

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке
ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина»

А.В. Германенко

«29» 08 2024г.

Отзыв

ведущей организации на диссертационную работу Косдаулетова Нурлыбая по теме «Научное обоснование технологической схемы получения низкофосфористых высокомарганцевых шлаков из некондиционных железомарганцевых руд», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Представленная диссертация посвящена разработке методики получения низкофосфористых высокомарганцевых шлаков из некондиционных железомарганцевых руд России пирометаллургическими методами с привлечением разных восстановителей.

Важным вспомогательным металлом для производства стали является марганец, который используется в качестве раскислителя, легирующего элемента и десульфуратора и при производстве стали используется в количестве, более чем любой другой металл, не считая железа. В то же время марганец в России в дефиците. На территории России имеются марганцевые руды общим объемом около 135 млн. т. Но в настоящее время эти месторождения марганцевых руд практически не эксплуатируются, так как они представлены карбонатными, окисленными и железомарганцевыми рудами, то есть, комплексными, содержащими железные и марганцевые минералы, А кроме того, для всех этих руд характерно высокое содержание фосфора. По сложившейся технологии при металлургическом переделе из таких руд невозможно получить стандартные марки марганцевых ферросплавов. Кроме разделения марганца и железа при получении марганцевых сплавов из таких руд проблемой является удаление фосфора. Дефосфорацию марганцевой руды обычно проводят методами гидрOMETаллургии, либо пирометаллургическим обжигом с добавлением различных вспомогательных материалов для связывания фосфора, увеличивающих стоимость рудоподготовки. В связи с этим такие железомарганцевые руды не получили широкого промышленного применения. Для переработки высокофосфористых железомарганцевых руд требуются новые теоретические и технологические разработки.

По этим причинам для производства стандартных марганцевых сплавов в России марганцевые руды хорошего качества приходится импортировать из ближнего и дальнего зарубежья (ЮАР, Украина, Казахстан, Австралия и др.). При этом на транспортировку зарубежного сырья морским и железнодорожным транспортом приходится значительные затраты.

Особую актуальность в решении проблемы получения марганцевых сплавов имеет вовлечение в производство некондиционной высокофосфористой железомарганцевой руды. В этой связи весьма актуальным является изучение особенностей восстановления марганцевых руд разного генезиса, отличающихся содержанием оксидов марганца, железа и фосфора, разными восстановителями при одинаковых условиях. В последнее время актуальной задачей является использование в качестве восстановителя газов в связи с мировым трендом на отказ от углеродных технологий.

Таким образом, представленная работа, направленная на поиск путей вовлечения некондиционных высокофосфористых руд в промышленный передел, является **актуальной**.

Автором диссертационной работы получены следующие **новые научные результаты**:

1. Методом термодинамического анализа установлено, в интервале температуры 677-1027 °С железо восстанавливается до металлического состояния и твердым углеродом и монооксидом углерода, а марганец – только до оксида MnO. При температуре меньше 877 °С фосфор не восстанавливается при любом количестве углерода. Если в системе избыток углерода, то весь фосфор переходит в металл при температуре 927 °С в виде соединения Fe₃P.

2. Экспериментально подтверждено, что в легкоплавких железомарганцевых рудах можно производить твердофазное селективное восстановление железа и фосфора монооксидом углерода при температуре порядка 900 °С, сохраняя марганец в оксидной фазе. Повышение температуры и увеличение продолжительности восстановительного обжига в атмосфере {CO} способствуют более полному переходу фосфора из оксидной фазы в металлическую. Использование в качестве восстановителя при этих же условиях твердого углерода приводит к переходу в металлическую часть не только железа и фосфора, но и значительного количества марганца.

3. Выявлены условия жидкофазного разделения железомарганцевых руд после твердофазного восстановления монооксидом углерода или водородом при температуре от 1650 до 1700 °С. Полученные результаты позволяют рекомендовать технологическую схему получения низкофосфористого марганцевого шлака и легированного фосфором железа из железомарганцевых руд и концентратов.

Обоснованность научных положений, достоверность результатов и выводов диссертации подтверждается использованием современных методов анализа и программного обеспечения с привлечением точного лабораторного оборудования и цифровой техники, обеспечивают корректность представленных результатов.

Практическая ценность и значимость результатов диссертации:

1. Впервые в одинаковых условиях изучены и оценены особенности восстановления элементов железа и фосфора в марганцеворудном сырье разного типа.

2. Экспериментально показана возможность сохранения марганца в оксидной фазе при совместном восстановлении железа и фосфора в легкоплавких железомарганцевых рудах газообразными восстановителями (монооксидом углерода или водородом) при температуре от 900 до 1000 °С.

3. Установлена возможность жидкофазного разделения продуктов металлизации железомарганцевых руд и концентратов с получением фосфорсодержащего металлического железа и высокомарганцевого шлака при температуре от 1650 до 1700 °С без восстановления марганца до металлического состояния.

4. Предложена технологическая схема и набор технологического оборудования для ресурсосберегающей пирометаллургической технологии переработки некондиционных железомарганцевых руд и концентратов по двухстадийной схеме переработки мелкой (0...1 мм) железомарганцевой руды путем предварительного газового восстановления железа и фосфора в многоподовой печи монооксидом углерода или водородом с последующим переплавом восстановленного полупродукта в дуговой печи.

Основные положения и результаты работы опубликованы в 11 статьях, в том числе 4 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ и 3 в изданиях, индексируемых в базе Scopus. Результаты работы докладывались и обсуждались на 9 Международных и Российских научно-технических конференциях.

