

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук, доцента Тютрина Андрея Александровича на диссертацию Глазьева Максима Валерьевича на тему «Высокотемпературные фазовые взаимодействия при утилизации тонкодисперсных отходов производства металлургического кремния», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов»

Проблема образования и переработки пыли кремниевого производства (микрокремнезема) была изучена в большом количестве работ, однако предлагаемые решения позволяют решить данную проблему лишь частично, и спрос на микрокремнезем не покрывает объемы образуемых отходов. Во многом это связано с недостаточной изученностью проблемы, поэтому необходимы дополнительные исследования структуры и свойств техногенного сырья - микрокремнезема, изучение степени его воздействия на упрочнение смесей и материалов во время фазовых переходов, для повышения эффективности работы металлургических печей и других тепловых агрегатов. Исходя из этого, диссертационное исследование Глазьева М.В., направленное на разработку технологии переработки тонкодисперсных отходов кремниевого производства, является **актуальным**.

Для решения поставленных задач автором проведен аналитический обзор проблемы образования и утилизации отходов кремниевого производства, в частности кремнеземсодержащей пыли, а также выполнен комплекс экспериментальных исследований. В результате проделанной работы соискателем 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. **Научная новизна** диссертационного исследования заключается в комплексном исследовании структуры и свойств микрокремнезема, а также научно обоснованном эффекте упрочнения огнеупорных материалов.

Теоретическая значимость заключалась в изучении перспективных методик переработки и утилизации отходов микрокремнезема для возможного их применения в огнеупорных материалах и бетонных смесях, были изучены свойства и состав мелкодисперсных остатков диоксида кремния, показаны результаты анализов полученных РФА, ЭДС, ТГА, ДТА при исследовании отобранных проб отходов кремниевого производства.

Практическая значимость проведенных автором исследований, состоит в разработанной технологии получения огнеупорных материалов и установлении оптимальных параметров для их получения, что также подтверждается актом о внедрении результатов диссертационной работы на АО «Боровичский комбинат огнеупоров» по использованию методики изучения свойств и состава тонкодисперсных отходов диоксида кремния производства металлургического кремния, а также рекомендации по применению разработанных технологий использования тонкодисперсных отходов диоксида кремния в производстве шамотных изделий общего назначения и в производстве огнеупорной бетонной смеси для выполнения монолитных бетонных футеровок и изготовления огнеупорных изделий.

Также практическую ценность имеет разработанная автором программа управления установкой для производства огнеупорных материалов при модифицировании металлургического кремния для ПЛК Schneider Electric M580, что также подтверждается актом внедрения в учебный процесс Санкт-Петербургского горного университета.

Степень достоверности результатов исследования обеспечена соответствием фундаментальным закономерностям теории металлургических процессов, базовым положениям технологии производства кремния и огнеупорных материалов, при использовании экспериментальных методов исследования. Достоверность результатов подтверждается корректностью постановки и проведения теоретических и экспериментальных исследований, апробацией основных положений диссертации в публикациях и выступлениях автора на

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-371 от
АУ УС

16 АВГ 2022

отечественных и зарубежных научных конференциях. Обоснованность научных положений, а также выводов и рекомендаций, изложенных в диссертации, подтверждена обширными аналитическими и экспериментальными исследованиями с применением современного высокоточного оборудования. Выводы и заключение имеют четкие формулировки, вытекающие из содержания диссертационной работы, и обладают логической завершенностью.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 6 печатных работах, в том числе в 3 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получены 2 патента на изобретение и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Автореферат полностью отражает основные идеи, содержание и выводы диссертации, отличается научным стилем и логичностью изложения, материал хорошо структурирован, выдержан по форме и объему.

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения и списка используемой литературы из 135 наименований, списка иллюстративного материала. Общий объем работы – 117 страниц, в том числе 24 таблицы, 25 рисунков, 2 приложения на 3 страницах.

В целом, диссертационная работа написана грамотно, хорошим научным языком и содержит все необходимые элементы, предусмотренные правилами оформления этого документа. Изложенные суждения позволяют считать теоретические и практические результаты диссертации не вызывающими серьезных возражений.

По содержанию работы имеются следующие замечания и вопросы:

1. Объектом исследования во введении работы указано производство кремния, хотя само производство кремния относится к работе косвенно и объектом исследования является микрокремнезем, как и указано на с. 17
2. Из работы не совсем понятно каким образом было определено содержание аморфной фазы в микрокремнеземе, ведь рентгеноструктурный анализ позволяет только определить кристаллические соединения.
3. При каких условиях был получен очищенный сепарированный микрокремнезем.
4. В какой форме присутствует углерод в микрокремнеземе? В табл. 10 указано наличие карбида кремния, а исходя из рис. 16 можно предположить наличие элементного углерода.
5. Результаты гранулометрического анализа микрокремнезема на рис. 9 (с. 44) показывают диапазон частиц 38,8-213,3 мкм, далее в тексте указывается 10-150 мкм, на с. 65 в табл. 9 представлен состав гораздо мельче. С чем это связано? Может быть это разный материал?
6. На рис. 14 (с. 65) отсутствует подпись к изотермам, поэтому не совсем понятно, как влияет содержание углерода на площадь удельной поверхности.
7. Влияет ли как-то присутствие углерода в микрокремнеземе на свойства огнеупорных материалов? В работе указано только влияние на шамотные изделия?
8. До недавнего времени на предприятии АО «Кремний» использовали мокрый хвост газоочистки и образующийся при этом шлак хранится на полях. Можно ли применить предлагаемые Вами решения для данного материала?
9. Объем образуемого микрокремнезема несколько отличаются по тексту работы (с. 5, 17, 19, 38, 63).
10. На с. 76 утверждается что присутствие углерода влияет на прочность шамотных изделий, хотя прямого доказательства этому нет, и это только предположение, которое доказывается в последующих экспериментах с очищенным кремнеземом.

Вывод: Указанные выше замечания не снижают достоинств представленной диссертационной работы. Диссертационная работа Глазьева М.В. представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему, в которой содержится решение проблемы, имеющей важное теоретическое и практическое значение для металлургической отрасли.

Диссертационная работа «Высокотемпературные фазовые взаимодействия при утилизации тонкодисперсных отходов производства металлургического кремния», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов» полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а её автор – Глазьев Максим Валерьевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов».

Официальный оппонент,

кандидат технических наук, доцент,

Доцент кафедры «Металлургии цветных металлов»

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет»

«01» августа 2022

Тютрин Андрей Александрович

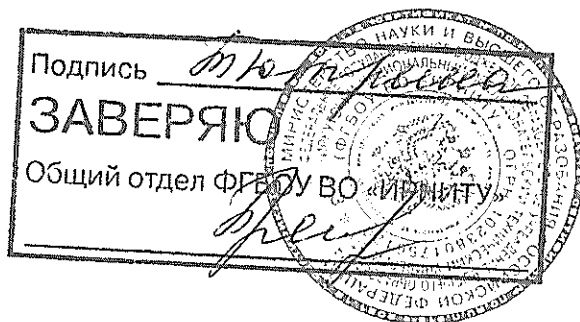
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет»

Адрес: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83

Контактный телефон: +7 (3952) 40-53-63 доб.10-25, +7 (3952) 40-51-16

Адрес электронной почты: an.tu@inbox.ru

Веб-сайт: <https://www.istu.edu/>



Подпись Тютрина А.А.

ЗАВЕРЯЮ

Специалист УП