

# АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ГАЗОВОГО ПОТОКА В ДОМЕННЫХ ПЕЧАХ ОАО «МК «АЗОВСТАЛЬ»

Семаков В.В. (МЧ-06М)\*

Приазовский государственный технический университет

Восстановительная работа газового потока в печи является одним из факторов, определяющих удельный расход кокса доменной плавки. Для условий работы доменных печей (ДП) МК «Азовсталь» в 2007 г. (табл.) определена степень использования газа по СО  $\eta_{CO}$ , суммарная  $\eta_{\Sigma}$ , по реакции восстановления  $FeO\eta_{\phi}$  и равновесная  $\eta_w$  в зоне умеренного теплообмена.

Таблица – Показатели работы доменных печей МК «Азовсталь» в 2007 г.

Показатель	ДП № 2	ДП № 3	ДП № 4	ДП № 5	ДП № 6
Расход кокса $K$ , кг/т чугуна	499,4	541,7	531,9	525,8	487,4
Содержание железа в шихте, %	58,61	58,46	58,81	59,21	59,03
Доля окатышей в шихте, %	66,53	66,33	71,44	68,49	65,47
Расход природного газа, м <sup>3</sup> /т чугуна	112,3	100,7	102,8	116,2	119,1
Температура дутья, °С	1129	965	1019	1003	1102
Содержание кислорода в дутье, %	23,99	25,11	24,29	24,64	25,47
Тепловые потери, %	12,6	11,8	10,5	14,4	8,4
Минимальный $K_{min}$ , кг/т чугуна	424,2	465,04	436,06	432,19	404,69

Данные показатели неоднозначно оценивают восстановительную работу газового потока (рис. а). Качественно одинаково (рис. а, б) ее характеризуют  $\eta_{\phi}$ , комплексный показатель эффективности восстановительных процессов И.Ф. Курунова

$$\delta_{\eta} = 100\eta_{\phi}/\eta_w = 100r_i/r_{iw}, \quad (1)$$

где  $r_i$  и  $r_{iw}$  – фактическая и равновесная степени косвенного восстановления (СКВ) по М.А. Павлову;

критерий полноты косвенного восстановления

$$K_{r_i} = 100 \cdot r_i / r_{i_{max}}, \quad (2)$$

где  $r_{i_{max}}$  – максимальная СКВ, соответствующая максимальной  $\eta_{wmax}$ .

На рис. в и г показано изменение показателей восстановления ДП при  $\eta_{\phi} \rightarrow \eta_{wmax}$ , спрогнозированное математическим моделированием доменного процесса на основе решения системы двух уравнений – потребности в коксе-восстановителе  $K_{\phi}$  и источнике тепла  $K_m$ :

$$\begin{array}{cccc} \text{ДП № 2} & \text{ДП № 3} & \text{ДП № 4} & \text{ДП № 6} \\ \left\{ \begin{array}{l} K_m = 838,1 - 497,4r_i, \\ K_{\phi} = 239,5 \frac{r_i}{\eta_{\phi}} - 164,6; \end{array} \right. & \left\{ \begin{array}{l} K_m = 906,9 - 537,0r_i, \\ K_{\phi} = 248,1 \frac{r_i}{\eta_{\phi}} - 142,8; \end{array} \right. & \left\{ \begin{array}{l} K_m = 852,6 - 522,5r_i, \\ K_{\phi} = 245,5 \frac{r_i}{\eta_{\phi}} - 145,1; \end{array} \right. & \left\{ \begin{array}{l} K_m = 821,0 - 519,5r_i, \\ K_{\phi} = 245,1 \frac{r_i}{\eta_{\phi}} - 173,1. \end{array} \right. \end{array} \quad (3)$$

Кривая изменения  $K_{r_i}$  и прямая –  $\delta_{\eta}$  (рис., г) практически совпадают для

\* Руководитель – д.т.н., профессор кафедры металлургии чугуна ПГТУ Тарасов В.П.

всех ДП, следовательно, по ним можно сравнивать восстановительную работу разных печей. Наиболее полно восстановительные процессы протекали в ДП № 3, что подтверждается достижением  $K_{r_i}=84,68\%$ ,  $\delta_{\eta}=76,38\%$ ,  $\eta_{\phi}=25,56\%$ , наименее полно – в ДП № 4:  $K_{r_i}=80,41\%$ ,  $\delta_{\eta}=71,06\%$ ,  $\eta_{\phi}=23,82\%$ .

Мерой экономичности восстановительных процессов доменной плавки может служить критерий  $V_s = r_i / \eta_{\phi}$ , который показывает во сколько раз больше расход газа-восстановителя по сравнению с объемом атомарного кислорода шихты, содержащегося в FeO. Наиболее экономично протекали процессы восстановления в доменной печи № 6:  $V_s=2,643$ , а наименее экономично – в печи № 5:  $V_s=2,811$ . Наиболее экономичный режим восстановительных процессов доменной плавки выбран на печи № 6 при  $V_{s_{min}}=2,357$  и № 4 при  $V_{s_{min}}=2,367$ , на печи № 5 выбран наименее экономичный режим при  $V_{s_{min}}=2,52$  (рис., д).