По диссертационной работе имеются следующие **замечания и вопросы**:

Замечания:

1. На с.40 приведен состав руды месторождения Селезень, в котором железо и марганец даны не в оксидной форме. При этом связанный с ними кислород убран в потери при прокаливании (п.м.п.), что увеличивает долю п.м.п. до 20 %, тогда как согласно рисунку 2.6 они составляют около 11 %.

2. По тексту главы 2 марганец содержится в образцах в виде оксида, в выводах по главе указано «присутствии железа и марганца в виде оксидов, карбонатов и гидрофосфатов железа». Имея в виду данные рентгенографии, стоит заключить, что формулировка в выводах главы неправильная

3. Качество приведенных в работе диаграмм на рисунка 3.3-3.4 очень плохое, текст не читаем.

4. Рисунок 3.5 – различные степени увеличения, затрудняет восприятие материала.

5. Таблица 3.2 – для образца «концентрат, углерод» отсутствует точка замера с высоким содержанием Mn, равно как и отсутствует для последнего образца в этой таблице точка с восстановленным железом, возникает вопрос обоснованности анализа этого материала.

6. На с.67 указано: «процесс образования и рассеивания восстановительных анионных вакансий с «освободившимися» от ионной связи электронами происходит существенно быстрее, чем диффузия анионов. Это приводит к образованию металлических фаз не только на поверхности оксида, но и в его объеме на значительном удалении от поверхности. **Поэтому при восстановлении металлов из богатых моноруд металлическая фаза образуется обычно на поверхности руды, а при восстановлении в комплексных и бедных рудах в объёме оксидной фазы.**» Предполагаем, что это регламентируется тем, что при восстановлении моноруд по поверхности куска образуется плотная корочка восстановленного металла с более высокой плотностью кристаллической решетки чем основная часть руды, затрудняющая отвод продуктов восстановления (кислород в том или ином виде) от места восстановления, т.к. восстанавливаемого компонента много и он в значительной степени выходит на поверхность куска. При восстановлении комплексных бедных руд этого не наблюдается и сохраняется диффузионная подвижность как восстановителя, так и продуктов, т.к. они не оказываются окружены плотным слоем металлической корки, что способствует восстановлению компонентов внутри кусков руды. Корка не образуется, т.к. на поверхность кусочка восстанавливаемый компонент выходит в небольшом количестве;

7. Пункт 2.2. – «Высокие проценты потери массы в бразильской руде возможно связано появлением более низких оксидов марганца в атмосфере воздуха.» Поясните эту фразу, т.к. создается впечатление, что идет речь о восстановлении оксидов марганца в окислительных условиях. Это же подтверждается сравнением диаграмм 2.2 и 2.7. Если это так – за счет чего идет восстановление, т.к. в описании эксперимента не дана информация про восстановитель?

8. Пункт 3.3 «Различие заключается лишь в том, что в контакте с твердым углеродом преобразования в рудных образцах носят более глубокий характер.» Согласно данным таблицы 3.1 в образцах, восстанавливавшихся твердым углеродом, железо сохраняется в точках замера вместе с марганцем в оксидном виде, тогда как при восстановлении газом железо отсутствует в выбранных точках замера. То есть, более полно железо восстанавливается в газовой среде, нежели в контакте с твердым углеродом. Возможно, в контакте с твердым углеродом восстановление происходит не полностью, ввиду невозможности диффузии восстановителя без наличия жидкой фазы, был ли этот аспект учтен?

9. Пункт 4.4 – Почему в тексте указывается на вредность избыточного углерода при разделительной плавке, т.к. он способствует восстановлению марганца в металл, НО при проведении экспериментов использовались графитовые тигли, состоящие из углерода почти на 100 %, который переходит в раствор железа и способствует из него и напрямую восстановлению марганца?

Сделанные замечания носят дискуссионный характер и не снижают общей положительной оценки диссертации.

Заключение:

Диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладающей внутренним единством, в которой на основании проведенных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых внесёт значительный вклад в развитие экономики страны. Научные и прикладные результаты диссертации могут быть рекомендованы для внедрения на металлургических предприятиях.

Диссертация соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Косдаулетов Нурлыбай заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 – металлургия черных, цветных и редких металлов.

Доклад по диссертационной работе был заслушан на расширенном научно-техническом семинаре (НТС) кафедры Металлургии железа и сплавов (МЖиС) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». В обсуждении принимали участие преподаватели – профессора, доценты научные сотрудники и аспиранты кафедры МЖиС, кафедры МЦМ и ТИМ.

За предложенное заключение участники НТС проголосовали единогласно.

Протокол № 7 от 28 августа 2024 года

Председатель НТС, Зав.кафедры МЖиС,
Директор Института новых
материалов и технологий УрФУ
д.т.н. проф.



О.Ю. Шешуков

Секретарь НТС,
доцент кафедры МЖиС Института
новых материалов и технологий,
к.т.н., доцент



Л.Ю. Гилева

Сведения о ведущей организации:

Наименование организации: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Адрес: 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира д. 19

Телефон: +7 (343) 375-44-44

e-mail: contact@urfu.ru

Я, Шешуков Олег Юрьевич, автор отзыва, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Шешуков

Я, Гилева Лариса Юрьевна, автор отзыва, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Гилева

ПОДПИСЫ
ЗАВЕРЯЮ.

Шешукова О.Ю. и Гилевой Л.Ю.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ УРФУ
МОРОЗОВА В.А.

Морозова

