

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. № 55

О присуждении Адилову Галымжану, гражданину Республики Казахстан, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка основ технологии полной переработки медеплавильных шлаков с получением востребованных металлических и керамических изделий» по специальности 2.6.2 "Металлургия черных, цветных и редких металлов" принята к защите 14.06.2024 г. (протокол заседания № 55П) 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 Адилов Галымжан, 31 октября 1994 года рождения. В 2018 г. соискатель окончил магистратуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» по направлению 22.04.02 «Металлургия». 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 Адилов Г. работает научным сотрудником в НИЛ «Водородные технологии в металлургии» ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)».

Диссертация выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)») 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:

Михеенков Михаил Аркадьевич – доктор технических наук, доцент, старший научный сотрудник ФГБУН «Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук», г. Екатеринбург,

Метёлкин Анатолий Алексеевич – кандидат технических наук, доцент, главный специалист научно-исследовательского центра АО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат», г. Нижний Тагил,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, в своем положительном отзыве, подписанном доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой металлургии и химических технологий Харченко Александром Сергеевичем и доктором технических наук, профессором, профессором кафедры металлургии и химических технологий и Бигеевым Вахитом Абдрашитовичем, и утвержденном доктором технических наук, доцентом,

ректором ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И. Носова» Д.В. Терентьевым, указали, что диссертация Адилова Г. является завершённой 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 диссертация соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Адилов Галымжан 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 6 работ, 6 работ в материалах всероссийских и международных конференций. В диссертацию включены результаты, полученные автором лично. 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 13 международных и российских научно-технических конференциях.

Наиболее значимые научные работы соискателя по теме диссертации:

1. Адилов Г., Поволоцкий А.Д., Зырянов С.В., Рощин В.Е. Получение расклинивающего материала (пропанта) для нефтедобывающей промышленности из металлургических шлаков // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». 2018. Т. 18, № 1. С. 58–63. [ВАК]. (авторская доля 2 из 5 с.)

2. Рошин В.Е., Адилов Г., Поволоцкий А.Д., Потапов К.О. Комплексная переработка медеплавильных шлаков для получения востребованных продуктов // Электromеталлургия. 2019. № 4. С. 25–34. [ВАК, RSCI]. (авторская доля 3 из 9 с.)

Roshchin V. E., Adilov G., Povolotskii A.D., Potapov K.O. Combined Processing of Copper–Smelting Slags for the Manufacture of Valuable Products // Russian Metallurgy (Metally), 2019. Vol. 2019, No. 12. Pp. 1289–1296 [Scopus, Q4]

3. Адилов Г., Поволоцкий А.Д., Рошин В.Е. Термодинамическое моделирование восстановления металлов в медеплавильных шлаках и экспериментальная проверка результатов // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2022. – Т. 65. – № 8. – С. 581–589 [К1, ВАК, RSCI]. (авторская доля 3 из 8 с.)

4. Адилов Г., Поволоцкий А.Д., Рошин В.Е. Комплексная безотходная технология переработки медеплавильных шлаков // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2022. – Т. 78. – № 9. – С. 801–811. [К2, ВАК]. (авторская доля 4 из 10 с.)

5. Адилов Г., Поволоцкий А. Д., Рошин В. Е. Переработка вторичных шлаков после извлечения железа из шлаков медеплавильного производства с получением пропантов // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2023. Т. 79. № 12. С. 1039-1046. [К2, ВАК]. (авторская доля 3 из 8 с.)

6. Адилов Г., Карева Н.Т., Рошин В.Е. Влияние меди и кремния на фазовые превращения в системе железо – углерод // Известия высших учебных заведений. Черная Металлургия. – 2024. – 67(1). – С. 73-75. <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2024-1-73> [К1, ВАК, RSCI]. (авторская доля 1 из 2 с.)

