



Список литературы

1. Троцан А. И., Харлашин П. С., Белов Б. Ф. О природе химической связи элементов в металлургических фазах // Изв. вузов. Чер. металлургия. – 2002. – № 4. – С. 60-63.
2. Процессы шлакообразования и рафинирования жидкого полупродукта в конвертере и при ковшовой обработке стали. Сообщение 3. Структуризация и оптимизация ковшовых шлаков при рафинировании спокойных сталей / И. Д. Буга, А. И. Троцан, Б. Ф. Белов и др. // Процессы литья. – 2011. – № 1 (85). – С. 17-23.
3. Влияние содержания оксида магния на обессеривающую способность доменного шлака / А. И. Марченко, И. Д. Буга, Ю. Р. Руденко и др. // Металлург. и горноруд. пром-сть. – 2009. – № 3. – С. 13-17.

Поступила 23.10.2012

УДК 621.745.34

С. В. Конончук, Т. Г. Сабирзянов

Кировоградский национальный технический университет, Кировоград

ОСОБЕННОСТИ ПЛАВКИ ЧУГУНА В ТВЕРДОТОПЛИВНОЙ ВАГРАНКЕ

Описаны конструкция и принцип работы твердо топливной вагранки. Выполнен сравнительный анализ показателей плавки в коксовой и твердо топливной вагранках.

Ключевые слова: тепловой баланс, химический недожог, коэффициент избытка воздуха.

Описано конструкцію та принцип роботи твердопаливної вагранки. Виконано порівняльний аналіз показників плавки в коксовій та твердопаливній вагранках.

Ключові слова: тепловий баланс, хімічний недопал, коефіцієнт надлишку повітря.

The design and function solid-cupola. A comparative analysis of the indicators in the coke smelting and solid cupola.

Keywords: heat balance, chemical underburning, excess air ratio.

Анализ процессов в коксовой вагранке [1-2] показал, что сжигание кокса происходит, в основном, в условиях недостатка кислорода при коэффициенте избытка воздуха $\alpha < 1$, на что указывает наличие в колошниковом газе горючих компонентов (CO , H_2). Это свидетельствует о химическом недожоге кокса, что, несмотря на известные преимущества ваграночного процесса, указывает на наличие значительных резервов работы вагранок.

Как известно, образование CO в вагранке происходит в восстановительной зоне вследствие протекания эндотермической реакции газификации углерода с углекислым газом: $\text{C} + \text{CO}_2 = 2\text{CO}$. Исходя из принципов Ле Шателье, существует возмож-

Получение и обработка расплавов

ность замедления или полного устранения этой реакции путем изменения таких параметров, как снижение температуры в восстановительной зоне (неприемлемо для ваграночного процесса), увеличение давления (компрессионная вагранка), снижение концентраций CO_2 (технически невозможно) и концентрации углерода в восстановительной зоне.

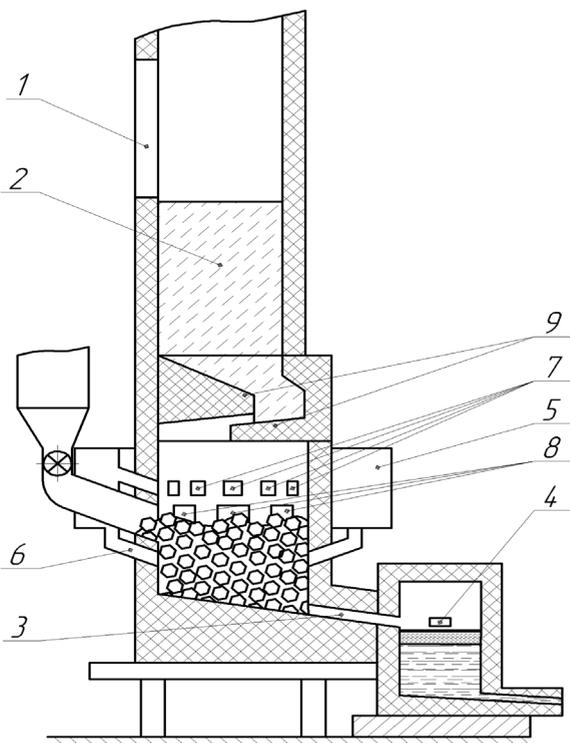
Предложили новую конструкцию вагранки [3], которая позволяет осуществлять подачу кокса непосредственно в зону горения (рисунок). Регулированием подачи первичного и вторичного дутья можно достичь максимального значения $\alpha = 1$ и тем самым устранить химический недожог кокса.

