

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Кузина Андрея Викторовича на тему «Развитие научных основ и технологии доменной плавки с использованием подготовленного по фракционному составу кокса», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.02 - Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Актуальность выбранной темы

Тема диссертационной работы Кузина А. В. посвящена:

1. Поиску путей снижения расхода кокса за счет выделения классов крупности скипового кокса и организации их загрузки в доменную печь;
2. Совершенствованию научных основ технологии доменной плавки с вдуванием ПУТ при использовании подготовленного по фракционному составу кокса на основе:
 - всестороннего изучения влияния подготовки на развитие физико-химических процессов доменной плавки;
 - усовершенствования математических моделей газодинамики и развития восстановительных процессов доменной плавки;
 - новых подходов к формированию столба шихтовых материалов.

Традиционно на большинстве металлургических предприятий при загрузке кокса в доменную печь выделяется фракция -25 мм, которая после дальнейшей классификации отправляется частично на аглофабрику, а частично на производство ферросплавов. На передовых предприятиях выделяется фракция 25-40 мм (коксый орешек), которая загружается в доменные печи. При этом коэффициент замены кокса рассматриваемой фракции составляет 0,7-0,8 кг кокса на 1 кг орешка. Задача научного обоснования выбора такого рационального фракционного состава, при котором достигается максимальная степень использования тепловой и восстановительной энергии кокса в доменной печи, является актуальной задачей.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

В диссертации на защиту выносятся следующие положения:

- уточнение зависимости газопроницаемости рудной части шихты при введении в нее коксового орешка в «сухой» зоне доменной печи;
- анализ изменения газопроницаемости зоны когезии при введении коксового орешка в железорудную часть шихты;
- исследование закономерности размягчения окатышей при введении в них коксового орешка;
- исследование зависимости газопроницаемости коксовой линзы в зоне когезии от применения скипового кокса различного фракционного состава.

В основе разработки этих положений лежат фундаментальные

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧЕБНО-НАУЧНОЕ ЦЕНТРАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Вх. № 18/11
«18» 11 2013 г.

закономерности развития физико-химических процессов доменной плавки, новые и проверенные временем методы лабораторных опытов и опытно-промышленных плавок, известные методы статистического анализа данных о работе доменных печей и результаты анализа материальных и тепловых балансов. Результаты теоретических исследований подтверждаются данными о работе доменной печи. Это позволяет судить об обоснованности выносимых на защиту положений.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается корректным использованием традиционных методов исследования, основанных на фундаментальных положениях теории доменного процесса. Использовались стандартные методики исследования и определения химических и физических характеристик шихтовых материалов и продуктов плавки. Диссертант корректно использовал методы математической статистики при обработке результатов как лабораторных, так и промышленных исследований. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается результатам промышленных исследований.

Результаты работы опубликованы в рецензируемых журналах и докладывались на многочисленных конференциях.

В диссертации сформулированы следующие положения, составляющие основную ее научную новизну:

1. Получило дальнейшее развитие представление о газопроницаемости рудного слоя при введении в него коксового орешка в «сухой» зоне доменной печи. Определено, что с учетом расходования углерода коксового орешка на прямое восстановление оксида железа газопроницаемость слоя смеси уменьшается на 5-7,5 % (абс.) в сравнении с газопроницаемостью слоя такой же смеси без учета протекания процесса восстановления.

Данное положение обосновано в разделе 3.1 диссертации.

2. Впервые установлено количественное влияние на газопроницаемость зоны когезии введение коксового орешка в рудный слой. Определено, что в зоне когезии рудный слой даже без добавки в него коксового орешка является газопроницаемым, и этим обеспечивается прохождение через этот слой газов в количестве минимум 6,9 % от общего его расхода. Введение в рудный слой коксового орешка в количестве 30 % обеспечивает дальнейшее повышение количества газа, проходящего через рудный слой, до 36,1 % и улучшение газопроницаемости зоны когезии на 18 %.

Обоснованность данного положения показана в разделе 3.4 диссертации.

3. Впервые установлено количественное влияние компенсирующих мероприятий на газопроницаемость зоны когезии при использовании технологии доменной плавки с высоким расходом пылеугольного топлива. Показано, что перепад давления газа в зоне когезии при повышении содержания железа в шихте от 56 до 60 % снижается на 1,1-1,5 %, при повышении прочности кокса после реакции с CO_2 от 40 до 60 % – на 40 %,

при уменьшении на 25 % температурного интервала размягчения железорудных материалов – до 25 %.

Обоснованность данного положения вытекает из материалов раздела 3.3 диссертации.

