

РЕЦЕНЗИЯ

на диссертационную работу Шалтакова Сагындыка Нагашыбаевича

«Разработка научных основ и методов исследования теплофизических и структурных свойств металлических расплавов с целью повышения качества продукции», представленной на соискание степени доктора PhD по специальности 6D060400 «Физика»

№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	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:</p> <p><u>1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</u></p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p> <p>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при</p>	<p>1.1. Диссертационная работа по объекту исследования, поставленной цели и решенным задачам соответствует направлениям развития науки и государственным программам:</p> <p>- НТП Рациональное использование природных, в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции (2018-2020 гг.).</p> <p>По приоритету: «Рациональное использование природных ресурсов, переработка сырья и продукции».</p> <p>По подприоритету: Новые материалы многоцелевого назначения на основе природного сырья и техногенных отходов.</p> <p>Диссертация выполнена в рамках проекта программно-целевого финансирования 2018-2020 гг., в рамках НТП № BR05236295 «Создание, разработка и внедрение технологий производства и обработки износостойких материалов нового поколения для получения деталей металлургических агрегатов»</p>

		Правительстве Республики Казахстан (указать направление)	
2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта	<p>Работа вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта.</p> <p>Экспериментальные и теоретические данные, полученные в результате научно-исследовательской деятельности диссертанта, вносят существенный вклад в науку и направлены на решение проблем в разработке альтернативных подходов к решению задач математического описания физических свойств расплавленных материалов. В диссертации хорошо раскрыто особое значение физико-математических моделей гидродинамики расплавов, что является важным для регулирования процесса выплавки.</p> <p>Диссертант в результате проведенных работ получил новые физико-математические модели нелинейных уравнений несжимаемых расплавленных систем. Также впервые был разработан алгоритм численного интегрирования уравнений гидродинамики на основе скоростей течения жидкости, что дает возможность определять технологические характеристики розлива металлических расплавов.</p> <p>Таким образом, результаты этих исследований и разработок в совокупности являются достижениями в области физики, а также теории и технологии металлургических процессов, в частности, производство цветных металлов.</p>
3.	Принцип самостоятельности	<p>Уровень самостоятельности:</p> <p>1) Высокий;</p> <p>2) Средний;</p> <p>3) Низкий;</p>	<p>Автор участвовал в определении цели работы и постановке задач исследования, а также в написании статей и тезисов докладов.</p> <p>Лично автором получена основная часть научных и</p>

		4) Самостоятельности нет	<p>практических результатов данной работы, определяющая как научную новизну, так и практическую ценность работы в целом. Диссертантом представлена самостоятельно подготовленная квалификационная работа, содержащая совокупность следующих научных результатов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Разработана физико-математическая модель нелинейных уравнений несжимаемых расплавленных систем; - Разработан алгоритм построения распределения скоростей и интегрирования уравнений движения расплава, в частности, меди. Это позволило прогнозировать технологические параметры литья на технологическом оборудовании линии Саусвайер Жезказганского завода медной катанки; - Предложено численное решение уравнений Навье-Стокса; - Разработан алгоритм расчета вязкости расплавленных систем с учетом степени ассоциации элементарных кластеров для Cu, Zn, Al, Sn, Pb, Fe. <p>Содержание работы в целом свидетельствует о высокой квалификации автора исследований и высоком уровне самостоятельности.</p>
4.	Принцип внутреннего единства	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована. 	<p>Разработка моделей вязких течений несжимаемой жидкости представляет собой одну из важнейших для математических исследований, а особенно для практики раздел гидродинамики. Многие из задач динамики вязкой жидкости до настоящего времени не решены и требуют своего решения, в чем и определяется актуальность данной работы. Не случайно именно уравнения Навье – Стокса стали одними из первых объектов применения численных методов. Диссертантом</p>

