

РЕЦЕНЗИЯ

на диссертационную работу

Жунусовой Айгуль Каиргельдиновны

на тему «**Исследование и разработка технологии агломерации железистых песков производства глинозема и использование агломерата при производстве ферросплавов**»,
представленную на соискание степени доктора философии PhD по образовательной программе 8D07201 – «Металлургия»

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: 1) <u>Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</u> 2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы) 3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)	Диссертационная работа соответствует приоритетным направлениям, утвержденным Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан НТП: Рациональное использование природных, в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции. Специализированное научное направление: Новые материалы многоцелевого назначения на основе природного сырья и техногенных отходов. Работа выполнена в рамках проекта грантового финансирования по научным и (или) научно-техническим проектам на 2024-2026 годы финансируемого Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (ИРН AP23488812) на тему «Разработка и исследование технологии выплавки ферросилиция с высоким содержанием алюминия с использованием некондиционных зол и алюминиевых шлаков» (договор № 257/ГФ24-26 от 09.09.2024 г.). Жунусова А.К. – ответственный исполнитель.
2.	Важность для науки	Работа вносит / не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта / не раскрыта	Диссертационная работа Жунусовой А.К. посвящена решению одной из актуальных задач современной науки - вовлечению некондиционного

			<p>сырья в металлургический передел с получением новой конкурентоспособной продукции. Железистые пески, являющиеся отходами глинозёмного производства, на территории нашей Республики в настоящее время не используются из-за их технологической непригодности и сложности переработки. Автором предложена и обоснована эффективная технология получения железорудного и офлюсованного агломерата из железистых песков в смеси с различными видами отходов. Разрабатываемая технология обладает высокой практической значимостью, а её внедрение в условиях реального производства позволит решить ряд важных задач горно-металлургического комплекса.</p> <p>Во-первых, обеспечивается повышение уровня импортозамещения за счёт использования отечественных железосодержащих отходов и получения из них конкурентоспособной продукции, востребованной как на внутреннем, так и на внешнем рынке (железорудный и офлюсованный агломерат).</p> <p>Во-вторых, предлагается применение железорудного агломерата в качестве заменителя стальной стружки при плавке ферросилиция, а также использование офлюсованного агломерата для выплавки чугуна.</p> <p>В-третьих, работа способствует решению важной проблемы утилизации и рационального вовлечения железосодержащих отходов в металлургический цикл.</p>
3.	Принцип самостоятельности	<p>Уровень самостоятельности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Высокий; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет 	<p>Особо важно подчеркнуть высокий уровень самостоятельности, продемонстрированный автором в ходе выполнения диссертационной работы. Соискателем выполнен широкий комплекс исследований как теоретического, так и</p>

			<p>практического характера, что свидетельствует о глубоком владении методологией исследования и профессиональной компетентности.</p> <p>В рамках исследования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проведён всесторонний анализ сырьевой базы, предназначенной для получения агломерата; - методом термодинамически-диаграммного анализа на основе систем $\text{FeO-CaO-Fe}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\text{FeO-MgO-Fe}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$ и $\text{FeO-MgO-CaO-Fe}_2\text{O}_3$ спрогнозирован конечный фазовый состав агломерата; - с использованием программного комплекса HSC Chemistry выполнено термодинамическое моделирование агломерационного процесса, что позволило уточнить температурный интервал фазообразования и особенности протекания агломерации; - изучены физико-химические характеристики полученного железорудного и офлюсованного агломерата; - проведены лабораторные и крупно-лабораторные испытания по получению железорудного и офлюсованного агломерата с последующей выплавкой ферросилиция и чугуна. <p>По итогам выполненной работы автором получены акты лабораторных и крупно-лабораторных испытаний, а также патент на полезную модель Республики Казахстан. Кроме того, соискателем самостоятельно подготовлены и опубликованы научные статьи в рейтинговых зарубежных и отечественных научных журналах.</p>
4.	Принцип внутреннего единства	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>Обоснована;</u> 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована. 	<p>Актуальность настоящей работы обусловлена отсутствием на промышленных предприятиях Павлодарской области технологий переработки и утилизации железосодержащих отходов, а также их эффективного вовлечения в металлургический</p>

