

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ 212.224.03  
ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 08.09.2022 № 16

О присуждении **Глазьеву Максиму Валерьевичу**, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Высокотемпературные фазовые взаимодействия при утилизации тонкодисперсных отходов производства металлургического кремния» по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов принята к защите 30.06.2022 (протокол заседания № 10) диссертационным советом ГУ 212.224.03 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Горного университета о создании диссертационного совета от 25.06.2019 № 836 адм, с изменениями от 25.11.2019 № 1605 адм, от 08.12.2020 № 1775 адм, от 05.02.2021 № 178 адм, от 21.04.2021 № 788 адм, от 30.06.2021 № 1307 адм, от 12.07.2021 № 1382 адм, от 22.04.2022 № 711 адм.

Соискатель, **Глазьев Максим Валерьевич**, 5 апреля 1994 года рождения, в 2018 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело.

С 2018 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения на кафедре металлургии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре металлургии в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор **Бажин Владимир Юрьевич**, заведующий кафедрой автоматизации технологических процессов и производств в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Официальные оппоненты:

**Барбин Николай Михайлович** – доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский институт Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», учебно-научный комплекс техносферной безопасности, пожаротушения и аварийно-спасательных работ, ведущий научный сотрудник;

**Тютрин Андрей Александрович** – кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», кафедра «Металлургии цветных металлов», доцент; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»**, г. Екатеринбург – в своем положительном отзыве, подписанном Мамячковым Сергеем Владимировичем, доктором технических наук, старшим научным сотрудником, заведующим кафедрой металлургии цветных металлов, и утвержденном Германенко Александром Викторовичем, доктором физико-математических наук, доцентом, проректором по науке, указала, что теоретическая значимость заключается в выявлении свойств и характеристик, определении состава кремнезема, и получении зависимостей при переработке отходов кремниевого производства в условиях производства огнеупоров для металлургических печей. С использованием полученных зависимостей предложен вариант решения проблемы масштабной утилизации отходов кремниевого производства, показана возможность дальнейшего использования отходов в качестве упрочняющей добавки для строительных, дорожных и других смесей.

Соискатель имеет 6 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 3 статьи - в изданиях, входящих в международную базу данных и системы цитирования Scopus. Получено 2 патента на изобретение и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Общий объем – 1,32 печатных листа, в том числе 0,75 печатных листа – соискателя.

**Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и системы цитирования Scopus:**

1. Bazhin, V.Y. Combined Refractory Materials with Addition of Technogenic Waste for Metallurgical Assemblies / Bazhin, V.Y., **Glazev M.V.** // Refractories and Industrial Ceramics, 2021, 61(6), pp. 644–648.

*Соискателем проведен анализ проблем футеровочных материалов металлургических печей. Проведены экспериментальные исследования применения микрокремнезема в комбинированных огнеупорных материалах.*

2. **Glazev, M.V.** On the recycling and use of microsilica in the oil industry / **Glazev M.V.**, Bazhin V.Y. // E3S Web of Conferences, 2021, 266, 02010.

*Соискателем рассмотрена технология переработки тонкодисперсных отходов диоксида кремния, проведены экспериментальные исследования использования микрокремнезема.*

3. **Glazev, M. V.** Environmental technologies in the production of metallurgical silicon / **Glazev M. V.**, Bazhin V. Y // Scientific and Practical Studies of Raw Material Issues-Proceedings of the Russian- German Raw Materials Dialogue: A Collection of Young Scientists Papers and Discussion, 2019, стр.114–119.

*Соискателем изучены технологии в производстве металлургического кремния. Рассмотрены технологии применения мелкодисперсных отходов в различных отраслях промышленности.*

#### **Публикации в прочих изданиях:**

4. **Glazev M. V.** Tendencies and prospects of development of silicon production, problem of utilization and possibility of use of waste of silicon production / 59-я научная конференция студентов и молодых ученых, Краков, 2018. С.105.

