

Проведені в ПДТУ дослідження [1] відновлюваності залізородних матеріалів, що застосовувалися в доменній шихті МК «Азовсталь», масометричним способом при витраті газу-відновника, що містив 98 % CO при витраті 4 дм<sup>3</sup>/хв і температурі 1000 °С, показали кращу відновлюваність окатків (рис., а) за  $R_{відн}$ . Оскільки витрата коксу на виплавку 1 т чавуну обумовлена розвитком прямого відновлення заліза з FeO, проведено оцінку відновлюваності сировини за СМ (рис., б). Виявилося, що агломерат МК «Азовсталь» відновлювався дещо швидше за окатки МихГЗК.

Ступінь металізації матеріалів  $r$  на межі зон відновлення газами і твердим вуглецем в доменній печі дорівнює ступеню непрямого відновлення  $r_i$ . Даний показник  $r$  є більш об'єктивним за  $R_{відн}$ , оскільки не залежить від окисленості шихти.

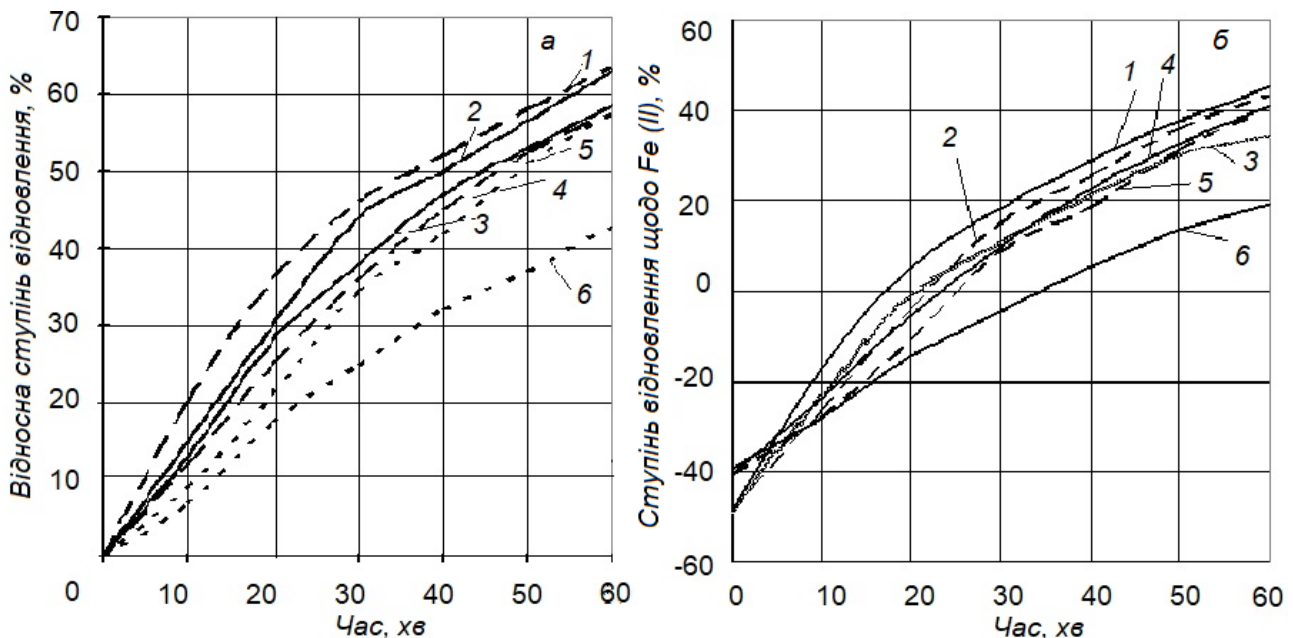


Рис. – Кінетичні криві відновлення залізородних матеріалів: 1 – окатиші ПівнГЗК; 2 – окатиші ПГЗК; 3 – окатки МихГЗК; 4 – агломерат МК «Азовсталь»; 5 – агломерат МК ім. Ілліча; 6 – агломерат ПівдГЗК

### Список літератури

1. Рациональное перераспределение многокомпонентной железорудной шихты с различной восстановимостью по радиусу колошника доменной печи / В.П. Тарасов [и др.] // Metall и литьё Украины. – 2003. – № 7-8. – С. 10-12.

УДК 669.162.261.3

**В. Б. Семакова<sup>1</sup>, В. П. Руських<sup>1</sup>, С. А. Каріков<sup>2</sup>, В. В. Семаков<sup>1</sup>, Гудим Л.О.<sup>1</sup>**

1 – Приазовський державний технічний університет, Маріуполь

2 – ПрАТ «МК «АЗОВСТАЛЬ»

### **РЕГУЛЮВАННЯ РАДІАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ГАЗОВОГО ПОТОКУ В ДОМЕННІЙ ПЕЧІ ЗА ІНФОРМАЦІЄЮ ТЕРМОЗОНДІВ**

Радіальний розподіл газового потоку (РРГП) взаємопов'язаний з розподілом шихти перетином колошника, що формується при завантаженні матеріалів у піч завантажувальним пристроєм (ЗП). Радіальний розподіл шихти і газів визначає рівність сходу матеріалів у доменній печі (ДП) і ступінь використання відновної енергії (СВВЕ) газового потоку, що зумовлює питому сумарну витрату палива.

В ІЧМ [1] запропоновано показники щодо оцінки РРГП за інформацією термозондів, що вимірюють температуру газів над поверхнею засипу ( $T_r$ ) по 8 точках радіусу колошника, і встановлено їхні раціональні значення за технологією плавки із сумісним використанням пиловугільного палива і природного газу: розвиток периферійного  $K_1 = 0,65-0,86$  (відношення середньої  $T_r^{1-2}$  у точках 1-2 до середньої температури радіусом колошника  $T_r^{cp}$ ) та осьового  $K_2 = 1,57-2,11$  ( $T_r^8/T_r^{cp}$ ) газових потоків, газопроникність проміжної зони  $K_3 = 0,79-0,87$  ( $T_r^{3-6}/T_r^{cp}$ ), ширина осьової коксової віддушини  $K_4 = 1,12-1,46$  ( $T_r^8/T_r^7$ ), – при завантаженні ДП конусним ЗП.

В умовах ДП корисним об'ємом  $1719 \text{ м}^3$  завантаження шихти здійснювалося циклом ААКК↓-n, КААК↓-m (90 % при  $n = 4$ ,  $m = 1$ , решта – при  $n = 3$ ,  $m = 2$ ) [2]. При цьому спостерігалось найбільше довантаження периферійної зони  $K_1 = 0,70$ , дещо нижче – у проміжній зоні  $K_3 = 0,87$ , що відповідає раціональному (рис., пунктирна лінія). Розвиток осьового потоку був нижчим за раціональний  $K_2 = 1,45$  при необхідному співвідношенні температур у вісьовій та привісьовій зонах  $K_4 = 1,31$ . Даний цикл