

РЕЦЕНЗИЯ

на диссертационную работу Махамбетова Ерболата Нысаналыулы
**«Разработка технологии выплавки комплексных кальцийсодержащих
 ферросплавов из отвальных металлургических шлаков и высококальциевых углей»,**
 представленной на соискание степени доктора Ph.D по специальности 6D070900 «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:	1.1 НТП: Научно-технологическое обеспечение рационального использования минерально-сырьевых ресурсов и техногенных отходов черной и цветной металлургии с получением востребованной отечественной промышленностью продукции По приоритету: Рациональное использование природных ресурсов, переработка сырья и продукции (2015-2017 годы). НТП: научно-технологическое обоснование расширения сырьевой базы ферросплавной отрасли за счет вовлечения в технологические процессы слабококсуемых энергетических углей и техногенных отходов с целью получения новых материалов многоцелевого назначения. По приоритету: Рациональное использование природных ресурсов в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции (2018-2020 годы).

		1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы) 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 выполнена в рамках программно-целевого финансирования (ПЦФ) направленного на реализацию Стратегии «Казахстан-2050», послания Главы государства «Третья модернизация Казахстана: глобальная конкурентоспособность» от 31 января 2017 года, по проекту «Разработка технологии выплавки кальцийсодержащих ферросплавов из отваловых металлургических шлаков и высокозолотых углей» (ПЦФ 2015-2017 годы, № ГР 0115РК01633, ответственный исполнитель), а также по теме «Разработка технологии выплавки комплексных ферросплавов с шелоноземельными металлами» (ПЦФ 2018-2020 годы, в рамках НТП BR05236708, № ГР0118РК00699, ответственный исполнитель) и «Опытно-промышленные испытания новых видов литатур с кальцием, бором и хромом для легирования и модифицирования стали и технологий их получения. Разработка и внедрение инновационных технологий для развития горно-металлургической отрасли Республики Казахстан на 2018-2020 годы» (ответственный исполнитель).
2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта	2. Работа вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта. Впервые построена диаграмма четырехкомпонентной металлургической системы Ca-Si-Al-Fe с использованием метода термодинамически-диаграммного анализа. На основе полученных результатов возможна разработка эффективных технологий по

			выплавке комплексных кальцийсодержащих ферросплавов.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <u>Высокий</u> ; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	3. 2) Уровень самостоятельности средний. При выполнении диссертационной работы докторантом самостоятельно выполнен большой объем теоретических и экспериментальных исследований, о чем свидетельствуют авторские разработки, подтвержденные статьями, докладами на международных конференциях.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>Обоснована</u> ; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	4.1 1) Обоснована; При получении кальцийсодержащих ферросплавов широко используют двухстадийную схему выплавки силикотермическим способом, в которой в качестве восстановителя используют высококоротные марки ферросилиция. Это значительно удорожает процесс выплавки. Разрабатываемая технология отличается тем, что основным восстановителем является твердый углерод, содержащийся в высококачественном угле. Данная технология является беспыльной и практически безотходной.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает</u> ; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	4.2 1) отражает; разработана и отработана технология выплавки кальцийсодержащего ферросплава карботермическим и беспыльным способом из отвальных металлургических шлаков и высококачественного угля в рудно-термической печи. Процесс выплавки необходимо вести с избытком твердого углерода на 15-25 % от стехиометрии.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u> ;	4.3 1) соответствуют; цель - разработка рациональной ресурсосберегающей технологии по