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

I. Ведущая организация, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», указала следующие замечания:

1. В составе исходного шлака и других оксидных материалов приводится только содержание элементов (без кислорода), что затрудняет оценку качества этих

материалов.

2. В качестве металла для изготовления мелющих шаров традиционно используются высокоуглеродистые стали с содержанием углерода до 1%, часто стали типа рессурно-пружинных, а в работе предлагается использовать чугуны, пусть даже отбеленный, эксплуатационные свойства которого вызывают сомнения в условиях ударных нагрузок.

3. Высокое содержание серы (0,1% и выше) не укладывается в требования ГОСТ и ТУ, при отливке шаров из такого металла вероятность образования горячих трещин максимально высока.

4. Большая часть диссертации посвящена получению и исследованию свойств пропантов – сырья для получения строительных материалов

5. В библиографическом списке отсутствуют ссылки на собственные публикации по диссертационной работе.

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

II. Официальным оппонентом д.т.н., доцентом Михеенковым Михаилом Аркадьевичем были сделаны следующие замечания:

1. К научной новизне, установленной лично автором, относится восстановление твердым углеродом железа из магнетита при температуре выше 600 °С, а из фаялита выше 900 °С. Это общеизвестный факт, многократно описанный в литературе и он не может быть причислен к научной новизне

2. На протяжении всей работы не приведено соответствие полученных товарных продуктов требованиям нормативных документов (ГОСТ), это относится к оксиду цинка и чугуна.

3. Соответствие полученных пропантов требованиям ГОСТ Р 54571-2011 приведено в разных таблицах, что затрудняет оценку полученных результатов, однако видно, что по ряду показателей полученные пропанты не соответствуют требованиям ГОСТ.

4. Вызывает сомнения предложенное автором повышение кислотостойкости

пропантов покрытием их фенолформальдегидной смолой. Выдержит ли смола воздействие нефтепродуктов?

5. Не понятно методика повышения в пропантах содержания оксида магния. Вероятно содержание оксида магния целесообразно повышать на стадии подготовки шлака к разделительной плавке, а не после нее.

6. На Карабашском медеплавильном комбинате накоплено большое количество хвостов флотации медеплавильных шлаков. Хвосты флотации содержат гораздо меньше меди и серы, чем медеплавильные шлаки, и на их основе можно было бы получить товарные продукты более высокого качества. Почему в работе не исследовалось это направление?

III. Официальным оппонентом к.т.н., доцентом Метёлкиным Анатолием Алексеевичем были сделаны следующие замечания:

1. В таблицах приведено массовое содержание элементов, лучше было бы привести полученные данные в виде оксидов

2. Требование по твердости шаров. Согласно ГОСТ 7524-2015 подразделяют на 5 групп. В диссертации представлено только 4 группы.

3. Если кремний повышает содержание феррита в перлите то, чем обусловлено повышения твердости чугуна при повышении концентрации кремния?

IV. Директором исследовательского центра физики металлических жидкостей ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, заслуженным работником высшей школы Российской Федерации, почетным профессором УрФУ, доктором технических наук, профессором Цепелевым Владимиром Степановичем высказаны замечания по автореферату. В частности, как правильно отмечается в автореферате, медеплавильные шлаки помимо железа и цинка содержат и другие ценные элементы, об извлечении которых в автореферате сведения отсутствуют. Кроме того не понятно, как автор предлагает улавливать оксид цинка, который, согласно приведенным в автореферате данным, конденсируется и оседает на электроде дуговой печи.

V. Директором автозаводской высшей школы управления и технологий «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород, доктором технических наук, профессором Сивковым Владимиром Лаврентьевичем высказаны замечания: В пункте 4 выводов (стр.21) говорится о возможности получения высококачественного продукта для нефтедобывающей промышленности, а возможно получения только качественного? как оценить и с чем сравнить?

VI. Профессором кафедры металлургии и материаловедения, НАО «Карагандинский индустриальный университет», Казахстан, г. Темиртау, доктором технических наук, профессором Нурумгалиевым Асылбеком Хабадашевичем замечания не высказаны.

