

## ИСПЫТАНИЕ ТОРФЯНЫХ ТОПЛИВО-ПЛАВИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЛАБОРАТОРНОЙ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

С. И. СМОЛЬЯНИНОВ, В. С. АРХИПОВ, Г. Г. КРИНИЦЫН

(Представлена научно-методическим семинаром ХТФ)

Большую роль в обеспечении третьей металлургической базы СССР железной рудой может сыграть крупнейший в мире Западно-Сибирский железорудный бассейн. Огромные запасы торфа в Западной Сибири создают благоприятные технико-экономические условия для комплексного использования этого сырья в металлургической и химической промышленности. Идея использования воздушно-сухого кускового торфа и торфо-кокса в доменных печах издавна привлекала внимание ряда исследователей [1, 2].

В Томском политехническом институте разработана принципиально новая технология получения доменной моношихты (топливо-плавильных материалов) на основе торфа [3].

Принятые методики испытания каменноугольного кокса не могут быть прямо перенесены на металлургическое топливо другого вида, так как не отражают фактического поведения топлива в доменной печи [4].

Многие вопросы поведения шихты в условиях доменной плавки могут быть решены при испытаниях на крупных лабораторных доменных печах, позволяющих, однако, работать с таким количеством опытного материала, который практически возможно получить на стендовых установках. Подобные установки не раз применялись при исследованиях в доменном производстве [5, 6].

Лабораторная доменная печь, смонтированная в Томском политехническом институте в течение 1965—1967 гг., сконструирована на основе установки, работающей в институте металлургии им. А. А. Байкова [7], но в отличие от последней снабжена системой конденсации летучих продуктов пиролиза. Газ, выходящий из печи с температурой 400—600°C, освобождается от пыли в циклоне и охлаждается в водяном холодильнике, где конденсируется смола. Печь позволяет испытывать небольшие количества материалов в условиях противотока шихты и газа при температурах, достаточных для выплавки чугуна.

В ноябре 1967 г. была проведена первая плавка с целью испытания топливо-плавильных материалов (ТПМ). Материалы изготовлены в количестве 1200 кг силами проблемной лаборатории торфа ТПИ летом 1967 г. Исходные компоненты для получения ТПМ — Таганский торф и железорудный концентрат Абагурской фабрики. Анализ шихтовых материалов приведен в табл. 1, 2.

Соотношение углерод-железо в топливо-плавильных материалах составляет 0,5, т. е. соответствует расходу горючего в промышленных доменных печах. Поскольку лабораторная доменная печь, ввиду больших теплотерь, работает с расходом углерода 6—7 кг на 1 кг чугуна, в

## Технический анализ шихтовых материалов

Материалы	Wp	Ac	Vc	Cc нелетучий	Размер, мм
Кокс	10,6	10,6	1,7	87,7	25—40
Топливо-плавильный материал	8,0	45,2	43,2	10,9	25—40

## Химический состав минеральной части

Материалы	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO
Зола кокса	52,04	6,00	21,55	2,39
Зола ТПМ	11,40	6,70	6,50	1,01
Бурый железняк (Белорецкая руда)	13,57	0,55	3,80	0,33
Известняк	2,36	52,80	1,05	0,65

опытную шихту вводится кокс, составляющий по весу 63% от всей шихты.

Кампания длилась двое суток и 15 часов. В течение первого и второго периодов печь разогревалась и выводилась на рабочий режим. Работа на опытной шихте продолжалась в течение 27 часов 30 мин. За это время загружено 545,5 кг топливо-плавильных материалов и получено 43,3 кг металла и 158 кг шлака. Средний расход дутья составил 91 м<sup>3</sup>/час воздуха при н. у. Основные показатели плавки по периодам приведены в табл. 3. Последние 2 часа 25 мин. печь грузилась одними лишь ТПМ с целью получения возможно большего количества материалов при раз-

Таблица 3

## Показатели плавки

Показатели	Периоды		
	I	II	III
Продолжительность периода, час-мин	11-35	13-55	27-30
Состав шихты, г			
Кокс	1000	1000	1000
Железная руда		290	
ТПМ			650
Известняк	110	150	110
Среднее время пребывания материалов в печи час-мин		3-20	3-02
Относительный расход кокса, кг/кг металла		6,91	7,46
Относительный выход шлака кг/кг металла		2,28	1,96
Интенсивность горения кокса в фурменной зоне, кг/м <sup>2</sup> час	180,7	189,5	186,3
Коэффициент использования полезного объема, м <sup>3</sup> ·сутки/т		2,82	2,74
Выход на 1 кг кокса		0,145	0,134
Металла		0,172	0,151
реальный			
расчетный, кг		0,330	0,262
Шлака		0,237	0,214
Объем шихты на 1 т чугуна, м <sup>3</sup>		17,8	24,8

