

4. Шанина, Е. В. Переработка древесной зелени сосны обыкновенной с использованием водно-этанольных смесей: автореф. дис. канд. техн. наук : 05.21.03 / Е. В. Шанина; Сибирский государственный технологический университет. – Красноярск, 2004. – 20 с.

УДК 669.02/.09:669.85/.86.018

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДОМЕННЫЕ ПЕЧИ. МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ

Сербиков Ю. А.

Промышленные испытания по оценке многих перспективных направлений развития доменного производства связаны с длительной подготовкой к эксперименту, крупными затратами и значительными трудностями. Расчетно-теоретические и лабораторные исследования не исключают необходимости таких испытаний, а лишь определяют условия их проведения. Поэтому для предварительной оценки экономической эффективности применения перспективных мероприятий в ряде стран сооружаются специальные экспериментальные доменные печи небольшого объема.

Ключевые слова: экспериментальная доменная печь, профиль опытной печи, аэродинамические свойства шихтовых материалов, активный вес столба шихты, низкошахтная печь.

Введение. В СССР первая промышленно – экспериментальная доменная печь спроектирована Уралгипромезом и построена в 1962 г. Нижне – Тагильским металлургическим комбинатом им. В. И. Ленина по техническому заданию и при научном руководстве Уральского научно – исследовательского института черных металлов.

Комплекс опытной доменной печи включает систему подготовки сырых материалов; непосредственно доменную печь с литейным двором; блок воздухонагревателей; систему трубопроводов для подачи воздуха, газа, кислорода, воды, пара, мазута; контрольно-измерительную аппаратуру и систему автоматики.

Первоначальный профиль опытной печи был запроектирован на полезный объем 4,86 м³ подобно профилю типовой доменной печи объемом 1386 м³, лишь с некоторыми отступлениями в размерах высоты горна и колошника и диаметра большого конуса, обусловленными требованиями эксплуатации. В дальнейшем после первой кампании работы во время ремонта профиль печи был изменен с увеличением полезного объема до 5,98 м³ за счет толщины кладки.

Кожух печи был изготовлен из металлических листов толщиной 12 мм (0,012 м) методом сварки. С двух сторон на семи

горизонтах по высоте были установлены исследовательские площадки и штуцеры. Воздух подавался из трубопроводов холодного и горячего дутья промышленной доменной печи объемом 1242 м³ через четыре воздушные фурмы диаметром 60 мм (0,06 м). Для выпуска чугуна и шлака было предусмотрено по одной лётке. Огнеупорная футеровка была выполнена из шамотного кирпича. Лещадь, горн, заплечики и распар были футерованы впритык к кожуху. Кладка печи охлаждалась через кожух двухъярусной наружной поливкой воды.

Колошниковое устройство, согласно проекту, включало в себя: засыпной аппарат с большим конусом диаметром 575 мм (0,575 м), крепление конуса к штанге жесткое, ход конуса 185 мм (0,185 м); распределитель шихты с малым конусом диаметром 500 мм (0,5 м) и приводом вращения на шесть станций, крепление конуса к штанге жесткое, ход конуса 160 мм (0,160 м); пневматические цилиндры маневрирования конусами с электрическими дистрибуторами (рабочее давление в цилиндрах 4 атм. или 0,39 Мн/м²) и максимальное усилие на штангах конусов 730 кг (7158,8 н); атмосферный клапан диаметром 159 мм (0,159 м) с электроприводом для выравнивания давления в межконусном пространстве перед опусканием малого конуса, выравнивание давления при опускании большого конуса происходит путем подачи в межконусное пространство пара; зондовое устройство, обеспечивающее автоматический контроль уровня засыпи в печи в двух точках; лебедки шомполов на верхней площадке блока воздухонагревателей.

На литейном дворе были расположены желоба для выпуска чугуна и шлака, шлаковая чаша емкостью 0,68 м³ и 36 чугунных изложниц. Продукты плавки транспортировались тельфером грузоподъемностью 2 т.

Были предусмотрены контрольно-измерительные приборы и устройства позволяющие достаточно полно контролировать и поддерживать на заданном уровне технологические показатели доменной плавки: количество подаваемого в печь воздуха, образующегося колошникового газа, расход воды и пара, доменного газа и воздуха, поступающих на горелки воздухонагревателей, кислорода, сжатого воздуха, жидкого, твердого и углемазутного топлива; давление дутья, коксового газа, воды, сжатого воздуха и жидкого топлива; температуру дутья, жидкого топлива, коксового газа, ко-

лошникового газа, дыма воздухонагревателей и кладки в разных точках по высоте печи; влажность дутья, колошникового и коксового газов. Было предусмотрено автоматическое регулирование для расхода дутья, кислорода и коксового газа, давления колошникового газа, температуры дутья и куполов воздухонагревателей.