			<p>передел. Сталеплавильные и ферросплавные предприятия, испытывающие потребность в металлоломе, вынуждены использовать материалы низкого качества, что не позволяет в полной мере обеспечивать требуемые свойства сталей и ферросплавов. В результате сортамент производимых металлов существенно ограничен или полностью отсутствует.</p> <p>Предлагаемая автором технология получения железорудного и офлюсованного агломерата имеет важное практическое значение. Железорудный агломерат может быть использован в качестве заменителя стальной стружки при плавке ферросилиция, а офлюсованный агломерат — в процессе производства чугуна. Таким образом, разработка способствует решению актуальной задачи ресурсосбережения, повышению эффективности металлургического производства и снижению зависимости предприятий от дефицитных материалов.</p> <p>В этой связи актуальность рассмотренной диссертационной работы является несомненной и полностью соответствует современным требованиям отрасли.</p>
		<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>Отражает;</u> 2) Частично отражает; 3) Не отражает 	<p>Содержание диссертации ясно и полно отражает тему исследования. Каждая глава работы представлена последовательно и обоснованно, а формулируемые по итогам глав выводы логичны и полностью соответствуют поставленным задачам. Структура диссертации выдержана, и между её разделами прослеживается чёткая логическая взаимосвязь.</p>
		<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>соответствуют;</u> 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют 	<p>Наблюдается полное соответствие целей и задач в представленной диссертационной работе. Решение поставленных задач отражено в соответствующих разделах диссертационной работы, а также в</p>

		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>полностью взаимосвязаны;</u> 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует 	<p>материалах, приведенных в приложениях.</p> <p>Все разделы и положения диссертационной работы взаимосвязаны и изложены в логической последовательности. Структура исследования включает введение, пять глав, заключение, список использованных источников и приложения. Содержание глав тесно связано между собой, а формулируемые выводы последовательно вытекают из представленных экспериментальных данных и анализа литературных источников, что свидетельствует о целостности и продуманности научного исследования.</p>
		<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>критический анализ есть;</u> 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов 	<p>Автором проведен глубокий критический анализ состояния, технологического уровня вовлечения в металлургический передел техногенных железосодержащих отходов. Предложенные автором новые решения (принципы и методы) аргументированы и на практике доказаны. Была проведена оценка по сравнению с известными технологиями переработки железосодержащих отходов глиноземного производства, автор четко выразил новые решения проблематики в данной области. Критический анализ представлен диссертантом в полном объеме.</p>
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%) 	<p>Научные результаты являются полностью новыми, что подтверждается патентом на полезную модель РК №2023/0322.2 от 18.08.2023 г. «Шихта для производства железорудного агломерата».</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%) 	<p>Выводы, представленные в диссертационной работе, отражают оригинальные и новые результаты, полученные в процессе разработки технологии получения железорудного и офлюсованного агломерата. Они имеют как теоретическое, так и практическое значение и</p>

			свидетельствуют о научной новизне проведенного исследования.
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p>1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Технические решения, предложенные в диссертационной работе, являются новыми и обоснованными. Их научная и практическая значимость подтверждается публикациями автора в рейтинговых зарубежных и отечественных журналах, выступлениями на международных конференциях, полученными актами внедрения результатов в учебный процесс, лабораторными и крупно-лабораторными испытаниями, а также патентом на полезную модель Республики Казахстан.</p>
6.	Обоснованность основных выводов	<p>Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)</p>	<p>В диссертационной работе проводится систематический анализ исследовательской информации, применяются соответствующие методы и подходы для сбора и обработки данных. При формулировке выводов автор демонстрирует логическое и критическое мышление. Все основные выводы работы обоснованы и опираются на убедительные доказательства, что подтверждает научную надёжность и достоверность проведённого исследования.</p>
7.	Основные положения, выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет</p> <p>7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет</p>	<p>7.1. Основные положения, выносимые на защиту, доказаны путём проведения теоретических и экспериментальных исследований.</p> <p>7.2. Тривиальность отсутствует, так как все положения, выносимые на защиту диссертации, являются новыми.</p> <p>7.3. Научная новизна подтверждается публикациями в высокорейтинговых журналах, включённых в базы Web of Science и Scopus, в журналах, рекомендованных КОКШВО МНВО РК, а также докладами на международных конференциях.</p> <p>7.4. Уровень применимости научных положений</p>

		<p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий;</p> <p>2) средний;</p> <p>3) <u>широкий</u></p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) <u>да;</u></p> <p>2) нет</p>	<p>диссертации можно охарактеризовать как широкий, поскольку результаты работы не ограничиваются только исследованными железистыми песками. Полученный железорудный и офлюсованный агломерат имеет два направления практического применения: железорудный агломерат может использоваться в качестве заменителя стальной стружки при выплавке ферросилиция, а офлюсованный агломерат - при производстве чугуна.</p> <p>7.5. Все научные положения, представленные в диссертации, получили подтверждение и доказательство своей достоверности через публикации в высокорейтинговых журналах, включённых в базы Web of Science и Scopus, а также в журналах, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК. Результаты исследования были представлены и обсуждены на международных конференциях, что подтверждает их актуальность и практическую значимость.</p>
8.	<p>Принцип достоверности источников и предоставляемой информации</p>	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана</p> <p>1) <u>да;</u></p> <p>2) нет</p> <p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:</p> <p>1) <u>да;</u></p> <p>2) нет</p>	<p>Выбранная автором методология обоснована и достаточно подробно описана в диссертационной работе.</p> <p>В настоящей диссертационной работе использовались методы исследования, широко апробированные и показавшие свою преимущество в прикладных физико-химических исследованиях сложных металлургических процессов: дифференциально-термический анализ, химический анализ, рентгенофазовый анализ, термодинамическое моделирование на программном комплексе HSC Chemistry, термодинамически-диаграммный анализ, плавка металлов в рудно-термической печах, петрографический анализ. В процессе</p>

