

УТВЕРЖДАЮ:

Технический директор

ООО НПП Технология

Р. Г. Усманов



2017 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Общество с ограниченной ответственностью новые перспективные продукты Технология (ООО НПП Технология) на диссертацию Салихова Семёна Павловича «Теоретические и технологические основы безотходной пирометаллургической переработки сидерошлезитовой руды», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов

Актуальность темы диссертации

Основная часть запасов Бакальских месторождений (до 1 млрд. т.) представлена сидерошлезитом, который содержит 29...35% FeCO_3 и до 9...12% MgCO_3 . В чистом виде эта руда не используется при производстве чугуна в доменной печи в связи с образованием тугоплавких шлаков с повышенным содержанием оксида магния и нарушением работы доменной печи. Использование такой руды затруднено вследствие невозможности разделения составляющих её компонентов. Технология её переработки должна быть направлена на извлечение всех ценных компонентов с целью ресурсосбережения и повышения эффективности производства с минимальными затратами на подготовку руды.

В связи с этим разработка теоретических и технологических основ безотходной пирометаллургической переработки сидерошлезитовой руды в настоящее время является весьма актуальной.

Структура и содержание диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, основных выводов, трех приложений, списка использованных источников из 214 наименований, изложена на 165 страницах машинописного текста. Графики и иллюстрации представлены на 55 рисунках, экспериментальные и расчётные данные сведены в 26 таблиц. Информация, приведённая в автореферате, соответствует основному содержанию диссертации и даёт полное представление о её научных положениях, результатах и основных выводах.

Во введении автором показаны актуальность и своевременность исследований в данном направлении. Сформулированы основные цели и задачи исследования, убедительно показаны научная новизна и практическая значимость диссертационной работы, представлены положения, выносимые на защиту, и показано по каким пунктам диссертация соответствует паспорту специальности 05.16.02. Показан личный вклад автора, описаны объекты и методы исследований. Представлены сведения о реализации результатов и об апробации работы на конференциях.

В первой главе приведена оценка особенности химического и минералогического состава сидероплезитовой руды Бакальских месторождений, показана необходимость использования технологий прямого получения железа из руд, собраны сведения о разработанных технологиях переработки сидероплезитовой руды, а также описаны существующие представления о механизме твёрдофазного восстановления железа в оксидах.

Во второй главе представлены результаты исследования процесса и продуктов диссоциации карбонатов в образцах руды. Показано влияние размеров частиц на процесс диссоциации в серии экспериментов во взвешивающей печи в атмосфере воздуха.

В третьей главе по результатам термодинамического расчёта и предварительного дериватографического анализа карботермического восстановления железа из сидероплезитовой руды Бакальских месторождений, выявлены условия для успешного проведения экспериментов по твердофазному восстановлению железа. Представлены результаты экспериментов по твердофазному восстановлению железа из сидероплезитовой руды в кусковых и порошковых образцах при разных условиях. При восстановлении железа в образцах руды процесс восстановления распространяется по объёму всего куска с выделением безуглеродистой металлической фазы без образования на поверхности сплошной металлической оболочки. Каналами распространения восстановительного процесса являются не поры, а прослойки нерудной оксидной фазы и остаточные оксиды магния, марганца и железа.

В четвёртой главе показана методика получения металлизированного материала для механического разделения восстановленного железа и оксидов. На основе результатов экспериментов сделан вывод о нецелесообразности

механического разделения на железо и невосстановленные оксиды. Представлены успешные результаты разделения продукта металлизации в шлаковом расплаве.

В пятой главе на основе результатов, представленных в предыдущих главах, дано теоретическое описание процесса восстановления как электрохимического процесса. Приведены рекомендации по производству и использованию железо-магнезиального композита. Сделан упрощенный расчет экономического эффекта при использовании продукта металлизации в качестве железо-магнезиального флюса.

Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

К основным результатам диссертационной работы следует отнести следующее:

Научная новизна:

1. Обоснована эффективность селективного твердофазного восстановления железа в кристаллической решетке комплексного оксида, образованной катионами железа, магния, марганца, кальция и анионами кислорода.
2. Показано, что селективное твердофазное восстановление и выделение металлического железа может происходить внутри кусков комплексного оксида в окружении анионов кислорода. Восстановление осуществляется посредством передачи электронов от восстановителя к восстанавливаемым катионам в объеме оксида в результате *n*-проводимости остаточных оксидов, образованных катионами невосстанавливаемых металлов.
3. Установлено, что превращение катионов железа оксидной фазы в катионы металлической фазы происходит путем перераспределения электронов, минуя стадию образования атомов.
4. Показано, что для выделения восстановленного железа в объеме оксида не требуется ни подвод восстановителя к месту выделения металлической фазы, ни отвод от него продуктов восстановления. Отсутствие контакта восстановителя с металлом исключает переход в металл углерода и серы, содержащихся в восстановителе.

