

## Рецензия

на диссертационную работу Шалтакова Сагындыка Нагашибаевича  
«Разработка научных основ и методов исследования теплофизических и структурных свойств металлических расплавов с целью повышения качества продукции», представленную 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	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:	Диссертационная работа Шалтакова С.Н. на тему «Разработка научных основ и методов исследования теплофизических и структурных свойств металлических расплавов с целью повышения качества продукции» соответствует приоритетным направлениям развития науки: Программа грантового финансирования Министерства образования и наук Республики Казахстан
		1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, <u>финансируемого(ой) из государственного бюджета</u> (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)	Диссертация соответствует критерию, так как выполнена в рамках проекта, финансируемого из государственного бюджета по гранту «Создание, разработка и внедрение технологий производства и обработки износостойких материалов нового поколения для получения деталей металлургических агрегатов» (ПЦФ 2018-2020гг., в рамках НТП № BR05236295, исполнитель) на основании договора №217 от 20.03.2018 года.

2.	Важность для науки	Работа <u>вносит</u> /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность <u>хорошо раскрыта</u> /не раскрыта	Исследования диссертанта Шалтакова С.Н., направленные на разработку научных основ и методов исследования теплофизических и структурных свойств металлических расплавов, вносят существенный вклад в науку и определяются актуальной проблемой обеспечения нужд отечественной промышленности качественной продукцией. В настоящее время ведутся активные исследования термодинамических свойств расплавленных систем. Знание физических свойств уравнений гидродинамики, помогают контролировать происходящие процессы, своевременно отводить дефекты и, тем самым, повышать качество продукции. Результаты исследований соискателя позволяют восполнить пробел знаний в этой области. Это подтверждается публикациями и докладами на конференциях различного уровня. Основные научные результаты диссертационной работы представлены в 12 публикациях, изданных в Республике Казахстан и зарубежье. В изданиях, рекомендованных КОКСОН МОН РК, опубликованы 4 статьи. В журналах, входящих в базу данных Scopus, 3 статьи. Опубликовано 5 докладов на международных научно-практических конференциях (с личным участием).
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <u>Высокий</u> ; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Автор принимал непосредственное участие в постановке задач диссертации, в разработке физико-математической модели гидродинамики расплавленных систем, в создании компьютерной программы для построения профиля скоростей течения расплава, проводил расчеты структурных характеристик расплавов, обработку результатов представленных в работе исследований, подготовку публикаций.
4.	Принцип внутреннего	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>Обоснована</u> ;	Известно, что в области исследования структурных свойств твердых элементов создан богатый для использования

<p>единства</p>	<p>2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.</p>	<p>материал с использованием элементов квантовой физики и химии. Менее исследованы свойства жидких структур. Для обоснования актуальности диссертационной работы сделан хороший обзор литературных источников, на основе которого выявлены и определены направления и современные методы дальнейших исследований, направленные на необходимость разработки научных основ и методов исследования теплофизических и структурных свойств металлических расплавов. Такие исследования актуальны как для уточнения теоретических моделей, так и для обеспечения нужд отечественной промышленности качественной продукцией.</p>
	<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает;</u> 2) Частично отражает; 3) Не отражает</p>	<p>Содержание диссертации отражает тему диссертации, а проведенные исследования полностью соответствуют заявленной теме диссертационной работы</p>
	<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют;</u> 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют</p>	<p>Цель работы – разработка нестационарных физико-математических моделей течения расплава меди и построение распределения профиля скорости. Задачи диссертационной работы сформулированы четко, грамотно и отражают планируемые достижения целей научных исследований, которые можно представить как разработку и построение нестационарных физико-математических моделей течения расплава меди; установление взаимосвязи корреляционных функций с функциями радиального распределения; определение вязкости методами физико-химического анализа с учетом степени ассоциации элементарных кластеров для Cu, Zn, Al, Sn, Pb, Fe.</p>
	<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p>	<p>Начиная с обзора литературы и заканчивая выводами в диссертации последовательно</p>

