

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 м³/т чугуна, причем коэффициент замены кокса ПУТ составил 0,856-1,105 кг/кг. Совместное вдувание в горн ПУТ+ПГ+O₂ позволило по сравнению с вариантом технологии ПГ+O₂ 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 м³/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 м³/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/(м³·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.

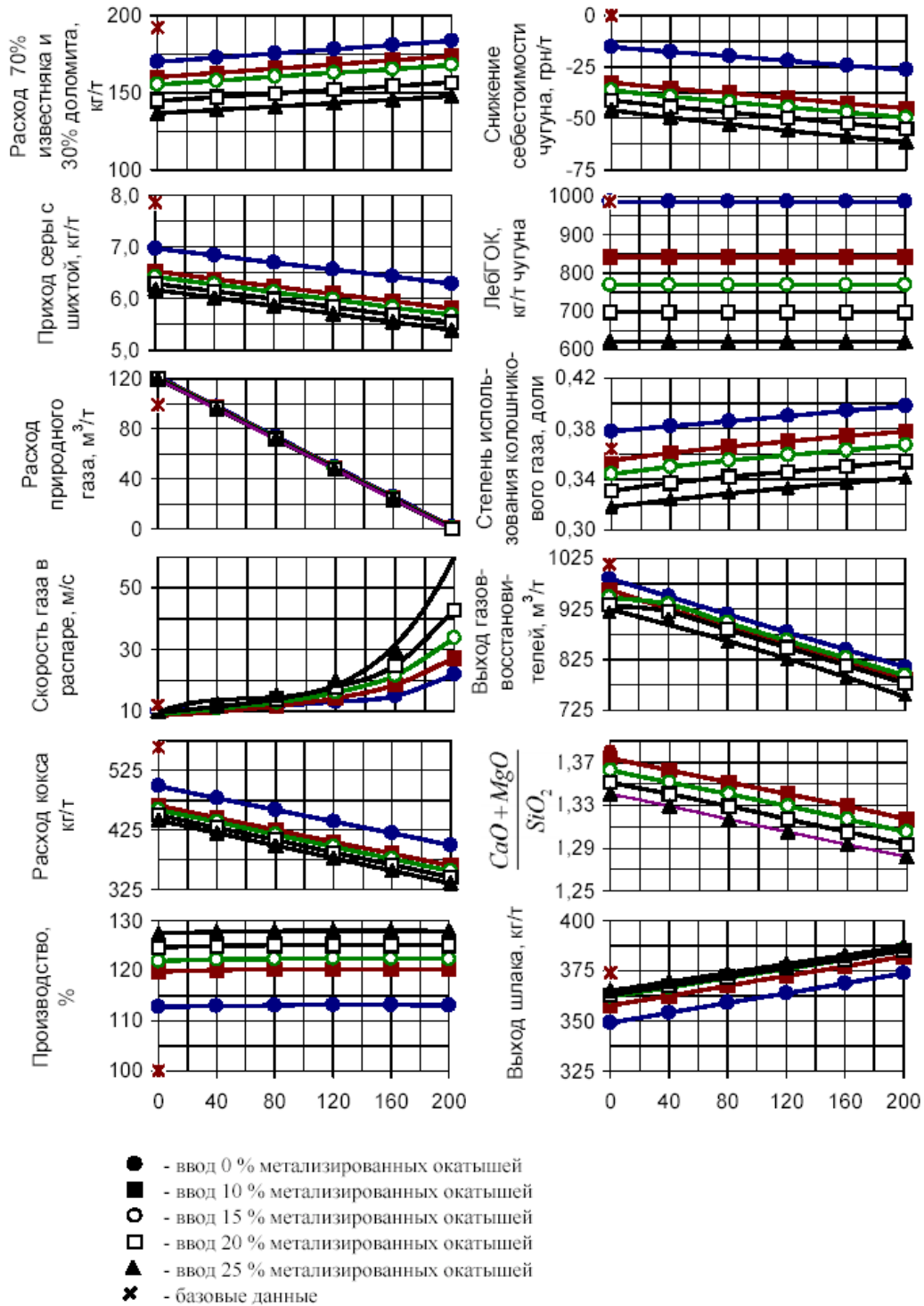


Рисунок 1 - Расчетные показатели доменной плавки при вдувании пылеугольного топлива при различном расходе металлизированных окатышей из местных отходов при применении компенсирующих мероприятий для условий дп № 2 ОАО "ДМЗ" (база 21.12.02-01.01.03г.)

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 ³ ·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 ³ /мин | | | | |
| давление, кПа | 240 | 244 | 235 | - |
| температура, °С | 1085 | 1102 | 1063 | 1120 |
| содержание O ₂ , % | 22,75 | 22,82 | 23,98 | 25,00 |
| Расход природного газа, м ³ /т чугуна | 99 | 49 | 45 | 0 |
| Расход кислорода, м ³ /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 ₂ | 1,38 | 1,36 | 1,37 | 1,28 |
| Выход шлака, кг/т | 371 | 446 | 436 | 387,1 |
| Выход горновых газов, м ³ /т | 2076 | 1866 | 1802 | 1684 |
| Выход колошниковых газов, м ³ /т | 2108 | 2066 | 1977 | 1841 |
| Выход восстановительных газов, м ³ /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 (ЛебГ ОК), 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 м³ до 2,6 т/(м³·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