	2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	выплавке комплексного кальцийсодержащего ферросплава. Металлургическая оценка высокозольного угля позволит оценить его пригодность для выплавки ферросплавов; термодинамически-диаграммный анализ фазового состава кальцийсодержащего ферросплава; термодинамическое моделирование карботермического восстановления кремния, алюминия и кальция с использованием программных комплексов выявит температурный интервал металл-лообразования и особенности восстановительных процессов и на их основе разработать технологию получения комплексного сплава с кальцием в условиях приближенных к промышленным; с опре-делением физико-химических свойств нового комплексного ферросплава.
4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны</u>; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует		4.4 1) полностью взаимосвязаны; это подтверждается последовательным изложением выполнения поставленных задач, взаимосвязью теоретических исследований и экспериментальных результатов.
4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) <u>критический анализ есть</u>; 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов		4.5 1) критический анализ есть; На основе анализа теку-щего состояния вопросов технологии и производства комплексных ферросплавов обосновано теоретичес-кими и крупно-лабораторными исследованиями ис-пользование высокозольных углей сарыалдырского месторождения и отвалных доменных шлаков для получения нового комплексного ферросплава с кальцием бесплаковым способом.

5. Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) полностью новые; 2) <u>частично новые (новыми являются 25-75%);</u> 3) не новые (новыми являются менее 25%)	5.1 1) полностью новые; - построена диаграмма четырехкомпонентной металлургической системы Ca-Si-Al-Fe с использованием метода термодинамически-диаграммного анализа. Установлены наиболее оптимальные фазовые области, способствующие высокому извлечению кальции в сплав; - проведено полное термодинамическое моделирование процесса выплавки кальцийсодержащего ферросплава. Определено оптимальное соотношение твердого восстановителя к рудной части шихты. Установлены металлообразующие фазы: CaAl_2Si_7, Mn_2Si_3, CaSi_2 и CaSi; методами физико-химического анализа определены основные свойства нового комплексного сплава с кальцием. Определили, что фазовый состав сплава представлен $\text{CaAl}_2\text{Si}_{1,5}$ и свободным Si. Согласно дифференциально-термическому анализу установили, что первичное разрушение кристаллической структуры сплава протекает при температуре 910 °C. 5.2 2) <u>частично новые (новыми являются 25-75%);</u> Применение сарладырских углей в качестве восстановителя при получении комплексного сплава алюмосиликомарганца с кальцием предлагалось в магистерской диссертации Копабаяева А.С. «Исследование возможности выплавки кальцийсодержащих сплавов из отвалных марганцевых шлаков и высококислотных углей»-Темиртау, КГПУ, 2014г. - 82с.
----------------------------	--	---

		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) полностью новые; 2) <u>частично новые (новыми являются 25-75%);</u> 3) не новые (новыми являются менее 25%)	5.3.2) <u>частично новые (новыми являются 25-75%);</u> Техническая новизна результатов исследовательской работы подтверждается патентом от 10.02.2020 г. Регистрационный № 2020/0074.1 «Шихта для получения комплексных ферросплавов с кальцием в рудно-термической печи»
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и управлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	Все основные выводы достаточно хорошо обоснованы с применением термодинамического диаграммного анализа, термодинамического компьютерного моделирования и методов физико-химического анализа.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет 7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий 7.5 Доказано ли в статье?	- диаграмма фазового строения металлургической системы Ca-Si-Al-Fe; 7.1 1) доказано 7.2 2) нет 7.3 1) да 7.4 2) средний 7.5 1) да - результаты полного термодинамического моделирования процесса технологии выплавки кальцийсодержащего ферросплава; 7.1 1) да 7.2 2) нет 7.3 1) да 7.4 2) средний 7.5 1) да - результаты подготовки брикетированной моноших-ты из угольного шлама и мелочи высококалорийного угля с доменным шлаком;

		1) да; 2) нет	7.1 1) да 7.2 2) нет 7.3 1) да 7.4 1) узкий; 7.5 1) да -результаты выплавки кальцийсодержащего ферросплава из отвальных металлургических шлаков и высокозольного угля в рудно-термической печи 200 кВА; 7.1 1) да 7.2 2) нет 7.3 1) да 7.4 1) узкий; 7.5 1) да - результаты изучения физико-химических свойств нового комплексного сплава с кальцием. 7.1 1) да 7.2 2) нет 7.3 1) да 7.4 2) средний; 7.5 1) да
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) да; 2) нет 8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) да; 2) нет	1) да, методология достаточно подробно описана 1) да; При выполнении диссертационной работы использовались следующие методы исследования: дифференциально-термический анализ, рентгенофазовый анализ, определение удельного электросопротивления, термодинамического моделирование на программном комплексе «АСТРА-4», термодинамически-