*Соискателем изучены тенденции и перспективы кремниевого производства, а также рассмотрены проблемы утилизации и возможности использования тонкодисперсных отходов диоксида кремния.*

5. **Глазьев М.В.**, Проблемы утилизации, возможности использования и влияние на здоровье человека отходов кремниевого производства / Глазьев М.В., Бажин В.Ю., Савченков С.А. // IVМеждународная научно-практическая конференция «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке»: тезисы докладов. СПб, 2018. С. 150

*Соискателем исследованы проблемы утилизации, возможности использования и влияние на здоровье человека отходов кремниевого производства.*

6. **Глазьев М.В.** Использование отходов кремниевого производства в нефтяной промышленности / М.В. Глазьев, В.Ю. Бажин, М.В. Двойников // Химия, физика, биология, математика: теоретические и прикладные исследования: сб. ст. по материалам XVI Международной научно-практической

конференции «Химия, физика, биология, математика: теоретические и прикладные исследования». – № 10(9). – М., Изд. «Интернаука», 2018.

*Соискателем рассмотрен вопрос использования отходов кремниевого производства в различных отраслях промышленности.*

#### **Патенты:**

7. Патент № 2707837 Российская Федерация, МПК С09К8/467, Тампонажный раствор: № RU2707837С1: заявлено 18.02.2019: опубликовано 29.11.2019 / В.Ю. Бажин, М.В. Двойников, С.А.Савченков, **М.В.Глазьев**; заявитель и патентообладатель ФГБОУ высшего образования “Санкт-Петербургский горный университет”.

*Соискателем разработан план экспериментов, проведены необходимые исследования, проанализированы полученные результаты.*

8. Патент № 2726695 Российская Федерация, МПК С09К Тампонажная смесь: № RU 2726695С1: заявлено 07.02.2020: опубликовано 15.07.2020 / В.Н. Бричкин, В.Ю. Бажин, С.А.Савченков, **М.В.Глазьев**; заявитель и патентообладатель ФГБОУ высшего образования “Санкт-Петербургский горный университет”.

*Соискателем разработан план экспериментов, проведены необходимые исследования, проанализированы полученные результаты.*

9. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ. Программа управления установкой для производства огнеупорных материалов при модифицировании металлургического кремния для ПЛК Schneider Electric M580 №2022616991 от 18.04.2022, заявитель: ФГБОУ высшего образования “Санкт-Петербургский горный университет”.

Апробация работы проведена на всероссийских и международных конференциях, где обсуждались положения и результаты исследований диссертационной работы:

- на IV Международной научно-практической конференции «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке» (Санкт-Петербург 2018);

- на XVI Международной научно-практической конференции «Химия, физика, биология, математика: теоретические и прикладные исследования» (Москва 2018);

- на международном симпозиуме Нанозифика и наноматериалы. (НиН - 2018) (Санкт-Петербург 2018);

- на 59 студенческой научной конференции по горному делу в Краковской Горно-Металлургической академии. (Краков 2018);

- на международной научной конференции на базе Фрайбергской горно-металлургической академии (Фрайберг 2019);

- на международной научно-практической конференции “Экологически безопасные буровые и технологические жидкости –основа устойчивого развития ТЭК” (Санкт-Петербург 2019);

- на III международном молодежном научно-практическом форуме «Нефтяная столица». (Нишневартовск 2020);

- на международном семинаре “Нанопизика и Наноматериалы” (НиН-2020) (Санкт-Петербург 2020);

- на X Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные направления в проектировании горнодобывающих предприятий: эффективное освоение месторождений полезных ископаемых». (Санкт-Петербург 2020).

В диссертации Глазьева Максима Валерьевича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: ведущего научного сотрудника кафедры неорганической химии Химического факультета ФГБОУ ВО “Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова” д.х.н. **О.А. Шляхтина**; заведующего кафедрой «Общая химия и технология силикатов» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» д.т.н., профессора **Е.А. Яценко** и доцента той же кафедры, к.т.н. **Б.М. Гольцмана**; генерального директора ООО “ЭКОтехнологии” к.т.н. **А.Н. Телякова**; проректора по научной и инновационной деятельности ФГБОУ ВО “Сибирский государственный индустриальный университет” д.т.н., профессора **С.В. Коновалова** и заведующего научной лабораторией электронной микроскопии и обработки изображения к.т.н. **И.А. Панченко**; инженера-технолога NI Engineering Group к.т.н. **Д.В. Горленкова**; начальника ЦСТиП АО “БКО” к.т.н. **Ф.Р. Иксанова**; заместителя Генерального директора по производству ООО “Силарус” **А.Л. Коблика**; директора по технологии АО “Кремний” **С.В. Власова**; начальника лаборатории “Техническая керамика” НИЦ “Курчатовский институт” – ЦНИИ КМ “Прометей” д.т.н. **С.Н. Перевислова** и начальника сектора “Жаростойкая керамика” к.т.н. **М.А. Маркова**; старшего научного сотрудника лаборатории нанотехнологий металлургии НИ ТГУ, к.ф.-м.н. **А.П. Хрусталева**, заведующего лабораторией нанотехнологий металлургии, д.т.н. **И.А. Жукова**.

