

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.437.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»,  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ  
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 18.09.2024 г. № 54

О присуждении Косдаулетову Нурлыбаю, гражданину Республики Казахстан, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Научное обоснование технологической схемы получения низкофосфористых высокомарганцевых шлаков из некондиционных железомарганцевых руд» по специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов принята к защите 14.06.2024 г. (протокол заседания № 54П) диссертационным советом 24.2.437.01, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» (ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)») Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, д. 76, утвержденным приказом № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Косдаулетов Нурлыбай, 14 июня 1994 года рождения. В 2018 г. Н. Косдаулетов окончил магистратуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» по направлению 22.04.02 «Metallургия». В 2022 г. окончил очную аспирантуру

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» по направлению 22.06.01 «Технологии материалов».

В настоящее время Косдаулетов Н. работает научным сотрудником в НИЛ «Водородные технологии в металлургии» ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации на кафедре пирометаллургических и литейных технологий.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Рощин Василий Ефимович, главный научный сотрудник НИЛ «Водородные технологии в металлургии» ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)».

*Официальные оппоненты:*

Харченко Александр Сергеевич, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой металлургии и химических технологий ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск.

Кель Илья Николаевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории стали и ферросплавов ФГБУН Института металлургии Уральского отделения РАН,

дали положительные отзывы на диссертацию.

*Ведущая организация:* ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, в своем положительном отзыве, подписанном заведующим кафедрой металлургии железа и сплавов, директором Института новых материалов и технологий, доктором

технических наук, профессором Шешуковым Олегом Юрьевичем и доцентом кафедры металлургии железа и сплавов Института новых материалов и технологий, кандидатом технических наук, доцентом Гилевой Ларисой Юрьевной, утвержденном проректором по науке, доктором физико-математических наук Германенко Александром Викторовичем указала, что диссертация Косдаулетова Нурлыбая 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. Также в отзыве отмечено, что диссертационная работа Косдаулетова Н. 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.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 12 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы. В диссертацию включены результаты, полученные автором лично, авторский вклад составляет 27 стр. Публикации полностью соответствуют теме диссертационного исследования и раскрывают ее основные положения. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Результаты работы докладывались и обсуждались на 9 Международных и Российских научно-технических конференциях.

Наиболее значимые научные работы соискателя по теме диссертации:

1. Косдаулетов Н., Роцин В. Е. Определение условий селективного восстановления железа из железомарганцевой руды // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2020. – Т. 63. – №. 11-12. – С. 952-959. DOI:10.17073/0368-0797-2020-11-12-952-959. [BAK]. (авторская доля 5 с. из 8 с.).

2. Kosdauletov N., Roshchin V. E. Determining the Conditions for Selective Iron Recovery by Iron-Manganese Ore Reduction // Steel in Translation. – 2020. – Vol. 50. – №. 12. – Pp. 870-876. DOI: 10.3103/S0967091220120050. [Scopus Q2]. (авторская доля 3 с. из 7 с.).

3. Косдаулетов Н., Мухамбетгалиев Е.К., Роцин В.Е. Разделение компонентов железомарганцевой руды бесконтактным и контактными карботермическим восстановлением // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2021. – Т. 64. – № 10. – С. 761-767. DOI.org/10.17073/0368-0797-2021-10-761-767. [BAK]. (авторская доля 2 с. из 7 с.).

4. Косдаулетов, Н., Роцин В.Е. Особенности твердофазного восстановления компонентов марганцевых руд разного генезиса // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». – 2021. – Т. 21. – № 4. – С. 21–30. DOI: 10.14529/met210403. [BAK]. (авторская доля 5 с. из 10 с.).

5. Kosdauletov N., Mukhambetgaliev E. K., Roshchin V. E. Separation of Ferromanganese Ore Components by Reduction with Carbon and Carbon Monoxide// Steel in Translation. – 2022. – Vol. 52. – №. 4. – Pp. 416-421. DOI: 10.3103/S0967091222040064. [Scopus Q2] (авторская доля 2 с. из 6 с.).

6. Косдаулетов Н., Роцин А.В., Роцин В.Е. Получение высокомарганцевого шлака путём восстановления железа и фосфора в железомарганцевых рудах водородом // Черные металлы. – 2024. – № 2. – С. 4–9. DOI: 10.17580/chm.2024.02.01. [K2, BAK]. (авторская доля 5 с. из 6 с.).

На диссертацию и автореферат поступило 12 отзывов. Все отзывы положительные, в некоторых имеются замечания:

I. От ведущей организации, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург. Замечания по диссертации и автореферату:

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.п.), что увеличивает долю п.м.п.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 рисунках 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?