			исследования использована программа для термодинамического моделирования «HSC Chemistry» (версия 9), а также для аналитических исследований были использованы оборудования с компьютерным обеспечением.
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) <u>да</u> ; 2) нет	Теоретические выводы подтверждены экспериментальными исследованиями. Автором проведены лабораторные и крупно-лабораторные испытания приближенные к промышленным условиям. Получена опытная партия нового комплексного агломерата, что подтверждается актами внедрения результатов в учебный процесс и крупно-лабораторных испытаний.
		8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> /частично подтверждены/неподтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Все значимые утверждения в диссертации подтверждаются ссылками на актуальную научную литературу. Представленные источники охватывают как отечественные, так и зарубежные публикации, что обеспечивает полноту и актуальность теоретической базы работы.
		8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u> /не достаточны для литературного обзора	Список использованных источников включает 183 наименования, что является достаточным для проведения всестороннего литературного обзора в рамках диссертационного исследования.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u> ; 2) нет	В диссертационной работе имеются теоретические значимые результаты, выраженные в проведенном термодинамическом моделировании процесса выплавки нового железорудного и офлюсованного агломерата на программном комплексе «HSC Chemistry». При моделировании установлена динамика изменения фазового состава аглошихты в процессе спекания, в присутствии оксида магния с выявлением образования ряда промежуточных фаз: магнезиоферрита $MgFe_2O_4$, форстерита ($2MgO \cdot SiO_2$) и монтичеллита ($CaMgSiO_2$) способствующих повышению температуры плавления конечных шлаков при выплавке

			ферросилиция и чугуна.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) <u>да</u> ; 2) нет	Диссертация имеет практическое значение, так как ее результаты и выводы могут быть применены на практике. Технология, разработанная в рамках диссертации, была успешно протестирована в крупно-лабораторных условиях на базе Химико-металлургического института им. Ж. Абишева, где показана практическая ценность исследований. Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс НАО «Торайгыров университет».
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) <u>полностью новые</u> ; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	В рамках диссертационной работы предложена технология получения нового железорудного и офлюсованного агломерата, который может заменить стальную стружку при плавке ферросилиция и использовать в качестве шихты при производстве чугуна.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) <u>высокое</u> ; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Работа изложена грамотным академическим языком, легко читается, основные понятия и положения представлены в полном объеме.
11	Замечания диссертации к	1. В главе 2 термодинамический анализ выполнен для многокомпонентных оксидных систем FeO–CaO–Fe ₂ O ₃ –Al ₂ O ₃ и FeO–MgO–Fe ₂ O ₃ –Al ₂ O ₃ . Эти системы эффективно подходят для введения оксида магния в агломерационную шихту и хорошо отражают образование новых фаз на основе магния. Вместе с тем, в работе не представлены термодинамические расчёты для других многокомпонентных систем, например, при добавлении флюсующих материалов на основе оксидов кальция или кремния, что могло бы расширить практическое применение технологии. 2. В диссертационной работе использованы железистые пески - отходы глинозёмного производства фракции 0–10 мм. При этом не проведён анализ выхода мелких и тонких классов и их химического состава. Проведение такого анализа позволило бы выделить оптимальный класс для агломерации и эффективно использовать отсеvy с более высоким содержанием железа.	
12	Научный уровень статей докторанта по теме исследования (в случае защиты диссертации в форме	Научный уровень статей докторанта по теме исследования достаточно высокий.	

	<p>серии статей официальные рецензенты комментируют научный уровень каждой статьи докторанта по теме исследования)</p>	
13	<p>Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)</p>	<p>Рецензируемая диссертационная работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD). Выказанные замечания носят уточняющий характер и не снижают общей высокой оценки проведённого исследования. В связи с вышеизложенным, ходатайствую перед Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНВО РК о присуждении докторанту Жунусовой Айгуль Каиргельдиновне учёной степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07201 – «Металлургия».</p>

Рецензент

доктор (PhD) по специальности 6D070900 – «Металлургия», ассоциированный профессор кафедры «Металлургия и обогащения полезных ископаемых», НАО «Казахского Национального исследовательского технического университета им.К.И. Сатпаева»



Г.М. Койшина

Койшина Г.М.