VII. Заведующим лабораторией специальной электрометаллургии АО НПО «ЦНИИТМАШ», доктором технических наук Левковым Леонидом Яковлевичем высказаны замечания. В химическом составе металлических корольков после пирометаллургического разделения (таблица 3) содержание углерода имеет только целочисленные значения ат. %, а содержание серы в четырёх спектрах приравнено нулю, что может связано с не достаточно точностью анализа. Результаты этих анализов не нормированы, а сумма содержания элементов в спектре 4 рис 6б далеко от 100%. Ссылка на рис. 5в табл. 3 ошибочно.

VIII. Директором центра редакции научных журналов, федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», доктором технических наук Шкирмонтовым Александром Прокопьевичем высказаны замечания. Какие экологические мероприятия для этого предусмотрены диссертантом?

IX. Руководителем научного отдела черной металлургии ИМЕТ УрО РАН, главным научным сотрудником, доктором технических наук, Бабенко Анатолием Алексеевичем и младшим научным сотрудником лаборатории стали и ферросплавов ИМЕТ УрО РАН, кандидатом технических наук Шартдиновым Русланом

Рафиковичем высказаны замечания: 1. В автореферате сообщается, что температура плавления исследуемых шлаков составляет приблизительно 1050, однако не показана, как данная температура была получена? 2. Во второй главе отмечено, что для термодинамического моделирования компонентов шлака использован программный комплекс «терра» результаты реализации которого были проведены эксперимент для выбора температурный интервалов, однако не сказано, почему применялся именно этот программный комплекс,. Не проводилось ли сравнения полученных результатов моделирования с использованием различных моделей и программ.

X. Генеральным директором ООО «НПФ КОМТЕРМ», г. Москва, доктором технических наук, профессором Нехаминим Сергеем Марковичем высказаны замечания: «Кроме того не понятно, как автор предлагает улавливать оксид цинка, который, согласно приведенным в автореферате данным, конденсируется и оседает на электроде дуговой печи».

XI. Профессором кафедры «Металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», доктором технических наук, старшим научным сотрудником Павловым Александром Васильевичем, доцентом кафедры «Металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» Котельниковым Георгием Ивановичем высказаны замечания: 1. В тексте автореферата Адилова Г. встречаются опечатки, которые изменяют смысл понятия. Например в пункте 3 Практической значимости вместо «помолочного инструмента» указывается «помолоченного инструмента. 2. Несмотря на широкий спектр рассматриваемых в работе процессов, в автореферате не приводятся уравнения соответствующих химических реакции. Это несколько уменьшает в целом положительное впечатление от диссертационной работы.

XII. Заведующим лабораторией «Пирометаллургические процессы» филиала РГП «НЦ КПМС РК» «Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева» Казахстан, г. Караганда, кандидатом технических наук, профессором Байсановым Алибеком Сайлаубаевичем высказаны замечания: «При термодинамическом моделирование в программном комплексе «ТЕРРА» не показана фаза FeO. В таблице 3 на странице 12, при изменении условий условий разделения металла и шлака, содержания меди в металле не изменяется».

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* технологическая схема полной переработки медеплавильных шлаков, включающая получение востребованных продуктов – чугуновых мелющих тел, оксидного расклинивающего материала (пропантов) и оксида цинка, термодинамическим расчетом *определены* условия селективного твердофазного восстановления железа в компонентах медеплавильного шлака с учетом всех присутствующих фаз, при этом было подтверждено, что в кристаллической решетке магнетита железо восстанавливается твердым углеродом при температуре выше 600 °С, а в фаялите – при температуре выше 900 °С, *установлено* влияние концентрации неизбежно присутствующих в металле из медеплавильного шлака примесей (Cu, Si, S) на эксплуатационные характеристики мелющих тел: углерод является основным структурообразующим элементом, кремний повышает содержание феррита в перлите, сера увеличивает содержание ледебуритной эвтектики в сером чугуне, медь повышает содержание аустенита.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что определены