4. Получило дальнейшее развитие представление о газопроницаемости коксовой линзы в зоне когезии при использовании скипового кокса различного фракционного состава. Показано, что перевод доменной печи со скипового кокса крупностью более 25 мм на фракцию 40-80 мм позволяет в зоне когезии снизить перепад давления газа в коксовой линзе на 7,7 %.

Обоснованность данного положения вытекает из материалов раздела 3.5.3 диссертации.

5. Получило дальнейшее развитие представление о степени восстановления оксидов железа при введении коксового орешка различной крупности в железорудный материал. Показано, что максимальная степень восстановления оксидов железа наблюдается при использовании коксового орешка крупностью не более крупности железорудного материала.

Обоснованность данного положения вытекает из материалов раздела 4.1.2 диссертации.

6. Получило дальнейшее развитие представление о размягчении железорудных материалов при введении в них коксового орешка. Показано, что введение коксового орешка в количестве 30 % в слой окатышей приводит к меньшему разбуханию этого слоя на 2,7 % (абс.), что будет способствовать снижению бокового давления шихты на стенки печи.

Обоснованность данного положения вытекает из материалов раздела 4.2 диссертации.

Практическая значимость работы заключается в том, что:

1. Усовершенствован способ загрузки доменной печи за счет разделения рудной части на две порции, составляющие от 30 до 70 % от ее общей массы в скипе, и укладки между ними коксового орешка крупностью 8-40 мм и кокса фракции крупнее 80 мм, что обеспечивает перемешивание их с рудным компонентом. Коксовый орешек и кокс фракции крупнее 80 мм загружают в количестве до 30 % от общей массы кокса (патент на полезную модель Украины № 58341).

2. Усовершенствован способ загрузки доменной печи за счет разделения рудной части на две порции, составляющие от 30 до 70 % от ее общей массы в скипе, и укладки между этими порциями коксового орешка крупностью 8-40 мм и части металлургического кокса. Причем часть коксового орешка крупностью 8-15(20) мм загружают в таком количестве, чтобы этого орешка было достаточно для прямого восстановления железа в количестве до 30 % (патент на полезную модель Украины № 88279).

3. Установлено изменение показателей качества металлургического кокса от крупности кусков. Показано, что классы крупности 40-60 и 60-80 мм металлургического кокса имеют наилучшие значения показателей качества по механической прочности, прочности после реакции с CO_2 , реакционной

способности и истираемости. При выделении данных классов крупности в скиповый кокс и освоении технологии доменной плавки с вдуванием ПУТ обеспечивается повышение газопроницаемости столба шихты и наилучшие ТЭП работы печи.

4. На доменной печи объемом 2200 м³ фирмой ESSAR STEEL HAZIRA INDIA были использованы рекомендации по подготовке кокса к доменной плавке (снижение содержания фракции крупнее 80 мм в скиповом коксе до 5 %, увеличение нижнего размера скипового кокса до 35 мм, повышение расхода коксового орешка в смеси с железорудной частью шихты до 34 кг/т чугуна), позволившие снизить в опытном периоде расход суммы приведенного скипового кокса и коксового орешка с 493 до 479 кг/т чугуна при повышении производительности до 4036 т/сутки (на 1,9 %).

5. На доменной печи объемом 1513 м³ Енакиевского металлургического завода проведена при рекомендованных параметрах опытно-промышленная плавка (выделение из металлургического кокса фракции крупнее 80 мм с последующим ее дроблением, увеличение размера на нижнем сите коксового грохота до 36 мм, выделение коксового орешка крупностью 15-36 мм, загрузка орешка в смеси с железорудной частью шихты в количестве 22 кг/т чугуна), что позволило в данном периоде длительностью около одного месяца снизить расход суммы приведенного скипового кокса и коксового орешка с 457,5 до 443 кг/т чугуна и увеличить производительность с 2961 до 3164 т/сутки.

6. На доменной печи объемом 1033 м³ Донецкого металлургического завода проведена при рекомендованных параметрах опытно-промышленная плавка (применение металлургического кокса с содержанием фракции крупнее 80 мм до 5 %, увеличение размера на нижнем сите коксового грохота до 28 мм, выделение коксового орешка крупностью 15-28 мм, загрузка орешка в железорудную часть шихты в количестве 27 кг/т чугуна), что позволило снизить в данном периоде длительностью один месяц расход суммы приведенного скипового кокса и коксового орешка с 463 до 455 кг/т чугуна и увеличить производительность с 1962 до 1988 т/сутки.

7. На доменных печах № 2 и 4 ПАО «ММК им. Ильича» проведены опытно-промышленные плавки при загрузке металлургического кокса в количестве до 10 % в рудный слой. Показано, что снижение расхода кокса на 1 т чугуна в среднем по печам составило 8,5 кг.