В отзывах дана положительная оценка выполненного исследования, отмечена актуальность темы диссертационной работы, степень проработки проблемы, высокий фундаментальный и технический уровень предложенных

решений и рекомендаций, а также практическая применимость результатов, однако имеется ряд вопросов и замечаний:

Объектом исследования в данной работе является, скорее, не производство металлического кремния как таковое, а отходы данного производства. (д.х.н. **О.А. Шляхтин**).

Не вполне понятно, с какой целью в данной работе исследовались теплофизические свойства микрокремнезема, поскольку предлагаемая схема его переработки включает стадию его химического взаимодействия с остальными компонентами огнеупоров, а количество микрокремнезема в составе последних не превышает нескольких процентов. (д.х.н. **О.А. Шляхтин**).

Трудно согласиться с интерпретацией автором некоторых процессов, протекающих при термическом анализе техногенного микрокремнезема, в частности с тем, что два последовательных пика выгорания органических веществ с максимумами при 500,36 и 577,25 °С соответствует фазовым переходам при взаимодействии углерода и кальция (с.15). (д.х.н. **О.А. Шляхтин**).

Представленная работа посвящена актуальной проблеме исследования структуры и свойств кремнезема, но, в автореферате описание некоторых структурных элементов требуют дополнительных пояснений, так например, не совсем ясно, каким соединением – кварцем, тридимитом или кристобалитом – представлена описанная фаза  $\alpha$ -SiO<sub>2</sub>. За счет каких процессов ее содержание растет при 800-850 °С? Почему автор предполагает наличие в материале фаз кварца и кристобалита, но не тридимита? (д.т.н. **Е.А. Яценко** и к.т.н. **Б.М. Гольцман**).

Результаты ТГ-анализа показали потерю массы образцов более 20% (рис. 4). При этом количество ППП (табл. 1) составляет около 2%. Чем можно объяснить такое различие? (д.т.н. **Е.А. Яценко** и к.т.н. **Б.М. Гольцман**).

В автореферате не приведен расчет экономической эффективности от использования отходов кремниевого производства в представленных огнеупорных материалах. (к.т.н. **А.Н. Теляков**).

Как проводились исследования образцов на устойчивость к агрессивным средам (стать, шлак)? (к.т.н. **А.Н. Теляков**).

Не обоснована причина низкого коэффициента термического расширения частицы микрокремнезема. (д.т.н. **С.В. Коновалов** и к.т.н. **И.А. Панченко**).

Следует пояснить, какое влияние оказывает ввод тонкодисперсных остатков диоксида кремния в качестве модифицирующей добавки для упрочнения огнеупорных смесей. (д.т.н. **С.В. Коновалов** и к.т.н. **И.А. Панченко**).

Имеются стилистические ошибки и опечатки, к примеру, в научной новизне работы “Научно обоснован эффект упрочнения, за счет преобладания  $\square$ -SiO<sub>2</sub> в при вводе тонкодисперсных остатков” в предложении после “ $\square$ -SiO<sub>2</sub>” предлог “в” лишний. (д.т.н. **С.В. Коновалов** и к.т.н. **И.А. Панченко**).

На рисунке 1 стр. 21 к изотермам изменения площади поверхности отсутствуют подписи, из-за чего трудно определить влияние содержания углерода. (к.т.н. **Д.В. Горленков**).

Из текста автореферата не понятно какой использовали сепарированный кремнезем и не понятен его источник происхождения. (к.т.н. **Д.В. Горленков**).