			<p>получены физико-математические и компьютерные модели для расчета скорости течения и вязкости расплава, которые проверены на практике по определению оптимальных параметров температуры при течении расплава меди на Жезказганском заводе медной катанки.</p>
	<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает</p>		<p>Содержание диссертации отражает и полностью раскрывает заявленную тему. Полученные диссертантом научные и практические результаты работы обладают внутренним единством и направленностью их на достижение поставленной цели и решение сформулированных задач благодаря, имеющейся взаимосвязи между результатами теоретических и экспериментальных исследований, подкрепленных прилагаемыми к работе приложениями с компьютерной программы для решения уравнений гидродинамики расплава.</p>
	<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) соответствуют; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют</p>		<p>Цели и задачи соответствует теме диссертационной работы. Согласно поставленным задачам определены соответствующие разделы диссертационной работы.</p>
	<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) полностью взаимосвязаны; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует</p>		<p>Все разделы в работе взаимосвязаны и изложены в логической последовательности. Диссертационная работа характеризуется внутренним единством, логической последовательностью и взаимосвязью научных и прикладных разработок, поскольку все приведенные в диссертации теоретические исследования, результаты и выводы направлены на решение объективно назревшей актуальной проблемы разработки физико-математической модели</p>

			нелинейных уравнений несжимаемых расплавленных систем с учетом высоких температур.
		<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <p><u>1) критический анализ есть;</u></p> <p>2) анализ частичный;</p> <p>3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</p>	<p>Предложенные автором новые решения (принципы и методы) аргументированы и на практике доказаны. Применено численное решение уравнений гидродинамики для течения расплава меди в плоском канале на промышленном оборудовании непрерывного литья и прокатки Саусвайер-2000 Жезказганского завода медной катанки, где автор четко выразил новые пути решения проблематики в данной области. Автором, посредством теоретических и прикладных исследований была полностью доказана возможность построения поля скоростей течения расплава меди в пространственном изображении, которые наглядно показывают технологию процесса розлива медного расплава.</p>
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <p>1) полностью новые;</p> <p><u>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</u></p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Новизна результатов исследовательской работы косвенно подтверждается патентом РК 35062 от 14.05.2021 г. «Инструментальный способ исследования сложного вещества на плотность».</p> <p>Докторантом получена новая физико-математическая модель течения для высокотемпературных расплавов с учетом объемной вязкости, также разработаны уравнения температурной зависимости вязкости методами статистической физики.</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p><u>1) полностью новые;</u></p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Выводы являются полностью новыми, что можно видеть из полученных результатов исследования.</p>

		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Технологические решения могут быть связаны с теоретическими решениями по выплавке медного расплава на оборудовании непрерывной прокатки Саусвайер-2000, предложенные автором при построении численного решения уравнений гидродинамики, которые являются новыми и обоснованными на практике.</p> <p>Таким образом, представленные в диссертационной работе решения являются новыми и обоснованными и являются обстоятельными и законченными, получены на основе исследований, проведенных на высоком научном и профессиональном уровне. Полученные решения и приведенные на их основе выводы, сформулированные в диссертации, являются достоверными и обоснованными.</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>Все представленные выводы полностью основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах и достаточно хорошо обоснованы.</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?</p> <p>1) доказано;</p> <p>2) скорее доказано;</p> <p>3) скорее не доказано;</p> <p>4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет</p>	<p>1 положение: Результаты моделирования и численного решения уравнений гидродинамики расплавов.</p> <p>7.1. положение полностью доказано;</p> <p>7.2. не является тривиальным;</p> <p>7.3. является новым;</p> <p>7.4. уровень для применения широкий;</p> <p>7.5. да, доказано в статье «Об одном методе численного решения уравнений гидродинамики расплавов» // Труды Междунар. науч. конф. «Интеграция науки, образования и производства –</p>

		<p>7.3 Является ли новым?</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий;</p> <p>2) средний;</p> <p>3) широкий</p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет</p>	<p>основа реализации Плана нации», изд-во КарГТУ, 2019. – С. 237-239.</p> <p>2 положение. Анализ физических параметров коэффициентов переноса уравнений гидродинамики на примере вязкости расплавленных систем.</p> <p>7.1. положение полностью доказано;</p> <p>7.2. не является тривиальным;</p> <p>7.3. является новым;</p> <p>7.4. уровень для применения широкий;</p> <p>7.5. да, доказано в статье «Finite difference method implementation for Numerical integration hydrodynamic equations melts» // Eurasian Physical Technical Journal. – 2020. – Vol. 17, № 1(33). – P.145-149.</p> <p>3 положение. Результаты вычисления вязкости расплавленных систем с учетом степени ассоциации элементарных кластеров для Cu, Zn, Al, Sn, Fe.</p> <p>7.1. положение полностью доказано;</p> <p>7.2. не является тривиальным;</p> <p>7.3. является новым;</p> <p>7.4. уровень для применения широкий;</p> <p>7.5. нет, косвенно доказано в статье «Difference melt model» // Archives of Control Sciences. – 2021. – Vol. 31, № 3. – P. 607-627.</p>
8.	<p>Принцип достоверности</p> <p>Достоверность источников и предоставляемой</p>	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно подробно описана</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет</p> <p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и</p>	<p>Выбранная автором методология достаточно подробно описана и обоснована в работе.</p> <p>При выполнении диссертационной работы автором использовались следующие методы: математическое моделирование, физико-химический анализ, квантово-</p>

