

## **СОЧЕТАНИЕ ПЫЛЕУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА И ЧАСТИЧНО МЕТАЛЛИЗИРОВАННОЙ ШИХТЫ – ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОГО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Минаев А.А., Рыженков А.Н., Ковалёв А.И., Ярошевский С.Л.  
ДонНТУ, ОАО “ДМЗ”, концерн “Энерго”

*Оцінено перспективи розробки і впровадження технології доменної плавки з вдуванням у горно на 1 т чавуна 100-200 кг пиловугільного палива і використанням як компенсуючого фактору 300-400 кг металізованої шихти, виробництво якої може бути організоване на базі вторинних залізовмісних матеріалів. Реалізація пропозиції забезпечує зниження витрати коксу на 1 т чавуна до 300-350 кг (35-40 %), вивід зі складу дуття природного газу, приріст продуктивності на 25 %, зниження собівартості 1 т чавуна на 60 грн, істотні сприятливі зміни екологічної обстановки. Окупність додаткових капітальних вкладень – менш 3-х років.*

Промышленная установка приготовления и вдувания пылеугольного топлива (ПУТ) в доменные печи Донецкого металлургического завода, введенная в эксплуатацию в 1980 г., работала практически непрерывно до 1996 г. В 2002 г. на данной установке выполнен капитальный ремонт с элементами реконструкции и увеличением мощности. На установке применена и усовершенствована наиболее прогрессивная принципиальная схема, рассчитанная на индивидуальный и регулируемый подвод ПУТ в каждую фурму доменной печи. На основе новых средств измерения и систем автоматики обеспечены подача ПУТ во времени и по фурмам с неравномерностью  $\pm 5-10\%$ , взрыво- и пожаробезопасность оборудования.

Освоение технологии с вдуванием на 1 т чугуна 95-97 кг ПУТ из угля марки “Т” и внедрение комплекса компенсирующих мероприятий сопровождалось снижением расхода кокса на 83-105 кг/т чугуна (14,7-18,6 %) при одновременном снижении расхода природного газа (ПГ) на 28-33 м<sup>3</sup>/т чугуна, причем коэффициент замены кокса ПУТ составил 0,856-1,105 кг/кг. Совместное вдувание в горн ПУТ+ПГ+О<sub>2</sub> позволило по сравнению с вариантом технологии ПГ+О<sub>2</sub> повысить экономию кокса практически в 2 раза.

Развитие и совершенствование технологии плавки с вдуванием в горн ПУТ в сочетании с мероприятиями полной и комплексной компенсации создает предпосылки как для значительного снижения расхода кокса (30-50 %) так и для сокращения до 40-50 м<sup>3</sup>/т чугуна или полного вывода из состава дуття ПГ, что в технологических условиях металлургических предприятий Украины представляется особенно актуальным и перспективным.

Однако, низкое качество железорудной шихты, ПУТ и кокса, высокий приход на 1 т чугуна серы и щелочей (до 5-10 кг) препятствуют достижению стабильной и форсированной работы доменной печи № 2 ОАО “ДМЗ” при повышенном расходе топлива.

Теоретические соображения и мировой промышленный опыт США, Германии и др. (1995-2000 гг.) показывают, что высокоэффективное и комплексное решение проблем доменной технологии на ОАО “ДМЗ” может быть обеспечено за счет введения в шихту 250-300 кг/т чугуна металлизированных окатышей, производство которых может быть освоено на ОАО “ДМЗ” из вторичных железорудных материалов (колошниковая пыль, шлам, окалина, отсев агломерата и др.) и железорудного концентрата с содержанием 65-67,5 % железа центрального, Полтавского или Лебединского горно-обогатительных комбинатов (ЦГОК, ПГОК, ЛебГОК).

Стоимость таких окатышей, благодаря максимальному участию вторичных железорудных материалов, составит 210-230 грн/т, т.е. примерно будет равна стоимости окатышей ЛебГОК.

Частичная металлизация шихты является новым и высокоэффективным компонентом технологии, так же являющимся сильным компенсирующим фактором: так, при прочих равных условиях металлизация шихты на 25 % обеспечивает снижение расхода кокса на 64,6 кг/т чугуна, расхода флюса на 36,0 кг/т чугуна, выход горновых газов на 138,7 м<sup>3</sup>/т чугуна, дополнительное снижение основности шлака на 0,03 единицы и т.д. (рис. 1, табл. 1)

Для производства металлизированных окатышей в количестве 350-400 тыс.т в год за рубежом используются подовые вращающиеся печи, диаметром до 21 м [1].

Печь с вращающимся подом является агрегатом для реализации эффективного и гибкого технологического процесса прямого восстановления, которая производит железорудные окатыши с высокой степенью металлизации из вторичных железорудных материалов, мелких железных руд, концентратов и различных углесодержащих восстановителей.