В процессе исследований не в полной мере раскрыто различие микрокремнезема, уловленного в ферросплавном производстве и производстве технического кремния, что, вероятно, будет вопросом дальнейших исследований. (**А.Л. Коблик**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетенцией в данной области.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработана** технология переработки тонкодисперсных отходов кремниевого производства на основании высокотемпературных фазовых взаимодействий для получения огнеупорных материалов с высокими теплофизическими свойствами и их использования в металлургических агрегатах;

**предложен** новый подход к изучению структуры и свойств тонкодисперсных отходов кремниевого производства, до и после их предварительной обработки с учетом фазовых переходов и различных состояний;

**доказан** эффект упрочнения, за счет преобладания  $\square$  - SiO<sub>2</sub> при вводе тонкодисперсных остатков диоксида кремния в огнеупорные смеси вместе с известью, с учетом промежуточных межфазовых переходов, в результате которого прочность огнеупоров повышается на 15-20 %, наряду с улучшением их теплофизических свойств;

**внедрена** разработанная программа управления установкой для производства огнеупорных материалов при модифицировании металлургического кремния для ПЛК Schneider Electric M580 (свидетельство №2022616991).

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**изучены** свойства и характеристики, определен состав микрокремнезема, и получены зависимости при переработке отходов

кремниевого производства в условиях производства огнеупоров для металлургических печей;

**изучены** технологии и способы переработки и утилизации отходов металлургических производств в виде техногенного микрокремнезема в различных отраслях промышленности;

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**представлено** и предложено решение проблемы масштабной утилизации отходов кремниевого производства, и возможность их дальнейшего использования в качестве упрочняющей добавки в материалах в различных отраслях промышленности;

**разработана** технология переработки тонкодисперсных отходов кремниевого производства на основании высокотемпературных фазовых взаимодействий для получения огнеупорных материалов с высокими теплофизическими свойствами и их использования в металлургических печах;

**разработана и внедрена** методика изучения свойств и состава тонкодисперсных отходов диоксида кремния производства металлургического кремния (акт внедрения в учебный процесс Горного университета на кафедре металлургии в рамках дисциплины «Металлургические печи» от 08.04.2022, а также акт о внедрении результатов диссертационной работы от 20.04.2022, подтверждающий решение о намерении внедрения результатов диссертационного исследования в деятельности АО «Боровичский комбинат огнеупоров»);

**определено,** что микрокремнезем обладает свойствами высокореакционного пуццолана, вызывающего эффект упрочнения твердеющей системы, при котором известь и полиморфные фазы диоксида кремния связываются между собой интенсивнее, чем другие добавки;

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** результаты получены с использованием апробированных известных методик измерения на поверенном оборудовании в лабораториях научного центра «Проблем переработки минеральных и техногенных ресурсов» на базе Санкт-Петербургского горного университета, а также на базе АО «Боровичский комбинат огнеупоров».

**теория** построена на проверенных данных и фактах, согласующихся с опубликованными ранее теоретическими и экспериментальными данными по теме диссертации.

**идея базируется** на результатах анализа способов получения огнеупорных материалов;



установлено соответствие данных с лабораторными и опытно-промышленными испытаниями и результатами теоретических исследований;

использованы современные методы сбора и обработки информации.

Личный вклад соискателя состоит в анализе и изучении свойств и состава технического микрокремнезема, отобранного в виде представительских проб на АО Кремний (г. Шелехов, Иркутской обл.), изучении и применении методик использования и переработки кремниевых отходов для различных отраслей промышленности, постановке цели и задач исследований, разработке методики и проведении лабораторных экспериментов, обработке и систематизации полученной информации в ходе проведения опытов, обобщении их результатов, подготовке статей, тезисов докладов и презентаций для участия в научно-технических мероприятиях.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Глазьев М.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 8 сентября 2022 года диссертационный совет принял решение присудить Глазьеву Максиму Валерьевичу ученую степень кандидата технических наук за решение важной научно-практической задачи разработки технологии переработки тонкодисперсных отходов кремниевого производства на основании высокотемпературных фазовых взаимодействий для получения огнеупорных материалов с высокими теплофизическими свойствами и их использования в металлургических агрегатах.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Сизяков  
Виктор Михайлович

Бодуэн  
Анна Ярославовна

08.09.2022 г.