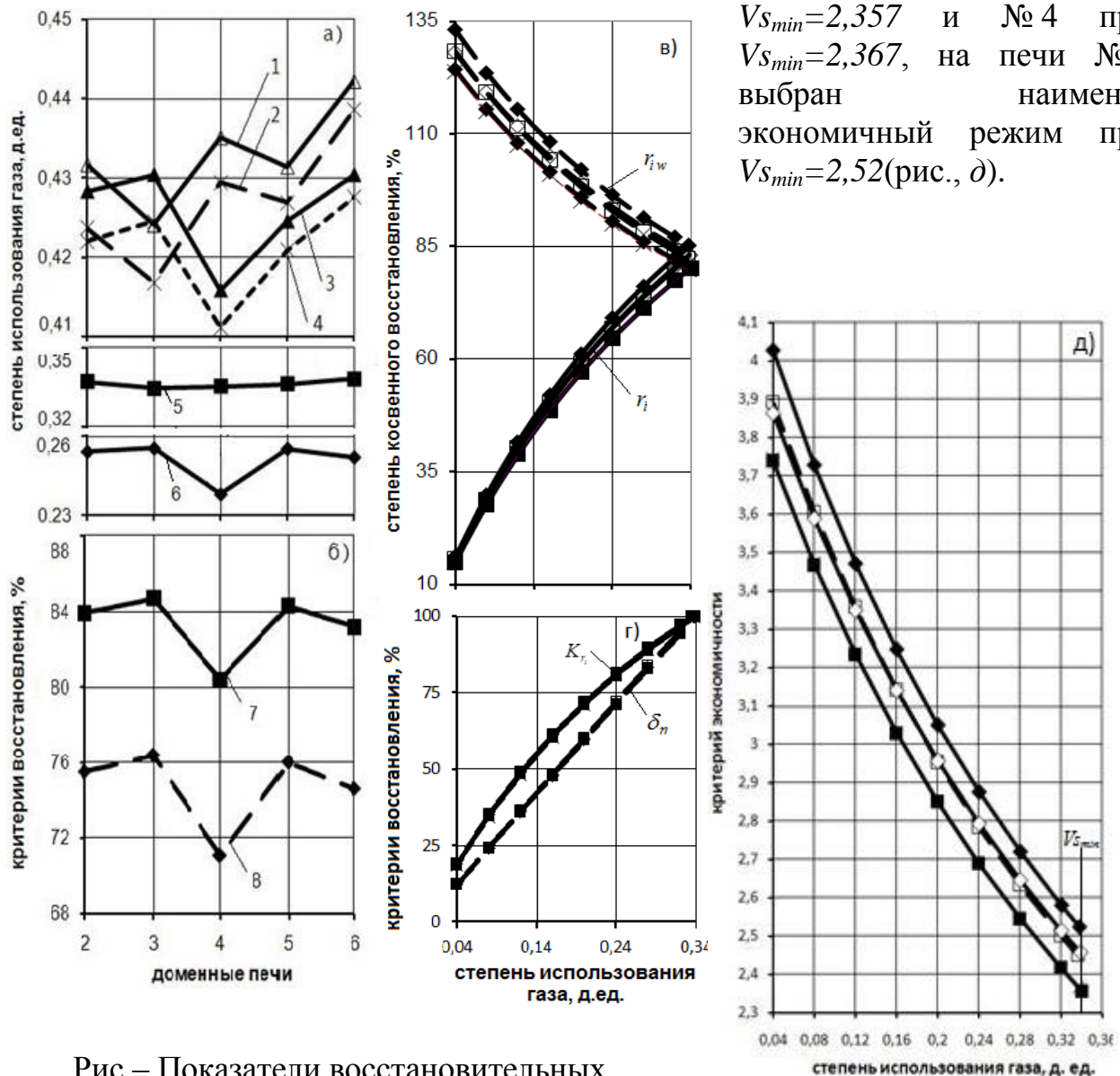


Рис.– Показатели восстановительных процессов в ДП МК «Азовсталь» в 2007 г.: 1 –

$\eta_{CO}$ ; 2 –  $\eta_{CO}$  без  $CO_2$  флюса; 3 –  $\eta_{\Sigma}$ ; 4 –  $\eta_{\Sigma}$  без  $CO_2$  флюса; 5 –  $\eta_w$ ; 6 –  $\eta_{\phi}$ ; 7 –  $K_{r_i}$ ; 8 –  $\delta_{\eta}$ ;  $\diamond$  – ДП № 2;  $\square$  – ДП № 3;  $\times$  – ДП № 4;  $\blacklozenge$  – ДП № 5;  $\blacksquare$  – ДП № 6