Зарубежный опыт показывает, что введение в шихту до 20-25 % металлизированных окатышей обеспечивает прирост производительности печи на 20-30 %, достигая уровня 3,5-4,4 т/(м<sup>3</sup>·сутки) [2].

Однако, основной эффект данной технологии определяется тем, что металлизированная шихта является эффективнейшим комплексным компенсирующим мероприятием, способствующим повышению оптимального расхода ПУТ до 200-250 кг/т чугуна и выше, и соответственному улучшению показателей доменной плавки.

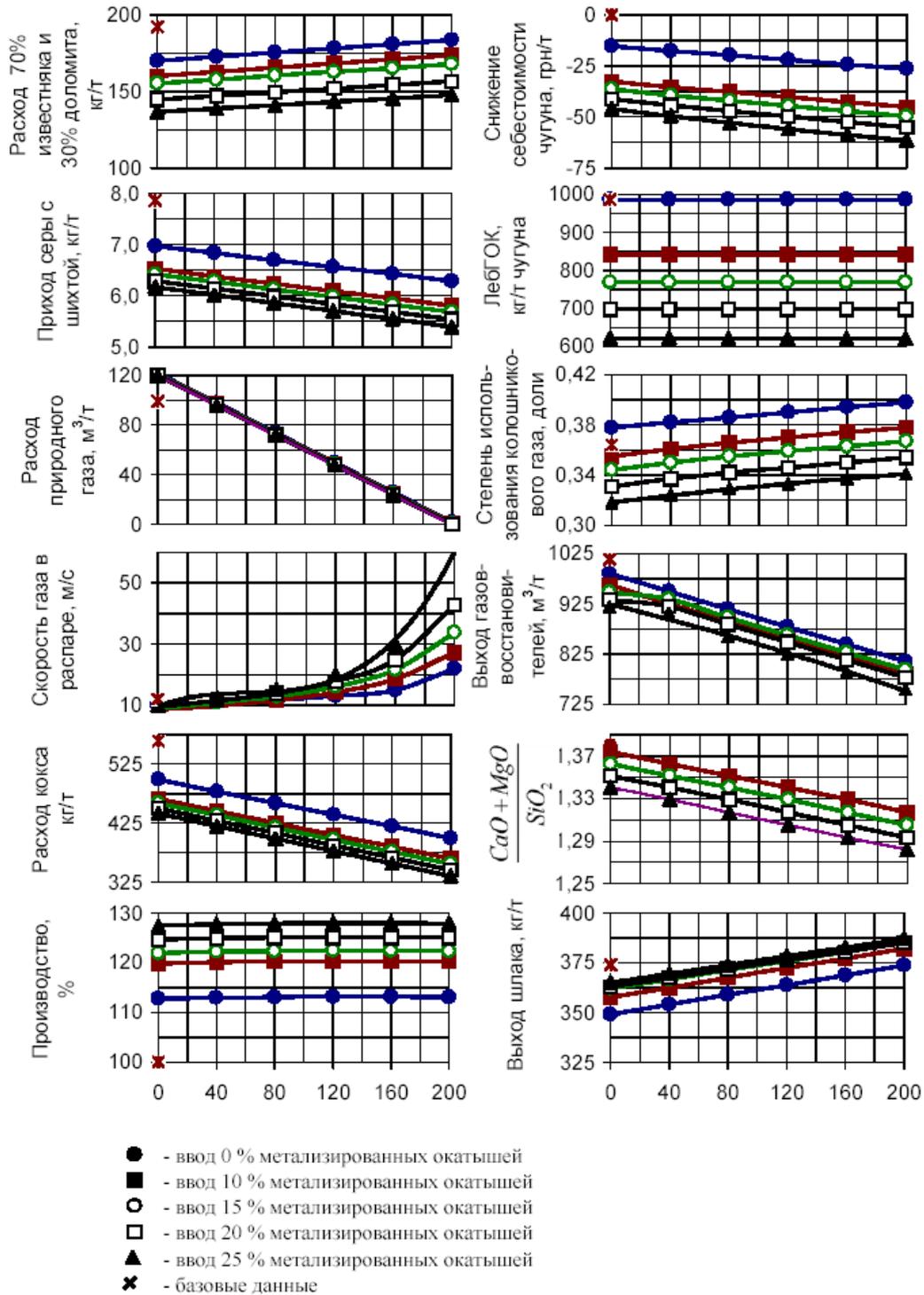


Рисунок 1 - Расчетные показатели доменной плавки при вдувании пылеугольного топлива при различном расходе металлизированных окатышей из местных отходов при применении компенсирующих мероприятий для условий дп № 2 ОАО "ДМЗ" (база 21.12.02-01.01.03г.)

