

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УРФУ 2.6.03.08
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

от «15» ноября 2024 г. № 11

о присуждении Бардавелидзе Гоге Гурамовичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Научно обоснованные технические и технологические решения производства окатышей на обжиговых машинах из концентрата окисленных железистых кварцитов» по специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов принята к защите диссертационным советом УрФУ 2.6.03.08 «03» сентября 2024 г., протокол № 8

Соискатель, Бардавелидзе Гога Гурамович, 1985 года рождения, в 2007 г. окончил ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет - УПИ» по специальности «Теплофизика, автоматизация и экология промышленных печей»;

в 2024 году окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов (Metallургия черных, цветных и редких металлов);

работает в должности ведущего инженера ООО «Научно-производственное внедренческое предприятие ТОРЭКС».

Диссертация выполнена на кафедре «Теплофизика и информатика в metallургии» Института новых материалов и технологий ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, **Спирин Николай Александрович**, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт

новых материалов и технологий, кафедра «Теплофизика и информатика в металлургии», заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Дмитриев Андрей Николаевич – доктор технических наук, ФГБУН Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, лаборатория пирометаллургии восстановительных процессов, главный научный сотрудник;

Харченко Александр Сергеевич – доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», кафедра металлургии и химических технологий, заведующий кафедрой;

Нечкин Георгий Александрович – кандидат технических наук, АО «Уральский институт металлов», г. Екатеринбург, Научно-исследовательский центр подготовки сырья и руднотермических процессов, исполнительный директор

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 21 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации опубликовано 10 работ, из них 8 статей, опубликованных в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, включая 6 статей в журналах, входящих в международные базы данных Scopus и WoS. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации – 3,38 п.л., авторский вклад – 1,124 п.л.

Список основных публикаций

статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ:

1. Берсенева, И. С. О влиянии силикатной связки на прочность железорудных окатышей из концентратов высокой степени обогащения / И. С. Берсенева, Г. Г. Бардавелидзе, А. Ю. Поколенко, Н. А. Спирин, В. С. Усков, А. А. Сушкевич // Сталь. – 2023. – № 7. – С. 2–6. 0,3 п.л./0,05 п.л.

Bersenev, I. S. About the Influence of Silicate Binding on Strength of Iron Ore Pellets from Highly Enriched Concentrates / I. S. Bersenev, G. G. Bardavelidze, A. Y. Pokolenko, N. A. Spirin, V. S. Uskov, A. A. Sushkevich // Steel in Translation. – 2023. – Vol. 53. – № 8. – P. 669–674. 0,3 п.л./0,05 п.л. (Scopus).

2. Берсенеv, И. С. Особенности структуры железорудных окатышей в зависимости от степени обогащения концентрата / И. С. Берсенеv, В. В. Брагин, А. И. Груздев, **Г. Г. Бардавелидзе**, А. Ю. Поколенко, Н. А. Спириh // Сталь. – 2023. – № 3. – С. 2–8. 0,5 п.л./0,083 п.л.

Bersenev, I. S. Features of the Iron Ore Pellets Structure Depending on the Concentrate Enrichment Degree / I. S. Bersenev, V. V. Bragin, A. I. Gruzdev, G. G. Bardavelidze, A. Y. Pokolenko, N. A. Spirin // Steel in Translation. – 2023. – Vol. 53. – № 4. – P. 328–335. 0,5 п.л./0,083 п.л. (Scopus).

3. Усольцев, Д. Ю. О формировании пористости офлюсованных железорудных окатышей / Д. Ю. Усольцев, И. С. Берсенеv, **Г. Г. Бардавелидзе**, Э. Р. Сабиров, Н. А. Спириh, Г. Е. Исаенко // Сталь. – 2022. – № 9. – С. 2–6. 0,3 п.л./0,05 п.л.

Usol'tsev, D. Y. On the Formation of Porosity in Fluxed Iron-Ore Pellets / D. Y. Usol'tsev, I. S. Bersenev, G. G. Bardavelidze, E. R. Sabirov, N. A. Spirin, G. E. Isaenko // Steel in Translation. – 2022. – Vol. 52. – № 9. – P. 859–863. 0,3 п.л./0,05 п.л. (Scopus).

4. **Бардавелидзе**, Г. Г. Исследование окатышей из концентрата окисленных железистых кварцитов АО «Михайловский ГОК» / Г. Г. Бардавелидзе, В. В. Брагин, Н. А. Спириh, С. П. Пигарев // Metallurg. – 2021. – № 12. – С. 11–18. 0,6 п.л./0,3 п.л.

Bardavelidze, G. G. Examination of pellets made from concentrate of oxidized ferruginous quartzites of Mikhailovsky GOK / G. G. Bardavelidze, V. V. Bragin, N. A. Spirin, S. P. Pigarev // Metallurgist. – 2022. – Vol. 65. – № 11–12. – P. 1351–1360. 0,6 п.л./0,3 п.л. (Scopus/WoS).