условия селективного твердофазного восстановления железа в кристаллических решетках магнетита и фаялита, содержащихся в медеплавильном шлаке. *Определён* химический состав металла из металлосодержащей части медеплавильного шлака, обеспечивающий высокую твердость при относительно высокой износостойкости мелющих тел. *Разработан* состав чугуна для изготовления мелющих тел, содержащий серу (в количестве до 1%) и медь (в количестве до 1%) при содержании С 3,5 % и Si 3,5% и пригодный к использованию в измельчающих машинах в качестве помолоченного инструмента. *Разработаны* состав и технология получения из вторичных шлаков пропантов – расклинивающего материала для гидроразрыва пласта, пригодного к использованию в нефтяной промышленности.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждаются тем, что: экспериментально подтверждена возможность селективного твердофазного восстановления железа и цинка твердым углеродом в легкоплавком медеплавильном шлаке. *Подтверждена* возможность жидкофазного разделения плавлением продуктов металлизации медеплавильного шлака с получением в зависимости от условий разделения металла в виде чугуна, стали или сплава с повышенным содержанием кремния, пригодных для производства востребованной металлопродукции, и шлака, пригодного для производства пропантов – качественного керамического продукта для нефтяной промышленности. *Разработан* состав чугуна, содержащего серу и медь и пригодного к использованию в измельчающих машинах в качестве помолоченного инструмента. *Разработан* состав и технология получения пропантов – расклинивающего агента, пригодного к использованию в нефтяной промышленности для гидроразрыва пласта. *Предложена* технологическая схема и набор технологического оборудования, включающий трубчатую печь для предварительного восстановления железа и возгонки цинка, дуговую печь для разделения продуктов металлизации, обеспечивающие безотходную ресурсосберегающую пирометаллургическую технологию утилизации медеплавильных шлаков. По результатам работы получено положительное решение по заявке на патент РФ.

Оценка достоверности результатов. Достоверность термодинамических и теоретических расчетов обеспечена использованием надежных справочных данных и современного программного обеспечения, соответствием сделанных на основе этих расчетов выводов и рекомендаций экспериментальным результатам. 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; соответствием полученных результатов данным других исследований.

Личный вклад автора. Планирование, подготовка и проведение экспериментов. Подготовка и участие в исследовании полученных образцов. Анализ и интерпретация полученных результатов. Подготовка и написание научных статей по теме диссертации, выступление с докладами на конференциях и семинарах.

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

1. Термодинамические расчёты проведены по стехиометрии и при избытке углерода в два раза. В шлаке много элементов, как вы определили стехиометрию?
2. Мышьяк является компонентом шлаков, сколько его там?
3. Каким образом наносилось защитное покрытие на пропанты?
4. Точка при 2% углерода выше остальных. Каким механизмом это объясняется, что сначала углерод повышает твердость, затем начинает уменьшать. Чем объясняется этот локальный максимум?

Соискатель Адилов Г. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привёл собственную аргументацию:

1. Была рассчитана стехиометрия на восстановление железа и восстановление цинка.
2. Были использованы шлаки после флотационного обогащения, в которых присутствие мышьяка не наблюдалось.
3. Покрытие из фенолформальдегидной смолы на пропанты наносилось по

классической технологии.

4. При повышении в металле содержания углерода, даже при высоком содержании серы, неизбежно получается серый чугун.

На заседании 18.09.2024 г. диссертационный совет принял решение: за разработанные на основании полученных научно-технических результатов основы технологии полной переработки медеплавильных шлаков с получением востребованных металлических и керамических изделий присудить Адилову Г. 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

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

18.09.2024 г.



Рущиц Сергей Вадимович

Шабурова Наталия Александровна