

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Ходосова Ильи Евгеньевича на тему «Разработка и исследование процессов получения металлизированных материалов при использовании сырьевой базы Кузбасса», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

1. Актуальность темы

Диссертационная работа Ходосова И. Е. направлена на исследование процессов получения металлизированных материалов при использовании сырьевой базы Кузбасса и применения этих материалов при выплавке стали и синтетического чугуна. Металлизированные материалы используются при производстве сталей, чистых по примесям цветных металлов, при замене низкокачественного металлического лома. В настоящее время в мире растут объемы производства металлизированных материалов с использованием твердых углеродистых восстановителей. Представленная работа, направленная на обоснование и разработку эффективных процессов металлизации с использованием в качестве восстановителей углей разных марок является актуальной с научной и прикладной точек зрения. Особенно актуальным данное направление является для Кемеровской области, где развиты металлургическая и угольная отрасли. Производство металлизированных материалов позволит расширить область использования железорудного сырья и энергетических углей.

Актуальность тематики диссертационной работы также подтверждается тем, что работа выполнена в соответствии с приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники в Российской Федерации по заданию Минобрнауки России при грантовой поддержке ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет».

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Предметом исследования диссертационной работы являются процессы получения металлизированных материалов путем твердофазного восстановления

железа из оксидов при использовании в качестве восстановителей углей разных марок. Исследовательские работы в этом направлении позволяют расширить представление о возможности использования энергетических углей в металлургических процессах.

Результаты работы свидетельствуют об их высокой научной и практической значимости, соответствующей уровню кандидатской диссертации, что подтверждается следующими достижениями автора:

- установлены закономерности изменения степени восстановления железа из оксидов гематит-магнетитовой руды от количества углей разных марок в рудоугольной смеси, состава и объема образующейся газовой фазы;

- научно обоснованы и экспериментально подтверждены технологические режимы эффективной металлизации при использовании в качестве восстановителей углей марок: Б2, Д, Т, СС, для получения металлизированных материалов с содержанием $Fe_{мет} = 80 - 83 \%$;

- на основании выявленных условий и последовательностей образования жидкоподвижных шлаковых фаз в процессах металлизации разработана технологическая схема производства гранулированного железа с содержанием $Fe_{мет} \sim 99 \%$ при использовании в качестве восстановителя угля;

- экспериментально подтверждена возможность применения металлизированных рудоугольных материалов, полученных по разработанной технологии, в качестве замены традиционного сырья - металлического лома при выплавке стали в ДСП и синтетического чугуна в ИСТ-1;

- разработана и передана к внедрению на ЗАО «Западно-Сибирское геологическое управление» технологическая документация по производству металлизированных материалов;

- разработаны и переданы к внедрению на ООО «РМЗ на НКАЗ» технологические рекомендации выплавки синтетического чугуна в индукционных печах с использованием в шихте металлизированных рудоугольных окатышей;

- научные результаты работы внедрены в практику подготовки студентов по направлению 22.03.02 – Metallургия в ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет».

Следует также отметить, что степень обоснованности выводов, сформулированных в диссертации, обеспечена совместным использованием современных методов исследования: теоретического анализа, термодинамического моделирования процессов с помощью программного комплекса «Terra», высокотемпературных лабораторных исследований, анализа и физико-химической аттестации используемых и полученных материалов, статистической обработке данных. Достоверность теоретических и экспериментальных исследований также подтверждается результатами промышленного опробования разработанных технологических решений.

3. Степень новизны выводов, сформулированных в диссертации

В ходе выполнения диссертационного исследования соискателем получены новые научные данные о процессах твердофазного восстановления железа из оксидов, а именно: методами термодинамического моделирования установлены закономерности изменения степени восстановления железа из оксидов гематит-магнетитовой руды от количества углей разных марок в рудоугольной смеси, состава и объема образующейся газовой фазы; установлены параметры процессов термического разложения углей разных марок: бурого – 2Б, длиннопламенного – Д, тощего – Т, для данных углей определены объемы и составы газовой фазы при температурах твердофазного восстановления железа из оксидов; впервые изучены условия и последовательность образования жидкоподвижных шлаковых фаз в процессах металлизации при изменении составов исходных рудоугольных смесей. Также практической новизной обладают результаты исследований по определению оптимальных условий использования металлизированных рудоугольных окатышей при выплавке синтетического чугуна в ИСТ-1.

Основные положения и результаты диссертации изложены в научно-технических изданиях и обсуждены на международных и всероссийских научных и научно-практических конференциях в достаточной степени. По результатам

выполненных исследований опубликовано 29 печатных работ, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК для опубликования результатов кандидатских и докторских диссертаций и 7 статей в зарубежных и переводных рецензируемых изданиях.

4. Оценка содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, основных выводов и трех приложений. Изложена на 164 страницах, содержит 40 рисунков, 38 таблиц и список источников из 175 наименований.

Во введении рассмотрены актуальность и степень разработанности темы исследования, намечены цель и задачи диссертационной работы, показана научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, изложены положения, выносимые на защиту, показаны степень достоверности и апробация результатов диссертационной работы.

В первой главе выполнен анализ научных работ посвященных тематике диссертации, проведена оценка современного состояния научно-экспериментальной практики для процессов металлизации; даны характеристики железорудного сырья и ископаемых углей Кемеровской области.