		<p>1) <u>полностью взаимосвязаны;</u>  2) взаимосвязь частичная;  3) взаимосвязь отсутствует</p>	<p>обсуждаются физико-математические процессы, связанные с выявлением закономерностей и особенностей создания, разработки и методов расчета структурных характеристик расплавленных систем. Диссертация состоит из введения, 4 разделов, заключения, списка использованных источников из 136 наименований. Все разделы взаимосвязаны.</p>
		<p>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</p>	<p>По каждому разделу диссертации сделаны выводы, в которых содержится критический анализ и собственное мнение соискателя по рассматриваемым вопросам. Например, в результате критического анализа литературных источников сформулированы задачи исследований. Предложенные диссертантом новые решения оценены по сравнению с известными решениями. Диссертант указывает, что в настоящее время в мире активно разрабатываются различные in-situ методы исследования и диагностики, рассмотрению которых будут направлены его исследования в дальнейшем.</p>
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?  1) <u>полностью новые;</u>  2) частично новые (новыми являются 25-75%);  3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Научная новизна результатов диссертации Шалтакова С.Н. не вызывает сомнения и заключается в следующем:  – разработан алгоритм построения физико-математической модели нелинейных уравнений несжимаемых расплавленных систем;  – разработан алгоритм построения распределения скоростей течения расплавленных систем и интегрирования уравнений гидродинамики на основе численных экспериментов, позволяющий прогнозировать технологические параметры литья металлических расплавов;  – методами физико-химического анализа впервые определены основные свойства вязкости расплавленных систем с учетом степени ассоциации элементарных кластеров для Cu, Zn, Al, Sn, Pb, Fe.</p>

		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?  <u>1) полностью новые;</u>  2) частично новые (новыми являются 25-75%);  3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>К моменту предлагаемых исследований были известны пути решения уравнений гидродинамики только для низкотемпературных жидкостей без учета объемной вязкости. Выводы диссертации основаны на всестороннем анализе полученных результатов исследований с привлечением результатов и выводов других авторов. При этом сформулированные в диссертации выводы касаются только собственных результатов исследований и являются полностью новыми</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:  1) полностью новые;  <u>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</u>  3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>При расчете вязкости расплавов с применением концепции хаотизированных частиц был использован опыт разработок других авторов. Однако конкретные технические решения безусловно являются оригинальными. Обоснованность и достоверность теоретических исследований подтверждена сопоставлением результатов с параметрами течения расплава меди в технологическом оборудовании линии Саусвайер – 2000.</p>
6.	Обоснованность основных выводов	<p>Все основные <u>выводы основаны</u>/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>Теоретические исследования, проведенные в рамках диссертации, позволили получить результаты, имеющие практическое и научное значение. Теоретически установленная оптимальная температура текучести расплава меди хорошо согласуется с температурой течения реального движения расплавов в технологическом оборудовании, а также с концепцией хаотизированных частиц.</p>

<p>7. Основные положения, выносимые на защиту</p>	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?  <u>1) доказано;</u>  2) скорее доказано;  3) скорее не доказано;  4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?  1) да  <u>2) нет</u></p> <p>7.3 Является ли новым?  <u>1) да;</u>  2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:  1) узкий;  2) средний;  <u>3) широкий</u></p> <p>7.5 Доказано ли в статье?  <u>1) да;</u>  2) нет</p>	<p>Положения, выносимые на защиту:</p> <p>1. Результаты моделирования и численного решения уравнений гидродинамики расплавов;  7.1 Положение доказано, приведены строгие математические доказательства для решения уравнений гидродинамики;  7.2 Является ли тривиальным?  Положение не является тривиальным, так как разработанная диссертантом физико-математическая модель представляет собой междисциплинарное исследование, в основе которого лежит одна из «семи проблем тысячелетия» - решение уравнений Навье-Стокса;  7.3 Является ли новым?  Предложенный алгоритм численного решения уравнений гидродинамики является новым;  7.4 Уровень для применения:  является широким, результаты могут быть использованы для широкого класса расплавов;  7.5 Доказано ли в статье?  Доказано в статье Difference melt model // Archives of Control Sciences. -2021. - Vol. 31, № 3. P. 607-627, (Scopus процентиль 71 на момент опубликования статьи) авторов Kazhikenova S.Sh., Shaltakov S.N., Nussupbekov B.R.</p> <p>2. Анализ физических параметров коэффициентов переноса уравнений гидродинамики на примере вязкости расплавленных систем;  7.1 Положение доказано, приведены расчетные формулы для расчета физических параметров коэффициентов переноса уравнений гидродинамики;  7.2 Является ли тривиальным?  Положение не является тривиальным;  7.3 Является ли новым?  Предложенный алгоритм расчета физических параметров</p>
---	--	---