5. Берсенеv, И. С. Анализ влияния дисперсии прочности железорудных окатышей на выход мелочи / И. С. Берсенеv, В. В. Брагин, **Г. Г. Бардавелидзе**, А. Ю. Поколенко // Сталь. – 2020. – № 11. – С. 17–20. 0,2 п.л./0,05 п.л.

6. Бижанов, А. М. Металлургические свойства доменных брикетов экструзии (брэксов) на основе гематитового концентрата / А. М. Бижанов, В. В. Брагин, **Г. Г. Бардавелидзе**, С. П. Пигарев // Metallurg. – 2020. – № 9. – С. 17–25. 0,7 п.л./0,175 п.л.

Bizhanov, A. M. Metallurgical properties of blast furnace extruded briquettes (BRES) based on hematite concentrate / A. M. Bizhanov, V. V. Bragin, G. G. Bardavelidze, S. P. Pigarev // Metallurgist. – 2021. – Vol. 64. – № 9–10. – P. 862–874. 0,7 п.л./0,175 п.л. (Scopus/WoS).

7. Вохмякова, И. С. Исследование некоторых закономерностей процесса окомкования гематитовых концентратов / И. С. Вохмякова, С. И. Поколенко, Р. А. Полуяхтов, **Г. Г. Бардавелидзе**, С. Н. Гушин // Сталь. – 2010. – № 9. – С. 30–31. 0,1 п.л./0,02 п.л.

Vokhmyakova, I. S. Pelletization of hematite concentrates / I. S. Vokhmyakova, S. I. Pokolenko, R. A. Poluyakhtov, G. G. Bardavelidze, S. N. Gushchin // Steel in Translation. – 2010. – Vol. 40. – № 9. – P. 830–832. 0,1 п.л./0,02 п.л. (Scopus).

8. Усольцев, Д. Ю. Опыт модернизации оборудования и технологии получения сырых окатышей. / Д. Ю. Усольцев, **Г. Г. Бардавелидзе**, В. Н. Неволин, Р. А. Полуяхтов, А. В. Стародумов. // Сталь. – 2010. – № 9. – С. 5–7. 0,15 п.л./0,03 п.л.

На автореферат поступили отзывы:

1. Сапожникова Сергея Захаровича, доктора технических наук, профессора, профессора высшей школы атомной и тепловой энергетики Института энергетики, директора НОЦ «Теплофизика в энергетике» ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург. Содержит замечания по отсутствию подробного описания нестандартных измерений; стилистике, синтаксису и терминологии.

2. Скуратова Александра Петровича, доктора технических наук, профессора кафедры теплотехники и гидрогазодинамики Политехнического института ФГАОУ ВО «Сибирский государственный университет», г. Красноярск. Содержит замечание и вопрос по тепловому балансу обжиговой машины.

3. Дарьина Алексея Александровича, кандидата технических наук, доцента кафедры металлургии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», г. Санкт-Петербург. Содержит вопросы об улучшении физико-механических свойств окатышей из концентрата ОЖК (окисленные железистые кварциты); факторах влияния на внедрение предложенной технологии производства окатышей ОЖК.

4. Темлянцев Михаила Викторовича, доктора технических наук, профессора, проректора по реализации стратегического проекта, и **Уманского Александра Александровича**, доктора технических наук, доцента, директора института металлургии и материаловедения ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк. Содержит вопросы о химическом составе шихтовых компонентов окатышей ОЖК; капитальных затратах на внедрение технологических решений производства окатышей ОЖК.

5. Бухмирова Вячеслава Викторовича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры теоретических основ теплотехники ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», г. Иваново. Содержит вопросы о настроечных коэффициентах для адаптации математической модели обжига окатышей; критериях и методе оптимизации параметров работы обжиговой конвейерной машины; механизме влияния органического полимерного связующего «Alcotac CS» на прочность сырых и обожженных окатышей из концентрата ОЖК.

6. Дружинина Геннадия Михайловича, доктора технических наук, профессора, директора по науке и технике ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники», г. Екатеринбург. Содержит

вопрос, касающийся усовершенствования математической модели ООО «НПВП ТОРЭКС» с момента ее разработки в ОАО ВНИИМТ».

7. Седухина Вадима Валерьевича, кандидата технических наук, заведующего учебной лабораторией филиала ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» в г. Златоусте. Содержит вопросы о наличии данных по физико-химическим свойствам концентрата ОЖК до начала исследований. Содержит замечания по отсутствию результатов индивидуальной деятельности (РИД) выполненной работы; наличие упоминания благодарностей в автореферате.

8. Рыбенко Инны Анатольевны, доктора технических наук, доцента, заведующей кафедрой прикладных информационных технологий и программирования ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк. Без замечаний.

9. Солодухина Андрея Александровича, кандидата технических наук, генерального директора ООО «Научно-производственное внедренческое предприятие ТОРЭКС», г. Екатеринбург. Содержит вопросы об отсутствии подробного описания обжиговой машины; обосновании выбора полимерного связующего для добавления в шихту лабораторных окатышей ОЖК.