В случае падения давления дутья в воздухопроводе промышленной доменной печи опытная печь автоматически отключалась от магистралей кислорода, доменного и коксового газов с одновременной подачей в воздухопровод компрессорного воздуха, а в газопровод коксового газа – пара. Система автоматики предусматривала также немедленное отключение подачи доменного газа на инжекционную горелку при затухании факела в камере горения воздухонагревателей.

Материалы и методы исследования. Перед задувкой опытной печи были проведены исследования активного веса и аэродинамической характеристики шихтовых материалов; после освоения работы печи исследовано влияние степени форсировки на показатели плавки.

Активный вес столба шихтовых материалов измеряли в горне доменной печи посредством специальной взвешивающей площадки с тремя опорами на гидравлических домкратах. Загружаемые в печь материалы взвешивали с помощью весовой воронки.

Положение уровня материалов в печи фиксировалось мерными шомполами. По мере загрузки печи активный вес столба шихты возрастал только до определенного значения.

Результаты и обсуждение. С увеличением высоты слоя наращивание активного веса уменьшалось и на определенном расстоянии от уровня фурм становилось равным нулю. Были также проведены опыты на смеси кокса фракции 25 – 40 мм (0,025–0,040 м). Повышение рудной нагрузки с 2,0 до 2,8 т/т (Мг/Мг) кокса сопровождалось увеличением активного веса столба шихты. Во всех опытах величина активного веса для экспериментальной доменной печи не превышала 13% от общего веса загруженных материалов. Потери напора в слое шихтовых материалов определяли путем замера статического давления воздуха на семи горизонтах по высоте печи. В таблице 1 приведены показатели изменения активного веса столба шихты по высоте опытной доменной печи.

Таблица 1 – Изменение активного веса столба шихты по высоте опытной доменной печи

Расстояние от уровня фурм, мм	Кокс фракции 25 – 40 мм и агломерат фракции 10 – 25 мм							
	Рудная нагрузка 2,0 т (Мг) агломерата/т (Мг) кокса				Рудная нагрузка 2,8 т (Мг) агломерата/т (Мг) кокса			
	Q, кг	P _a , кг	$\frac{P_a}{Q}$, %	$\frac{\Delta P_a}{\Delta h}$, кг/м	Q, кг	P _a , кг	$\frac{P_a}{Q}$, %	$\frac{\Delta P_a}{\Delta h}$, кг/м
0	0	0	–	–	0	0	–	–
500	750	253	33,8	506	800	304	38,0	608
1000	1550	413	26,6	320	1650	425	25,7	242
1500	2350	484	20,6	142	2450	497	20,3	148
2000	3000	518	17,2	68	3200	541	16,9	88
2500	3500	541	15,4	46	3800	571	15,0	62
3000	3950	553	14,0	24	4250	586	13,8	30
3250	4200	553	13,2	0	4450	591	13,3	20

С увеличением количества дутья статическое давление воздуха возрастает на всех горизонтах. При продувке воздухом слоя материалов различной крупности установлено резкое возрастание аэродинамического сопротивления при размерах кусков менее 6–7 мм (0,006 – 0,007 м), что подтверждает положение о необходимости отсева от агломерата мелких фракций.

С целью выяснения влияния повышенного давления газа на колошнике на потери напоре в слое были проведены опыты на агломерате фракции < 10 мм (–0,010 м).

Количество дутья в течение опыта поддерживалось постоянным: 62–64 м³/мин (1,03–1,02 м³/сек).

В таблице 2 приводятся некоторые достигнутые технико-экономические показатели опытных доменных печей в СССР и за рубежом. В Швеции для экспериментальной оценки влияния качества сырьевых материалов на технико-экономические показатели доменной плавки в 1997 году на металлургическом заводе в Яума (Фирма LКАВ) построили опытную доменную печь, оборудованную установкой для вдувания ПУТ, мазута, извести и системой контроля и мониторинга параметров плавки, включающей три зонда (на уровне фурм, в шахте и в заплечиках) для отбора проб шихтовых материалов и газа из печей и измерения температуры. Печь имеет рабочий объем 8,2 м³, диаметр горна 1,2 м, высоту от уровня засыпи до уровня фурм 6 м, 3 воздушных фурмы, 2 воздухонагревателя с шаровой насадкой, скиповую систему нагрузки с конусным загрузочным устройством и подвижными колошниковыми плитами. Производительность печи при температуре дутья 1170–1250 °С и давлении газа на колошнике

150 кПа составляет 30–40 т/сутки (3,66–4,88 т/м³*сутки). Большое влияние на восстановимость окатышей и на показатели плавки оказывал состав жидкой фазы, образующейся при нагреве и восстановлении окатышей.