Во второй главе с использованием программного комплекса «Терра» проведено термодинамическое моделирование процессов твердофазного восстановления железа из оксидов в системах Fe–C–O и Fe–C–O–H. Установлены зависимости составов и объемов газовой фазы, образующейся при восстановлении железа из оксидов при использовании в качестве восстановителей углей разных марок.

Проведен анализ и расчет равновесных составов конденсированных фаз для системы FeO–Fe₂O₃–SiO₂. Определена возможность образования легкоплавкой эвтектики при соблюдении соотношения между оксидами кремния и монооксида железа в диапазоне 0,25 – 0,44.

В третьей главе описаны методики, использованные при проведении исследований, представлены результаты определения физико-химических характеристик экспериментальных материалов: железных руд и углей разных марок

(угля бурого марки 2Б, угля длиннопламенного марки Д, угля слабоспекающегося марки СС, угля тощего марки Т). Представлены результаты изучения процессов термического разложения используемых углей. По результатам исследований определены объемы и составы газов, образующихся при термическом разложении углей в условиях нагрева до 1173 К в атмосфере аргона.

В четвертой главе представлены результаты экспериментальных исследований технологических режимов получения и применения металлизированных материалов с использованием в качестве восстановителей углей разных марок. Определены кинетические параметры процессов твердофазного восстановления железа из оксидов в рудоугольных брикетах для температур 1173, 1273, 1373, 1473 К. Проведен фазовый и структурный анализ полученных металлизированных материалов. По результатам экспериментальных исследований установлены оптимальные параметры металлизации при получении металлизированных материалов с содержанием металлического железа более 80 %. Разработана технология производства металлизированных рудоугольных окатышей, приведена технико-экономическая оценка предложенной технологии. Металлизированные рудоугольные окатыши были использованы при выплавке стали в лабораторной 10-кг дуговой электропечи и выплавке синтетического чугуна в литейном цехе ремонтно-механического завода ОАО «РМЗ на НКАЗе» на тигельной индукционной печи ИСТ-1. По результатам разработаны технологические рекомендации использования металлизированных материалов при выплавке синтетического чугуна.

Экспериментально определены оптимальные параметры процессов получения гранулированного железа с содержанием $Fe_{мет} \sim 99 \%$. На основании результатов исследования предложена двухстадийная технологическая схема.

В приложениях приведены результаты термодинамических расчетов и акты, подтверждающие внедрение результатов работы.

5. Замечания по работе

По представленной работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. В выводах по работе нет четкой формулировки требований к углям разных марок относительно их применения в процессах металлизации. При этом

полученные результаты, позволяют научно обосновать и сформулировать данные требования, что в свою очередь позволит расширить область применения результатов диссертационной работы.

2. Одной из характеристик, применяемых при выборе восстановителей является реакционная способность. Из текста диссертации не совсем ясно каково влияние реакционной способности углей на процессы твердофазного восстановления железа из оксидов.

3. В таблице 4.17 (стр. 124) приведены составы и температуры плавления шлаков, полученных при жидкофазном разделении продуктов металлизации при использовании в качестве восстановителей углей разных марок. Для более конкретной интерпретации результатов данного исследования представляется целесообразным провести сравнение температур плавления зол используемых углей и полученных данных.

4. Известно, что гранулометрический состав исходных компонентов оказывает определенное влияние на результаты восстановительных процессов, поэтому, по-видимому, требует уточнения, возможность получения используемых в экспериментах фракции материалов в промышленных масштабах.

5. Из текста диссертации (п 4.2.1) не понятно какое влияние оказывает содержание восстановителя в брикетах на их прочность?

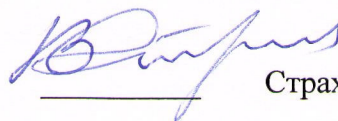
6. Общая оценка

В целом диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную для металлургической и угольной промышленности тему. Полученные автором результаты имеют существенное значение для развития теории и практики процессов прямого получения железа и имеют возможность широкого применения. Сформулированные автором цель и поставленные задачи исследования решены на высоком техническом уровне. Работа проведена с использованием современных методов теоретического и экспериментального исследования. Сформулированные выводы являются достоверными и основываются на наработке большого объема экспериментального материала, что позволяет оценить личный вклад автора. Диссертационная работа

составлена технически грамотно, написана на хорошем научно-техническом языке, достаточно иллюстрирована. Автореферат диссертации достаточно полно раскрывает содержание, отражает структуру диссертационной работы и полностью соответствует ее основным положениям.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа выполненная на тему «Разработка и исследование процессов получения металлизированных материалов при использовании сырьевой базы Кузбасса» полностью соответствует требованиям п. 9 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, – Ходосов Илья Евгеньевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Заведующий лабораторией,
ОАО ВУХИН ОП «Кузнецкий центр»,
к.т.н., с.н.с.



Страхов Владимир Михайлович

Адрес: 654040, г.Новокузнецк, ул. Климасенко, 19

Телефон: (3843) 53-58-80

E-mail: vuhon2013@yandex.ru

Удостоверение подписи работником отдела кадров:

Подпись Страхова Владимира Михайловича удостоверяю:
специалист по работе с персоналом

Анн

/ Аудикина