10. Пигарева Сергея Петровича, кандидата технических наук, главного металлурга АО «Михайловский ГОК имени Андрея Владимировича Варичева», г. Железногорск, Курская обл. Содержит вопрос об отсутствии в автореферате теплового баланса обжиговой машины.

11. Дударева Алексея Георгиевича, технического директора железорудных активов АО «Карельский окатыш», г. Костомукша. Содержит вопрос об инструментальном определении температур окатышей верха слоя и на границе «слой окатышей – донная постель».

12. Павлова Александра Владимировича, кандидата технических наук, начальника доменного цеха ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», г. Магнитогорск. Содержит вопросы об установке слоевых

пробников на обжиговую машину; загрузке лабораторных окатышей на обжиговую тележку.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью и широкой известностью в области подготовки сырьевых материалов к металлургическим процессам, пирометаллургических процессов и агрегатов, в том числе в области изучения свойств, окускования железорудного сырья и их термообработки на обжиговых конвейерных машинах; изучения физико-химических свойств сырых, сухих и обожженных железорудных окатышей, что подтверждается публикациями в рецензируемых российских и международных научных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней в УрФУ, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения по производству окатышей на обжиговых машинах из концентрата окисленных железистых кварцитов (ОЖК), реализация которых создает условия для рационального и комплексного освоения минерального сырья и вносит значительный вклад в развитие промышленного потенциала и экономики страны.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

– впервые исследованы физико-химические свойства и минеральный состав концентрата ОЖК. Выявлено, что концентрат обладает высокой удельной поверхностью $2500 \text{ см}^2/\text{г}$, а в его минеральный состав входит гетит (16 %), что в том числе обосновывает относительно высокий показатель п. п. п. концентрата ОЖК – 2,88 %.

– Обосновано добавление полимерного связующего «Alcotac CS» в шихту окатышей ОЖК, позволяющее повысить качественные показатели сырых и сухих окатышей, определены физико-химические свойства сырых, сухих и обожженных окатышей ОЖК.

– Впервые разработана методика расчета коэффициента перевода показателя прочности на сжатие обожженных окатышей с вертикального слоевого пробника на обжиговую машину и выполнен расчет данного коэффициента, который составил – 0,85, что позволило повысить точность ввода исходных данных в математическую модель; интегрирован существующий блок горения углерода в математическую модель обжига магнетитовых окатышей, позволяющий осуществлять расчеты для гематитовых окатышей путем учета теплоты горения углерода, компенсирующей теплоту экзотермических реакций окисления магнетита.

– Выполнен научно обоснованный выбор технических и технологических решений производства окатышей на обжиговых машинах из концентрата ОЖК, которые обеспечивают повышение эффективности процесса производства и качество готовой продукции.

Научные результаты, полученные в работе, апробированы в лабораторных и полупромышленных масштабах. Разработаны технические и технологические решения производства окатышей на обжиговых машинах, при реализации которых представляется возможным производство конкурентоспособных окатышей. За счет добавления 1 % коксика в шихту окатышей ОЖК компенсируется выделение теплоты от экзотермических реакций окисления магнетита Fe_3O_4 , которого в концентрате ОЖК не более 13 %. При этом коксик вносит 37 % теплоты в приходную часть теплового баланса обжиговой машины. Добавление полимерного связующего «Alcotac CS» в количестве 0,015 % (150 г на 1 тонну шихты) в шихту окатышей позволяет повысить качественные показатели сырых и сухих окатышей ОЖК в среднем на 39 %. В результате инструментальных замеров, лабораторных и полупромышленных исследований сформированы исходные данные для

расчетов и осуществлена адаптация математической модели термообработки окатышей ООО «НПВП ГОРЭКС» для условий производства окатышей ОЖК на обжиговых машинах Михайловского ГОКа. В результате расчетов на математической модели получены температурно-временные режимы термообработки, параметры газо-воздушных потоков в газодыхательных системах, режимные и производственные параметры для 3-х обжиговых машин Михайловского ГОКа по 7-ми различным видам окатышей ОЖК. Предложена принципиальная схема ввода коксика в шихту окатышей ОЖК, включающая список основного технологического оборудования. Предложенные технические и технологические решения производства окатышей на обжиговых машинах из концентрата ОЖК позволят снизить экологическую нагрузку в регионе Курской магнитной аномалии путем переработки Михайловского техногенного месторождения ОЖК.

На заседании 15 ноября 2024 г. диссертационный совет УрФУ 2.6.03.08 принял решение присудить Бардавелидзе Г.Г. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ 2.6.03.08 в количестве 14 человек, из них 10 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного
совета УрФУ 2.6.03.08

Шешуков Олег Юрьевич

Ученый секретарь диссертационного
совета УрФУ 2.6.03.08

Шопперт Андрей Андреевич

15.11.2024 г.