Ведущая организация отмечает, что сделанные замечания не снижают положительной оценки диссертации

II. От официального оппонента Харченко Александра Сергеевича, д.т.н., доцента, заведующий кафедрой металлургии и химических технологий ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск. Замечания по диссертации и автореферату:

1. Состав исходного шлака и других оксидных материалов приводится только содержание элементов, что затрудняет оценку качества этих материалов.

2. Вызывает удивление выбор марганцевого сырья для проведения исследований: в качестве отечественного сырья выбрано Селезеньское месторождение (Кузбасс) высокофосфористых марганцевых руд, в то время как на Урале и в Башкортостане имеется целая россыпь марганцевых руд с низким содержанием фосфора, одно из них Ниязгуловское – разрабатывается в настоящее время. По импортному сырью выбрано Бразильское сырье, хотя АО «ЧЭМК» работает на сырье из Габона и ЮАР.

3. Не выполнены технологические расчеты выплавки низкоуглеродистого ферромарганца из предлагаемого низкофосфористого высокомарганцевого шлака, хотя методики подобных расчетов давно разработаны, в том числе и в ЮУрГУ. По этой причине предлагаемая технологическая схема (стр. 87) является гипотетической.

4. В библиографическом списке приведены ссылки не на все собственные публикации по диссертационной работе.

5. Отмечено непостоянство в употреблении размерности температуры в диссертации (стр. 43,45) и в автореферате (стр. 11, стр. 13) то в °С, то в °К.

III. От официального оппонента Кель Ильи Николаевича, к.т.н. старшего научного сотрудника лаборатории стали и ферросплавов, ФГБУН Институт металлургии Уральского отделения РАН (ИМЕТ УРО РАН), г. Екатеринбург. Замечания по диссертации и автореферату:

1. В первой главе на стр. 11 приведена структура импорта марганцевого сырья – что «согласно литературным данным вырос объем и этого потребления с 516 тыс. т в 2002 г. до 1276 тыс. т в 2018 г [2-5].», но в списке литературы указанные публикации датируются 2006-2012 год.

2. На странице 36 указано, что «Марганец во всех образцах находится в максимально окисленном состоянии – в виде диоксида марганца  $MnO_2$ », однако на стр. 40 для термодинамического моделирования был проведен пересчет с учетом максимальной степени окисленности железа и марганца на  $Fe_2O_3$  и  $Mn_2O_3$ . Почему была выбрана  $Mn_2O_3$  (+3), ведь степень окисленности у  $MnO_2$  (+4)?

3. В описании методики эксперимента на стр. 38 указано, что образцы марганцевого сырья выдерживали при температуре  $1000^\circ C$  в течение часа, но на рисунке 2.6 время эксперимента составляет 300 минут или 6 часов. В течении какого времени был выполнен обжиг?

4. В таблице 3.1 – «Содержание элементов после восстановления при температуре  $900^\circ C$  и выдержке 90 минут» приведены результаты взаимодействия Бразильской руды и углерода. В ходе данного процесса происходит частичное восстановление железа в металл, однако при увеличении времени выдержки и температуры до 180 минут и  $1000^\circ C$  данного эффекта в этом материале не обнаружено. Чем объясняется отсутствие восстановления?

5. Вызывает некоторое сомнение отсутствие карбидов во всех образцах металла. С чем это связано?

6. В п.4.4 приведена предлагаемая схема получения низкофосфористого марганцевого шлака из фосфорсодержащих железомарганцевых руд, которая включает в себя использование в дуговых печах постоянного тока. Почему при расчете себестоимости получаемых материалов в таблице 4.7 не указаны затраты на электричество?

IV. От Директора Исследовательского центра физики металлических жидкостей, Заслуженного работника высшей школы Российской Федерации,



Почетного профессора УрФУ, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, доктора технических наук, профессора Цепелева Владимира Степановича. Замечания по автореферату: 1) В автореферате отсутствуют необходимые результаты расчетов по термодинамике восстановления элементов для случая использования в качестве восстановителя водорода. 2) Непонятны причины наличия фосфора в металлической части восстановления бразильской руды (рис. 6, табл. 2).

V. От Директора Автозаводской высшей школы управления и технологий НГТУ им. Р.Е. Алексеева, ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород, доктора технических наук, профессора Сивкова Владимира Лаврентьевича. Замечания: В пункте 3 выводов (стр.22) написано, что при использовании в качестве восстановителя твердого углерода в металлическую часть при этих же условиях переходят не только железо и фосфор, но и некоторое количество марганца. Какое количество? В каких пределах?

VI. От заведующего лабораторией специальной электрометаллургии АО «НПО «ЦНИИТМАШ», доктора технических наук Левкова Леонида Яковлевича. Замечания: 1) В тексте автореферата, посвященном 3 главе диссертации, не приведено обоснование однородности температурного поля в экспериментальной ячейке (рисунок 4), содержащей 6 тиглей с порошками, участвующими в твердофазных реакциях. В этой ячейке установлена лишь одна термопара, поэтому температурные характеристики протекающих процессов, по-видимому, определены недостаточно корректно. 2) Отсутствуют данные о содержании углерода в восстановленных углеродсодержащими восстановителями рудных материалах и в составе металла разделительной плавки (таблицы 1 - 5), хотя образование железом раствора с углеродом вполне вероятно.