борке. После охлаждения печь разобрана и взяты пробы материала по высоте с последующим рассевом и взвешиванием. Обмеры формовок показали, что они уменьшаются в объеме при движении от колошника до фурм примерно в 2 раза. Начиная с уровня 400 мм выше фурм, происходит интенсивное разрушение формовки, и до фурм 91% формовок доходит в виде мелочи 5—0 мм.

Несмотря на малую прочность ТПМ в нижних зонах печи вынос железа с пылью был невелик — около 10% от балансовой суммы железа. Ход печи оставался ровным в течение испытаний. Судя по коэффициенту

Таблица 2

шихтовых материалов, %

MnO	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>общ.</sub>	WP	п.п.п.
0,05	4,84	0,87	7,58	—	5,30	—	1,66
0,18	—	—	—	1,41	48,02	—	—
0,74	0,12	0,14	50,58	18,00	48,64	0,65	11,17
0,02	0,24	0,05	0,20	—	0,14	0,17	41,44

КИПО, использование полезного объема печи даже несколько улучшилось, несмотря на то, что объем шихтовых материалов на единицу металла значительно возрос. Повышенная скорость схода материалов опытной шихты объясняется, по-видимому, усадкой формовок. Интенсивность горения кокса незначительно снизилась по сравнению с работой на стандартной шихте (186,3 кг/м<sup>2</sup> час против 189,5 кг/м<sup>2</sup> час).

В условиях лабораторной доменной печи железо не успевает полностью восстанавливаться и частично переходит в шлак в виде закиси железа, поэтому расчетное количество шлака меньше фактического. Состав получаемого чугуна близок к литейному (содержание кремния 1—2%). Следует отметить, что количество колошникового газа при работе на опытной шихте увеличивается за счет газов пиролиза торфа и одновременно снижается его температура (с 520 до 450°C). Это свидетельствует об охлаждении шахты печи за счет затрат тепла на коксование торфа.

Малые размеры лабораторной доменной печи создают специфические особенности в выплавке чугуна: 1 — большая скорость превращения шихты в жидкие продукты и газ; 2 — большой расход горючего на 1 кг металла; 3 — малая скорость движения шихты.

Таким образом, материал, помещенный в лабораторную доменную печь, проходит в условиях противотока теплообменные процессы и химические превращения в более ускоренном темпе и в более жестких условиях, чем в промышленной печи. В то же время механические нагрузки на раздавливание и истирание не достигают значений, характерных для промышленных печей, ни по величине, ни по длительности воздействия.

Поэтому результаты испытания не могут быть непосредственно перенесены на промышленные печи. Плавка на лабораторной доменной печи убедительно показала, что получение чугуна из моношихты вышеприведенного состава не вызывает сомнений. Вопрос заключается в том, в каких количествах и в каком агрегате могут использоваться ТПМ. Выяснение этого вопроса должно быть целью дальнейших исследований.

## Выводы

1. Показана возможность выплавки чугуна из моношихты на основе торфа.

2. Применение топливо-плавильных материалов в шихте приводит к увеличению скорости схода шихты, увеличению объема колошниковых газов и снижению температур в шахте печи.

3. Должны быть проведены исследования с целью выяснения оптимальных условий для применения ТПМ в промышленных агрегатах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Б. В. Кондаков. Ж. «Кислород», 1, 35—47, 1945.
  2. М. Н. Грачевский. Газификация местных топлив и дальнейшее газоснабжение. Изд. ОНТИ, 70—78, 1936.
  3. И. В. Геблер. С. И. Смольянинов. Изв. ТПИ, т. 126, 8—12, 1964.
  4. К. И. Сысков. Теория поведения кокса в доменном процессе. Изд. АН СССР, 176—177, 1949.
  5. Тэйлор, Лоуни, Хэй. Проблемы современной металлургии. Сб. статей. Изд. ИЛ, 2, 38, 1958.
  6. И. Ф. Коваль. Ж. «Сталь», 6, 497—506, 1959.
  7. А. М. Чернышев и др. Труды ИГИ. Изд. АН СССР, т. XXII, 70—78, 1963.
-