8. На доменной печи № 5 объемом 2300 м³ ПАО «ММК им. Ильича» освоена технология доменной плавки с вдуванием ПУТ в количестве 120-171,3 кг/т чугуна. Решению этой задачи способствовало применение комплекса компенсирующих мероприятий, в том числе и внедрение рекомендаций по подготовке кокса к доменной плавке: использование металлургического кокса с содержанием фракции крупнее 80 мм 6,61 % и увеличение размера отверстий на нижнем сите коксового грохота до 28 мм. Внедрение рекомендаций по подготовке кокса обеспечило уменьшение расхода скипового кокса на 6,1 кг/т чугуна.

9. Обоснована возможность замены кокса до 50 % дополнительными видами топлива. Показано, что указанное снижение расхода кокса и повышение производительности доменных печей на 15,4-36,3 % обеспечивается за счет повышения расхода ПУТ до 205-235 кг/т чугуна, применения высококачественного кокса и рациональной технологии его подготовки по фракционному составу, а также других компенсирующих мероприятий, обеспечивающих полную и комплексную компенсацию негативного влияния дополнительных видов топлива на технологию.

10. Материалы диссертации используются в учебном процессе.

Замечания

1. В первой главе диссертации автор приводит обширный (на мой взгляд, излишне) анализ развития производства чугуна в мире и формулирует задачи исследования. Однако недостатки существующих подходов, а, следовательно, и необходимость решения той или иной задачи слабо структурированы.

2. Во второй главе диссертации автор подробно рассматривает известные методики лабораторных и промышленных исследований и приводит новые методы отбора проб кокса. Все это иллюстрируется известными формулами. Однако методы некоторых исследований не поясняются. Например, методика определения истинной плотности не указана. Не систематизированы данные об углах откоса материалов, изучаемых на приведенной автором установке.

3. Скорость восстановления и степень восстановления железорудных материалов автор оценивает по изменению массы. Непонятно к какой массе он относит изменение массы к массе окатышей, массе оксидов железа или массе железа. В уравнении (4.5) не полностью расшифрованы значения переменных. Кроме того, результаты расчета не подкрепляются расчетом равновесия основных реакций восстановления. Это существенно затрудняет восприятие материала.

4. В диссертации рассмотрен вопрос о температурном интервале размягчения железорудных материалов при отсутствии и наличии углерода. Известно, что при повышении содержания FeO в системе FeO-SiO₂-Al₂O₃ температура плавления снижается.

5. Уравнение Эргона (Ergon) (3.4) диссертант ошибочно позиционирует как уравнение Дарси-Вейсбаха.

6. В работе диссертант неоднократно утверждает, что использование коксового орешка сопровождается изменением перепадов давления по высоте печи и прямого восстановления оксидов железа. Однако, в приведенных в таблицах 4.24 и 4.25 (данные о работе доменных печей) информация об изменении этих показателей отсутствует.

7. При статистическом анализе данных о работе доменной печи № 5 Енакиевского металлургического завода рассматриваются не всегда корректно. Например, на рис 5.4 рассматривается влияние выхода шлака на соотношение компонентов шихты. Логичнее было бы наоборот.

Заключение

Несмотря на отмеченные недостатки, считаю, что диссертация Кузина Андрея Викторовича, является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований решена важная научно-техническая проблема создания теоретических основ технологии доменной плавки с использованием подготовленного по фракционному составу кокса. Практическое значение теоретических разработок в полной мере подтверждается реализацией комплекса мероприятий, обеспечивших снижение энергозатрат на выплавку чугуна.

Автореферат диссертации в полной мере отражает содержание диссертации. Основные положения, выносимые на защиту, обсуждались на многочисленных конференциях и опубликованы в реферируемых журналах.

Диссертация Кузина Андрей Викторович соответствует паспорту научной специальности 05.16.02 - Metallургия черных, цветных и редких металлов, и требованиям пункта 2.1 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Кузин Андрей Викторович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.02 - Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Официальный оппонент:

доктор технических наук по специальности 05.16.02 - Metallургия черных, цветных и редких металлов, доцент, профессор кафедры «Metallургия железа и сплавов» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»;
Почтовый адрес: 620002, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Мира, 28;
Телефон: +7 (343) 3754458, 3754444
E-mail: s.a.zagaynov@urfu.ru;
Сайт университета: www.urfu.ru


Загайнов Сергей Александрович

Я Загайнов Сергей Александрович, согласен на автоматизированную обработку данных, приведенных в данном отзыве _____

подпись

Подпись Загайнова Сергея Александровича заверяю _____

Начальник
Общего отдела УДИОВ
А. М. КОСАЧЕВА