VII. От руководителя научного отдела черной металлургии ИМЕТ УрО РАН, главного научного сотрудника, доктора технических наук Бабенко Анатолия Алексеевича и от старшего научного сотрудника лаборатории стали и ферросплавов

ИМЕТ УрО РАН, кандидата технических наук Михайловой Людмилы Юрьевны. Замечания: 1) На стр. 11 автореферата, рис. 3, при термодинамическом моделировании было бы наглядней привести температуру в град. °С. 2) На стр. 18 автореферата, рис. 9 – не совсем понятно, почему степень увеличения образцов разная?

VIII. От Директора центра редакции научных журналов ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», доктора технических наук Шкирмонтова Александра Прокопьевича. Замечания: 1) Марганец, как ведущий элемент сплава, имеет температуру плавления равную 1244°C (1517 К) и высокую температуру кипения 2150°C (2423 К). Тем не менее, он характеризуется аномально высокой упругостью пара. Поэтому для диапазона температур в реакционной зоне печи потери марганца от испарения очень значительны. Необходимо отметить, что по данным работы [Казенас Е.К., Чижиков Д.М. Давление и состав пара над окислами химических элементов. -М.: Наука, 1976. - 342 с.] уже для диапазона температур 1550-1750 К в парогазовой фазе над расплавом MnO обнаружено, что значительное испарение происходит по реакции диссоциации на газообразный марганец и молекулярный кислород. Соответственно, даже при нормальных условиях плавки с закрытой дугой под слоем шихты в обычной электропечи переменного тока потери марганца в улёт составляют не менее 10-15 %. При уменьшении заглубления электродов в шихту при неправильном электрическом режиме работы печи улёт марганца в 1,5-2 раза выше. Соответственно при выплавке в печи постоянного тока с открытой дугой потери марганца превысят 30-35 %, что весьма нерационально. Какие технические решения для этого приняты?

IX. От профессора кафедры «Металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов» ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», доктора технических наук, старшего научного сотрудника Павлова Александра Васильевича, доцента кафедры «Металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов»

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» Котельникова Георгия Ивановича. Замечания: 1) Практическая значимость работы под номером 1 больше отвечает научной новизне. 2) Положения, выносимые на защиту, могли бы более подробно раскрывать полученные результаты. 3) Автореферат диссертации не содержит уравнений реакций, что затрудняет понимание протекающих процессов.

X. От генерального директора ООО «НПФ КОМТЕРМ», г. Москва, доктора технических наук, профессора Нехамина Сергея Марковича. Замечания: 1) Отсутствуют рекомендуемые расходы восстановительных газов для твердофазного восстановления железа и фосфора. 2) Нет данных по требуемой влажности шихтовых материалов при твердофазном восстановлении водородом.

XI. От заведующего лабораторией «Пирометаллургические процессы» филиала РГП «НЦ КПМС РК» «Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева», Казахстан, г. Караганда, кандидата технических наук, профессора Байсанова Алибека Сайлаубаевича. Замечание: в автореферате нет объяснения возможности использования сплава железа с фосфором.

XII. От профессора кафедры металлургии и материаловедения, НАО «Карагандинский индустриальный университет», Казахстан, г. Темиртау, доктора технических наук, профессора Нурумгалиева Асылбека Хабадашевича. Замечания и вопросы в отзыве отсутствуют.

*Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается соответствием темы диссертационной работы соискателя профилю их научной деятельности и области научных компетенций. Оппоненты и ведущая организация широко известны своими достижениями в данной области науки, имеют публикации по исследованиям, близким к проблеме работы соискателя. Благодаря этому они способны определить научную новизну и практическую ценность диссертации соискателя.*

*Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных*

соискателем исследований: *разработана* и научно *обоснована* технологическая схема получения низкофосфористых высокомарганцевых шлаков из некондиционных железомарганцевых руд, *доказано*, что совместное восстановление железа и фосфора из высокофосфористых железомарганцевых руд можно реализовать путем восстановительного обжига с использованием относительно слабого газообразного восстановителя.

