

Лозович А.В., Житов С.О., Загайнов С.А.
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
г. Екатеринбург
al.lozovich@gmail.com

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА НА ПОКАЗАТЕЛИ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ

Известно, что удельный расход кокса во многом определяется развитием реакций косвенного восстановления, а производительность печи – газопроницаемостью слоя шихты. Как газопроницаемость, так и скорость восстановления зависят от гранулометрического состава железорудных материалов.

Для количественной оценки влияния гранулометрического состава разработана методика, основанная на уравнении газодинамики и скорости восстановления куска.

Скорость восстановления куска зависит от его размеров. Реакция восстановления протекает на поверхности куска, поэтому скорость реакции пропорциональна площади этой поверхности [1].

$$\omega = \frac{\Delta m}{\Delta \tau} = 4\pi r_0 (r_0 - fr_0)^2 \cdot (\Delta f / \Delta \tau) \rho_0,$$

где r_0 – начальный радиус куска, f – степень восстановления, ρ_0 – плотность куска.

$$f = \left(\frac{k}{r_0 \rho_0} \right) \cdot \tau.$$

Площадь поверхности рассчитывается по формуле:

$$S = \sum 7.8 \cdot \frac{g_i}{d_i} \cdot (1 - \varepsilon),$$

где g_i – доля i -й фракции, d_i – диаметр куска i -й фракции, ε – порозность слоя.

Отсюда начальный радиус куска:

$$r_0 = \sqrt{\frac{S}{4 \cdot \pi}}.$$

Концентрация газа восстановителя определяется общим количеством газа проходящего через слой, которое зависит от газопроницаемости слоя. Газопроницаемость слоя определяется уравнением Эргона [2].

$$\Delta P = \lambda \cdot \frac{h}{d_y} \cdot \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon^3} \cdot \frac{T}{T_0} \cdot \frac{P_0}{P} \cdot \frac{\rho_0 \cdot w_0^2}{2}$$

В качестве показателя удельного газодинамического сопротивления слоя шихты использована та часть уравнения Эргона, которая учитывает диаметр кусков и порозность слоя.

$$\Delta P_{\emptyset} = \frac{1}{d_y} \cdot \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon^3}$$

Алгоритм моделирования состоит следующих этапов:

1. Расчет порозности слоя.
2. Расчет показателя газодинамического сопротивления слоя.
3. Расчет площади поверхности куска.
4. Определение начальной скорости восстановления.
5. Определение количества газа, проходящего через слой.

В работе выполнен анализ влияния гранулометрического состава агломерата ОАО «НЛМК» на показатели доменной плавки. Изучалось влияние снижения крупной фракции, при этом принималось, что содержание других фракций изменялось пропорционально. Сначала удалялась фракция «+40», затем фракция «+25». Полученные данные представлены в таблице 1.

V^*/V – характеризует допустимое увеличение выхода газов при сохранении прежнего перепада давления,

ω^*/ω – относительное изменение скорости восстановления при одинаковых условиях, но разном гранулометрическом составе.

Таблица 1

Результаты расчетов

	Гранулометрический состав, %					ε	$\Delta P_{ш}$	r_0	ω	V^*/V	ω^*/ω
	-5	5-10	10-25	25-40	+40						
АМ-1	6,2	30,5	42,1	8,4	12,8	0,371	1164	6,08	3385	1	1
	7,1	35,0	48,3	9,7	0,0	0,452	626	5,99	3243	1,36	0,96
	7,8	38,7	53,4	0,0	0,0	0,392	1142	6,55	4227	1,01	1,25
АМ-2	6,9	34,6	40,6	6,6	11,3	0,363	1349	6,33	3827	1	1
	7,8	39,0	45,7	7,4	0,0	0,449	678	6,18	3559	1,41	0,93
	7,8	38,7	53,4	0,0	0,0	0,392	1142	6,55	4227	1,09	1,10
АМ-3	3,8	25,1	47,8	8,9	14,3	0,389	846	5,56	2596	1	1

	4,4	29,3	55,8	10,4	0,0	0,476	446	5,47	2464	1,38	0,95
	7,8	38,7	53,4	0,0	0,0	0,392	1142	6,55	4227	0,86	1,63
АМ-4	5,0	23,7	49,5	9,7	12,1	0,394	842	5,66	2734	1	1
	5,7	26,9	56,3	11,1	0,0	0,471	475	5,56	2591	1,33	0,95
	7,8	38,7	53,4	0,0	0,0	0,392	1142	6,55	4227	0,86	1,55

По результатам можно сделать вывод, что при снижении максимальных размеров агломерата наблюдается улучшение характеристик слоя шихты, рост концентрации газа восстановителя, а также скорости восстановления. Необходимо отметить, что при удалении крупных фракций, возможно увеличение процентного содержания фракции «-5» для снижения начального радиуса куска, тем самым увеличив начальную скорость восстановления.

Список источников

1. Вегман Е.Ф. Доменное производство : справ. изд-е. В 2-х т. Т. 1. Подготовка руд и доменный процесс / под ред. Вегмана Е.Ф. М.: Металлургия, 1989. 486 с.
2. Шварцман А.А., Жуховицкий А.А. Начала физической химии для металлургов. М.: Металлургия, 1991. 208 с.