Работает вагранка следующим образом: через завалочное окно загружаются металлическая шихта и флюсы, а через завалочные топливные окна – топливо; через фурмы первичного дутья подается воздух, необходимый для сжигания топлива до полугаза, а через фурмы вторичного дутья – для дожигания полугаза. Загрузочные топливные окна выполнены в виде закрытой конструкции, чтобы продукты сгорания и воздух дутья не выдувались, при этом топливо подается в вагранку через дозатор. Уступы, которые расположены над фурмами вторичного дутья, препятствуют попаданию шихты на топливную колошу и обеспечивают свободное попадание топлива в зону горения. Поскольку с топлива снимается функция удерживания шихты, то уступы позволяют также использовать такие виды топлива с низшими механическими свойствами в сравнении с коксом, как коксовый бой, уголь, торф и т. п. В шахте происходит предварительный подогрев шихты и ее расплавление.

Капли металла и шлака, стекая с уступов, благодаря противотоку продуктов сгорания попадают в благоприятные условия для перегрева. Далее расплав проходит через слой раскаленного твердого топлива, в котором происходят восстановление оксидов, насыщение чугуна углеродом и дополнительный перегрев металла. Выносной копильник служит для накопления чугуна и шлака, выравнивания химического состава и температуры чугуна. Для интенсификации ваграночного процесса возможно использование подогретого дутья и дутья, обогащенного кислородом.

В соответствии с методикой, описанной в работе [4], проводим расчет теплового баланса для коксовой вагранки при $\alpha = 0,74$ и твердотопливной вагранки при $\alpha = 1$. Результаты расчета представлены в таблице.

Как видно из результатов расчета, при плавке в твердотопливной вагранке химическая теплота кокса выше, чем у обычной вагранки при прочих равных режимах плавки. В то же время теплосодержание колошникового газа ниже, чем при плавке в коксовой вагранке. Эти факторы способствуют повышению теплосодержания чугуна и, как следствие, его температуры. Если температуру чугуна оставить на



Твердотопливная вагранка: 1 – завалочное окно; 2 – шахта; 3 – переходная летка; 4 – выносной копильник; 5 – фурменная коробка; 6, 7 – фурмы первичного и вторичного дутья; 8 – завалочные топливные окна; 9 – уступы

Результаты расчета теплового баланса для коксовой и твердотопливной вагранок

Параметр	Коксовая вагранка		Твердотопливная вагранка	
	кДж/(м ² ·мин)	%	кДж/(м ² ·мин)	%
Химическая теплота кокса	312923,90	94,51	369187,50	93,78
Теплота экзотермических реакций	13956,33	4,22	19472,07	4,95
Теплота шлакообразования	4206,70	1,27	5002,52	1,27
Итого: приходная часть	331086,90	100,00	393662,10	100,00
Теплосодержание чугуна	173124,60	52,29	241545,80	61,34
Теплосодержание шлака	13095,58	3,96	15573,00	3,95
Теплосодержание колошниковга газа	132668,30	40,07	120637,70	30,63
Теплота экзотермических реакций	7474,78	2,26	10428,92	2,65
Теплота испарения влаги	1967,20	0,59	1770,11	0,45
Потери теплоты через кладку	2756,67	0,83	3846,15	0,98
Итого: расходная часть	331087,10	100,00	393801,70	100,00

прежнем уровне, то расход кокса при плавке в твердотопливной вагранке будет меньше, чем в коксовой.

Коэффициент полезного действия, определяемый отношением теплосодержания чугуна к общему количеству полученной теплоты для коксовой вагранки $k.п.д_{к.в} = 173124,60 / 331086,90 \cdot 100 \% = 52,3 \%$, для твердотопливной вагранки $k.п.д_{т.в} = 241545,80 / 393662,10 \cdot 100 \% = 61,3 \%$.

Предварительные расчеты материального и теплового балансов твердотопливной вагранки показали, что минимально возможный расход углерода кокса для этих печей составляет $m_{C\min} = 5,9 \%$ от массы металлозавалки.

Таким образом, предложенная конструкция вагранки позволяет снизить или полностью исключить химический недожог кокса, что улучшит экологические, санитарно-гигиенические и экономические показатели процесса ваграночной плавки.



Список литературы

1. Конончук С. В., Сабірзянов Т. Г. Дослідження реакції горіння вуглецю коксу у вагранці // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград: КНТУ, 2005. – Вип. 16. – С. 86-91.
2. Сабірзянов Т. Г., Конончук С. В. Метод розрахунку горіння коксу у вагранці // Наукові записки. – Кіровоград: КДТУ, 2003. – Вип. 4. – С. 158-168.
3. Пат. 74082 Украина, С2 МПК 7 F27B1/10, С21В11/02. Твердотопливная вагранка / С. В. Конончук, Т. Г. Сабірзянов, В. М. Кропивний. – Опубл. 17.10.2005, Бюл. 10.
4. Сабірзянов Т. Г. Печі ливарних цехів: Навчальний посібник для студентів-ливарників / Т. Г. Сабірзянов. – Кіровоград: КНТУ, 2007. – 280 с.

Поступила 24.10.2012