*Теоретическая значимость исследования* обоснована тем, что: методом термодинамического анализа *установлено*, что в интервале температуры 677-1027°C железо восстанавливается до металлического состояния и твердым углеродом и монооксидом углерода, а марганец – только до монооксида MnO. При температуре меньше 877°C фосфор не восстанавливается при любом количестве углерода. Если в системе избыток углерода, то весь фосфор переходит в металл при температуре 927°C в виде соединения Fe<sub>3</sub>P. Экспериментально *подтверждено*, что в легкоплавких железомарганцевых рудах можно производить твердофазное селективное восстановление железа и фосфора монооксидом углерода при температуре порядка 900°C, 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. *Выявлены* условия жидкофазного разделения железомарганцевых руд после твердофазного восстановления монооксидом углерода или водородом при температуре 1650...1700°C. Полученные результаты позволяют рекомендовать технологическую схему получения низкофосфористого марганцевого шлака и легированного фосфором железа из железомарганцевых руд и концентратов.

*Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждаются тем, что: впервые* в одинаковых условиях изучены и оценены особенности восстановления элементов железа и фосфора в марганцеворудном

сырье разного типа. 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 900...1000°C. *Установлена* возможность жидкофазного разделения продуктов металлизации железомарганцевых руд и концентратов с получением фосфорсодержащего металлического железа и высокомарганцевого шлака при температуре 1650...1700°C без восстановления марганца до металлического состояния. *Предложена* технологическая схема и набор технологического оборудования для ресурсосберегающей пирометаллургической технологии переработки некондиционных железомарганцевых руд и концентратов по двухстадийной схеме путем предварительного газового восстановления железа и фосфора в многоподовой печи монооксидом углерода или водородом с последующим переплавом восстановленного полупродукта в дуговой печи. По результатам работы получено положительное решение по заявке на изобретение РФ.

*Оценка достоверности результатов исследования выявила*, что термодинамические и теоретические *расчеты* были проведены с применением надежных справочных данных и современного программного обеспечения. На основе этих расчетов были сделаны выводы и рекомендации, соответствующие экспериментальным данным. *Теоретические результаты* согласуются с другими исследованиями, выполненными по тематике диссертационной работы, не противоречат общим концепциям и дополняют их. *Идея базируется* на данных из существующих литературных источников и практики получения высокомарганцевых шлаков. *Использовано* сравнение результатов и выводов лабораторных исследований с проведенными ранее работами. *Установлено* соответствие между полученными автором данными с данными других исследований. Достоверность результатов исследования *подтверждена* их воспроизводимостью.

*Личный вклад соискателя состоит* в определении актуальности, цели и постановке задач исследования; выдвижении основных идей, их научное

обоснование; личное участие в проведении экспериментов; непосредственное участие в анализе и интерпретации полученных результатов; написании научных публикаций по теме диссертации; инициировании выступлений с докладами и апробации результатов исследований на научно-практических конференциях; подготовке текста диссертации.

В ходе защиты были высказаны следующие критические замечания и заданы вопросы:

1) В результатах термодинамического моделирования на одном графике представлены две шкалы. Вы постоянно ссылаетесь на вторую шкалу, так зачем тогда нужна левая?

2) В ваших термодинамических расчетах разница заключается лишь в содержании углерода 6% или 7%, а полученные результаты отличаются.

3) На диаграмме не представлены силикаты марганца, однако они обнаруживаются на дифрактограмме после восстановительного обжига.

4) В автореферате на стр. 20 показано, что в качестве агрегата для металлизации железа и фосфора в железомарганцевой руде можно использовать существующие газовые, в частности, многоподовые печи, а вы делали эксперименты в этих печах?

Соискатель Косдаулетов Н. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привёл собственную аргументацию:

1) Левая шкала отображает содержание монооксида марганца в системе, а правая шкала – содержание углерода,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$  и железа. Содержание элементов в исходной руде различается, поэтому для более наглядного представления полученных результатов мы использовали в одном графике две шкалы с указательной стрелкой.

2) При увеличении количества углерода в системе наблюдается увеличение концентрации монооксида углерода ( $\text{CO}$ ), а также восстанавливается фосфор и в виде фосфида железа переходит в металлическую фазу.

3) В своей работе мы не рассматриваем процесс получения сплавов марганца. В расчетах не учитывались силикаты марганца, так как мы рассматриваем условия селективного восстановления железа и фосфора.

4) В этих печах нет. Представлены результаты экспериментальных исследований только в лабораторных условиях. Многоподовые печи мы предлагаем в качестве одного из наиболее соответствующего условиям процесса агрегата из существующего оборудования для предварительного восстановления.

На заседании 18.09.2024 г. диссертационный совет принял решение: за разработанную и обоснованную на основании полученных научно-технических результатов технологическую схему получения низкофосфористых высокомарганцевых шлаков из некондиционных железомарганцевых руд России пирометаллургическими методами с привлечением разных восстановителей присудить Косдаулетову Н. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 4 доктора наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за - 17, против - 0.

Председательствующий  
на заседании  
диссертационного совета,  
д.ф.-м.н., доцент



Руциц Сергей Вадимович

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
к.т.н., доц.

Шабурова Наталия Александровна

18.09.2024 г.