		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) да; 2) нет	1) да; это подтверждается согласованием теоретических и экспериментальных исследований при получении комплексного кальцийсодержащего ферросплава, серий промышленными испытаниями на ТОО «Курлымет», внедрением в учебный процесс КарТУ и разработкой технологического регламента и технических условий и получением патента.
		8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу отечественных и зарубежных авторов с 1962 по 2020 год.
		8.5 Используемые источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора	Используемые источники литературы достаточны для литературного обзора (в списке источников литературы 100 наименований)
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет	1) да; Методом термодинамически-диаграммного анализа был проведен фазовый анализ четырехкомпонентной металлической системы Ca-Si-Al-Fe, где были определены следующие устойчивые соединения: FeSi, Fe₂Al, CaSi, CaSi₂, Al₂Ca, Al₂Fe₂Si и Al₂Ca₂Si. Проведена тетраэдризация металлической системы Ca-Si-Al-Fe, где установили 15 элементарных тетраэдров, характеризующие кальцийсодержащий ферросплав. Установили оптимальную фазовую область для выплавки кальцийсодержащего ферросплава, с высоким извлечением кальция.

		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет	1) да; установлена возможность использования отвалных шлаков (с высоким содержанием оксида кальция) и высокозольных углей в качестве исходного материала для выплавки кальцийсодержащих ферросплавов. Вовлечение подобных материалов в металлургический передел в свою очередь способствует решению проблем их утилизации, также расширение сырьевой базы ферросплавной промышленности с получением конкурентоспособного комплексного сплава с кальцием.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	2) частично новые (новыми являются 25-75%); Применение сарыалдырских углей в качестве восстановителя при получении комплексного сплава аномосиликомаранца с кальцием предлагалось в магистерской диссертации Копабаява А.С. «Иссле-дование возможности выплавки кальцийсодержа-щих сплавов из отвалных марганцевых шлаков и высокозольных углей»-Темиртау, КТИУ, 2014г. - 82с.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	3) ниже среднего; В тексте диссертации имеются системные грамматиче-ские и орфографические ошибки. На рис.22 по определению убьли массы шихтовой смеси и угля в зависимости от температуры в тексте не приведены пояснения о схеме измерения массы образца и атмосфере в печи Тамммана; на рис.31 и 32 не обоз-начены для уравнений коэффициенты корреляции и корреляционное отношение; Рис. 40г – структура кальцийсодержащих сплавов (с.79)

		идентична рис.3.22 микроструктуре сплава КАМС (с.67) приведенной в магистерской диссертации Копбаева А.С.
--	--	---

Заключение

Считаю, что рецензируемая работа в полной мере отвечает требованиям, которые предъявляются к диссертациям на соискание степени РнД Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК и Махамбетову Ерболату Нысаналыулы может быть присуждена академическая степень доктора РнД по специальности 6D070900 «Металлургия»

Рецензент:

К.Т.Н., доцент кафедры

«Металлургия и материаловедение»

НАО КИУ



Мушин Д.К.

В отчетах официальные указывают одно из следующих решений:

- 1) ходатайствовать перед Комитетом для присуждения докторанту степени доктора философии (PhD) или доктора по профилю;
- 2) направить диссертацию на доработку (кроме случаев защиты диссертации в форме серии статей);
- 3) отказать в присуждении степени доктора философии (PhD) или доктора по профилю.

Копии отзывов официальных рецензентов вручаются докторанту не позднее, чем за 5 (пять) рабочих дней до защиты диссертации.