В базе: ЮГОК 485 кг/т; ЛебГОК 986 кг/т; тем-ра дутья 1085° С; кислород в дутье 22,80 %  
 В качестве компенсирующих мероприятий использовали: улучшение качество кокса по М 25 и М 10; вывод шлака SiMn; ввод доломита; повышение температуры дутья - 1120° С и кислорода в дутье - 25 %; введение 35 кг/т коксового орешка; оптимизация технологического режима; неравномерность распределения ПУТ по фурмам ±5%; сера в ПУТ 0,3 %

Таблица 1 - Показатели работы доменной печи №2 ОАО “ДМЗ”

Показатели	Периоды			Режим с использованием металлизированной шихты (расчетный)
	База	Опытно-промышленные плавки		
		21.12.02-01.01.03	22.06-21.07.03	
Производство горячего чугуна расч., т/сутки	2046	1887	1944	2628,3
Уд. производительность, т/(м <sup>3</sup> ·сутки)	1,98	1,83	1,88	2,5
Расход кокса (сух.), кг/т	566	477	456	300,3
Расход коксового орешка, кг/т	0	0	0	35,0
Сумма кокса и коксового орешка, кг/т	566	491	468	335,3
Расход ПУТ, кг/т	0	97	112	200,0
Расход шихтовых материалов, кг/т:				
агломерат ЮГОК	487	1003	1008	485
окатыши ЛебГОК	989	621	624	622
металлизированные окатыши	0	0	0	350
железная руда	20	4	6	0
известняк	192	164	161	103,4
доломит (17 % MgO)	0	0	0	44,3
Дутье: расход, м <sup>3</sup> /мин				
давление, кПа	240	244	235	-
температура, °С	1085	1102	1063	1120
содержание O <sub>2</sub> , %	22,75	22,82	23,98	25,00
Расход природного газа, м <sup>3</sup> /т чугуна	99	49	45	0
Расход кислорода, м <sup>3</sup> /т чугуна	32	37	52	69
Колошниковый газ:				
давление, кПа	116	129	124	-
температура, °С	263	274	278	210
Содержание S в чугуне, %	0,035	0,038	0,035	0,032
Содержание MgO в шлаке, %	3,42	2,86	3,07	5,68
CaO/SiO	1,29	1,29	1,29	1,14
(CaO+MgO)/SiO <sub>2</sub>	1,38	1,36	1,37	1,28
Выход шлака, кг/т	371	446	436	387,1
Выход горновых газов, м <sup>3</sup> /т	2076	1866	1802	1684
Выход колошниковых газов, м <sup>3</sup> /т	2108	2066	1977	1841
Выход восстановительных газов, м <sup>3</sup> /т	827	798	795	754
Теоретическая температура горения, °С	2073	2121	2135	2175
Степень использования СО, доли	0,373	0,413	0,410	0,341
Степень прямого восст. железа,	0,462	0,481	0,421	0,314

В условиях доменного цеха ОАО “ДМЗ” введение металлизированной шихты предопределяет возможность:

- полного и высокоэффективного использования вторичных железорудных материалов естественной влажности как ОАО “ДМЗ” (90 тыс. т/год), так и других поставщиков (например ОАО “МакМК” 98 тыс. т/год);
- отсева из агломерата до 80-90 % мелочи 5-0 мм и соответственного улучшения показателей доменной плавки;
- значительного сокращения расхода на выплавку чугуна окатышей (ЛебГОК), известняка, снижения выхода шлака и минимум вдвое – выноса колошниковой пыли;
- вывода из состава дутья природного газа и повышение оптимального расхода ПУТ до 200-250 кг/т чугуна;
- снижение расхода кокса до 350 кг/т чугуна и ниже и себестоимости чугуна на 55-60 грн/т, прирост производительности доменной печи объёмом 1033 м<sup>3</sup> до 2,6 т/(м<sup>3</sup>·сутки) (27 %).

Максимально полно и эффективно при этом используются практически все вторичные железосодержащие материалы ОАО “ДМЗ” и ОАО “МакМК”, что создает предпосылки для существенного оздоровления окружающей среды.

Предложенное техническое решение – сочетание частичной металлизации шихты и повышенного расхода ПУТ, не освоено в отечественной и зарубежной практике, поэтому его основные элементы могут быть защищены патентами Украины и стать собственностью ОАО “ДМЗ” и ДонНТУ.

Реализация подобного проекта может стоить 30-50 млн. долларов США. Однако, благодаря достигаемому эффекту, окупаемость капитальных вложений составит 2,5-3 года и обеспечит условия, как для расширения производства, так и качественного повышения рентабельности предприятия.

## **Литература**

1. Новое поколение печей с вращающимися подом для производства губчатого железа /Р. Дегель, П. Фонтана, Дж. Марчи, Х.-Ю. Лемкюпер // Черные металлы. – 2000. – № 7. – С.31-39.

2. Савчук Н.А., Курунов И.Ф., Доменное производство на рубеже XXI века // Новости черной металлургии за рубежом. - 2000.- Часть II.- Приложение 5. - М.: АО Черметинформация. – 42 с.

Поступила в редакцию 11 января 2004 года