	информации	<p>интерпретации данных с применением компьютерных технологий: <u>1) да;</u> 2) нет</p>	<p>статистический метод, итерационные методы, компьютерное моделирование, корреляционный анализ.</p>
		<p>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): <u>1) да;</u> 2) нет</p>	<p>Теоретические выводы подтверждены экспериментальными исследованиями. Автором разработан метод компьютерного моделирования для исследования структурных и физических свойств расплавленных систем, составлена компьютерная программа для решения уравнений гидродинамики расплава для металлических расплавов относительно объемной и сдвиговой вязкостей «Решение краевой задачи методом конечных разностей».</p>
		<p>8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу, что отражено в литературном анализе первого раздела диссертаций.</p>
		<p>8.5 Используемые источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора</p>	<p>Используемые источники литературы достаточны для литературного обзора. Автор сделал обзор на достаточное количество литературных данных и интернет ресурсов (в списке источников литературы 136 наименований).</p>
9	Принцип практической ценности	<p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: <u>1) да;</u> 2) нет</p>	<p>В диссертационной работе имеются теоретически значимые аспекты, которые представлены разработками рекуррентных соотношений для расчета корреляционных функций различных порядков; приведены основные уравнения вычисления объемной</p>

			вязкости расплавов; получены формулы для определения средних значений физических характеристик расплава; методом функционала плотности рассчитаны ФРРА меди и потенциал межатомного взаимодействия; построено численное решение уравнений гидродинамики для расплавленных систем; построены поля скоростей течения расплава меди в виде изолиний, а также в пространственном изображении.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет	Диссертационная работа носит теоретический характер с практическим значением. В работе доказана высокая вероятность применения полученных результатов на практике.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Докторантом предложено численное решение уравнений гидродинамики для течения расплава меди в плоском наклонном канале для промышленного оборудования непрерывного литья и прокатки Саусвайер-2000 Жезказганского завода медной катанки, что поможет оптимизировать необходимые характеристики повышения качества промпродукта, важной из которых является температура прокатки.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма высокое, все положения работы изложены в соответствии с научной терминологией. В тексте диссертации имеются небольшие грамматические и орфографические ошибки.

Заключение.

Считаю, что рецензируемая работа в полной мере отвечает требованиям, которые предъявляются к диссертациям на соискание степени PhD Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНВО РК и прошу ходатайствовать перед Комитетом для присуждения Шалтакову Сагындыку Нагашыбаевичу степени доктора философии (PhD) по специальности 6D060400 «Физика».

Рецензент:

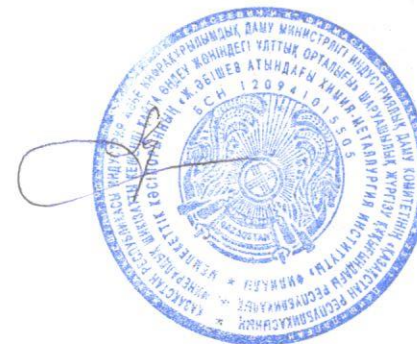
Заведующий лаборатории Химико-металлургического
института им. Ж. Абишева,
лауреат Государственной премии РК,
докт. техн. наук, профессор

Подпись д.т.н., профессора Макашевой А.М. заверяю.

Зам. директора по научной работе
ХМИ им. Ж. Абишева,
канд. техн. наук

«28» декабря 2022 г.

А.М. Макашева



Н.Ю. Лу