Практическая значимость:

1. Экспериментально подтверждена возможность селективного твердофазного восстановления железа с высокой скоростью в кусках сидероплезита в окружении анионов кислорода. Вследствие выделения железа внутри оксида исключается загрязнение железа углеродом и

- примесями из восстановителя, что позволяет использовать в качестве восстановителя низкокачественные энергетические угли.
2. Показана возможность жидкофазного разделения продукта металлизации сидероплезитовой руды в жидком шлаке с получением первородного железа, пригодного к производству качественной металлопродукции, и концентрата оксида магния.
 3. Разработан композитный материал, содержащий первородное железо и оксидный концентрат, пригодный к использованию в сталеплавильных агрегатах в качестве шихтового материала для разбавления примесей цветных металлов, вносимых металлическим ломом, и высокомагнезиального флюса, используемого для повышения стойкости периклазсодержащей футеровки.
 4. Предложены технологическая схема и набор технологического оборудования для безотходной пирометаллургической технологии переработки кусковой сидероплезитовой руды.

Достоверность полученных результатов

Достоверность термодинамических и теоретических расчетов обеспечена использованием надежных справочных данных и современного программного обеспечения, а сделанные на основе этих расчетов выводы и рекомендации позволили получить согласованные экспериментальные результаты. Достоверность экспериментальных результатов обусловлена применением современного оборудования при проведении высокотемпературных экспериментов; применением широко распространенных, разнообразных и апробированных методов исследования; высоким качеством и точностью исследовательского оборудования, применяемого при анализе экспериментальных результатов; сопоставлением полученных результатов с данными других исследований

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Предложенная технологическая схема и набор технологического оборудования для безотходной ресурсосберегающей переработки кусковой сидероплезитовой руды должны быть реализованы на Бакальском месторождении сидероплезитовой руды. Разработанный композитный материал, содержащий первородное железо и оксидный концентрат, необходимо использовать на металлургических предприятиях Челябинской области в качестве шихтового материала для разбавления примесей цветных металлов, вносимых металлическим ломом, и высокомагнезиального флюса для повышения стойкости футеровки сталеплавильных агрегатов.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований могут быть использованы в Южно-Уральском государственном университете (НИУ) в

учебном процессе при подготовке студентов, обучающихся по направлению 22.03.02 и 22.04.02 – Metallургия.

Замечания по диссертационной работе

По представленной работе имеются следующие замечания:

1. При обсуждении роли диссертации не очень устойчивых оксидов в процессе восстановления автор ошибочно ссылается на работы С.Т.Ростовцева (1970 г.), П.В.Гельда и О.А.Есина (1957). Указанные авторы имеют крайне малое отношение к обсуждаемому вопросу, а П.В.Гельд в принципе исключал возможность диссоциации в процессах восстановления металлов. В действительности диссоционная теория восстановления металлов была впервые выдвинута и в известной степени обоснована в 1931 году академиком А.А.Байковым. Труды основоположников диссоциационной теории (А.А.Байков, А.С.Тумарев, И.С.Куликов), а также обзорная статья И.В.Рябчикова, Б.Ф.Белова и В.Г.Мизина «О механизме взаимодействия оксидов металлов с углеродом» (Сталь, № 5, 2014) автором не рассмотрены.
2. Диссертант утверждает, что восстановление железа в кусках сидеритоплезита без контакта с углеродом осуществляется с высокой скоростью. Однако какова она в действительности, соизмерима ли со скоростью восстановления железа в тонкоизмельчённой смеси руды с углеродистым материалом и каков выход годного железа после растворения продукта металлизации в шлаке? Эти вопросы остаются невыясненными.
3. Раздел 5.4 следовало бы назвать «Расчет теоретически возможного экономического эффекта», поскольку автор использует не экспериментальные данные.
4. Переработка металло-оксидного композита в конвертерном производстве и дуговой сталеплавильной печи, предложенная автором, умозрительна. В частности, возможность переработки композита в конвертере с принудительным удалением гетерогенного шлака вызывает большие сомнения.

Заключение

Несмотря на высказанные замечания, можно сформулировать следующее положительное заключение по диссертации.

Диссертационная работа С.П. Салихова является формально законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором на актуальную тему. Диссертация содержит новые научно обоснованные технологические решения для безотходной пирометаллургической переработки сидероплезитовой руды.

Полученные результаты отличаются научной новизной и при реализации на практике могут дать значительный эффект; они достоверны, выводы аргументированы. Диссертационная работа логически структурирована по главам и написана технически грамотным языком. Автореферат полно и объективно отражает содержание диссертации. Работа прошла апробацию на конференциях международного и российского уровней. Материалы диссертации опубликованы в 16 научных статьях, из них 6 в журналах, рекомендованных ВАК. Разработано 2 технических решения, защищённых патентами РФ на изобретение и полезную модель.

Таким образом, диссертационная работа «Теоретические и технологические основы безотходной пирометаллургической переработки сидероплезитовой руды» соответствует критериям ВАК РФ, определённым п.п. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней» №842 от 24.09.2013 г. к работам на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Диссертационная работа и отзыв на неё заслушаны и обсуждены на семинаре отдела модернизации и развития производства ООО НПП Технология (протокол №4 от 25.09.2017).

Начальник отдела
модернизации и развития
производства

К.И. Яровой

(подпись)

Эксперт отдела модернизации и
развития производства, доктор
технических наук, профессор

И.В. Рябчиков

(подпись)

« 25 » 09 2017 г.

Адрес организации:
454901, Россия, г. Челябинск, ул. Водрем-40 стр.25
Общество с ограниченной ответственностью новые перспективные продукты
Технология, ООО НПП Технология
Тел.: +7 (351) 210-37-37,
E-mail: npp@npp.ru,
Сайт: <http://www.npp.ru>