Низкошахтная печь на заводе в Угре (Бельгия) с 1958 г. работает как опытная доменная печь небольшого объема. На этой печи исследовали влияние на показатели производства: повышенного давления газов на колошнике, крупности шихты и количества сжигаемого в единицу времени топлива (интенсивности горения топлива).

Таблица 2 – Некоторые достигнутые технико-экономические показатели работы опытных доменных печей в СССР и за рубежом

Показатели	СССР	КНР	ГДР	Англия	Япония	США	
Объем печи, м ³	5,98	0,96	0,985	1,09	5,1	9,5	8,65
Число и диаметр фурм, шт/мм	4/60	4/30	6/36	–	4/-	-	3/44
Сырые материалы	Агломерат	Агломерат	Рудно-угольные брикеты (8,8% С)	Сырая руда	Сырая руда	Таконитовая руда	30% кусковой руды, 70% агломерата
Fe в рудной части шихты, %	51,0	–	45,2	45,4	44,8	64,1	54,3
Расход руд, т/т (Мг/Мг) чугуна	1,936	1,72-1,92	2,09	1,964	2,17	1,515	1,73
Расход кокса, т/т (Мг/Мг) чугуна	0,884	2,01	1,49	1,173	3,08	0,715	0,709
Расход дутья, м ³ /мин	20,9	7,0	10,0	7,5	18,0	22,6	22,2
Расход кислорода, м ³ /мин	0,7	–	1,25	–	–	–	–
Температура дутья, °С	907	610	–	520	500	750	982
Температура колошникового газа, °С	336	380	–	316	330	230	251
Содержание CO ₂ в колошниковом газе, %	10,5	2,8	4,0	7,96	–	15,5	13,5
Анализ чугуна: Si, % S, %	1,18 0,030	0,73-1,65 0,016-0,044	1,6 0,092	0,21 0,35	0,50 0,040	1,26 0,070	0,87 0,049
Выход шлака, кг/т (Мг) чугуна	535	910	–	686	–	420	528
Производительность т/сутки (Мг)	12,1	1,48	5,6	2,42	3,0	14,7	13,9

Вывод. Можно сделать вывод о моделировании доменного процесса в экспериментальной доменной печи и о возможности использования ее для улучшения широкого круга вопросов теории и практики доменного производства.

Список используемой литературы:

1. Дубров Н. Ф. Технология производства черных металлов, том №4. – М.: Издательство «Металлургия», 1966. – 219 с.
2. Челищев, Е. Ф. Экспресс информация, серия: «Черная металлургия», раздел «Низкошахтная печь», выпуск 44 /№ 201-204/, ЧМ-202-203-204. – М.: Редакция «Экспресс-информации», 1959.

УДК 544.032.72

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ

к.х.н., н.с. *Федоренко Н. Ю.*¹, с.н.с. *Белоусова О. Л.*¹,
н.с. *Кудряшова Ю. С.*¹,

студ. *Волкова С. В.*², студ. *Кирсанова С. Р.*²

¹Филиал НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ – ИХС,
Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет), Санкт-Петербург, Россия

Керамика на основе частично стабилизированного диоксида циркония (ZrO_2 , ЧСДЦ) обладает высокой прочностью, твердостью, трещиностойкостью, коррозионной стойкостью. ЧСДЦ представляет собой двухфазный материал, в котором «линзовидные» частицы $t-ZrO_2$ равномерно распределены в матрице из $c-ZrO_2$ [1]. Использование жидкофазных методов синтеза позволяет контролировать процессы образования частиц ксерогеля и в дальнейшем развитие микроструктуры и фазового состава керамики. Жидкофазные методы синтеза дают возможность контролировать процессы образования частиц ксерогеля и в дальнейшем развитие микроструктуры и фазового состава керамики.

Равномерное распределение компонентов смеси в растворе имеет важное значение при синтезе наноразмерных частиц, но добиться его сложно. Метод совместного осаждения гидроксидов