8.	Принцип достоверности  Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана <u>1) да;</u> 2) нет	Достоверность научных положений, выносимых на защиту, выводов и заключения соискателя не вызывает сомнения. Методология, то есть концептуальное изложение целей, задач, содержания и методов исследования, обеспечивающее получение объективной, точной, систематизированной информации об исследовании теплофизических и структурных свойств металлических расплавов с целью верификации предлагаемых подходов, подробно описана во введении. Диссертантом сделаны обоснованные выводы, хорошо согласующиеся с результатами компьютерного моделирования. Результаты исследований прошли рецензирование в высокорейтинговых международных научных журналах и журналах из Перечня КОКСОН МОН РК, а также были апробированы на международных научных конференциях.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: <u>1) да;</u> 2) нет	Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: математическое моделирование, физико-химический анализ, квантово-статистический метод, итерационные методы, компьютерное моделирование, корреляционный анализ. Полученные теоретические результаты и технологические решения позволили диссертанту разработать компьютерную модель течения расплава с целью оптимизации технологических параметров конечного продукта.
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты	Выводы и заключение соискателя, сформулированные в данной диссертационной работе, научно обоснованы и доказаны. Они опираются на научно-значимые источники. Результат 1 – обоснован и достоверен, так как вытекает из мониторинга по построения физико-математической модели

		<p>доказаны на основе педагогического эксперимента):</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) нет</p>	<p>нелинейных уравнений несжимаемых расплавленных систем; Результат 2 - обоснован и достоверен, поскольку получен посредством комплексного анализа как теоретического обоснования, так и широкого круга численных и компьютерных экспериментов, позволяющих прогнозировать технологические параметры литья металлических расплавов; Результат 3 – обоснован и достоверен, поскольку получен посредством сравнения различных точек зрения экспертов, анализа фактических данных посредством компьютерных технологий.</p>
		<p>8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u>/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>Диссертация написана на основе изучения достаточного объема специальной литературы. Важные утверждения подтверждены ссылками на цитируемую литературу. В диссертации приведен список использованных источников из 136 наименований. Проведенные патентные исследования, а также мониторинг справочных данных показали, что исследование теплофизических и структурных свойств расплавленных систем является важной и актуальной проблемой в области теории жидкого состояния.</p>
		<p>8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u>/не достаточны для литературного обзора</p>	<p>Используемые в работе источники литературы, охватывают всю область исследований диссертанта. Список использованных источников составляет 136 наименований, среди которых 27 публикаций в последние 5 лет.</p>
9	Принцип практической ценности	<p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) нет</p>	<p>Чтобы произвести необходимые расчеты диссертант использует физико-математические модели и алгоритмы, а также методы статистической физики. Важное теоретическое значение в этом аспекте имеет коннект между свойствами элементарных частиц и межатомным потенциалом, между термодинамическими и кинетическими свойствами расплавленных систем.</p>



		<p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:  <u>1) да;</u>  2) нет</p>	<p>В классической гидродинамике расплав рассматривается как однородная, изотропная, вязкая и теплопроводная среда. Разработанная диссертантом физико-математическая модель течения расплава меди в производственном оборудовании линии непрерывной прокатки медной катанки позволила рассчитать методами компьютерного моделирования оптимальные параметры температуры для получения качественного промпродукта. Практическое использование разработанных методов расчета вязкости и построения профиля скоростей течения расплава также вносит весомый вклад в развитие технологии создания медной катанки с высокими эксплуатационными свойствами.</p>
		<p>9.3 Предложения для практики являются новыми?  <u>1) полностью новые;</u>  2) частично новые (новыми являются 25-75%);  3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Предложения для практики являются новыми. Исследование скорости сходимости решений аппроксимирующей задачи к решениям исходной задачи гидродинамики позволило разработать алгоритм численного интегрирования уравнений гидродинамики, позволяющий прогнозировать технологические параметры розлива металлических расплавов (для Жезказганского завода медной катанки с последующим внедрением).</p>
10.	<p>Качество написания и оформления</p>	<p>Качество академического письма:  1) высокое;  <u>2) среднее;</u>  3) ниже среднего;  4) низкое.</p>	<p>1 Стилистическая ошибка на странице 6 во введении: два раза повторяется словосочетание «технологическом оборудовании»  2 В заключении на странице 103 допущена орфографическая ошибка «разработана формулы»</p>

**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 предъявляемым к докторским диссертациям. Несмотря на отмеченные недостатки, работа заслуживает положительной оценки, а **Шалтакову Сагындыку Нагашибаевичу** - может быть присуждена академическая степень доктора PhD по специальности 6D060400 – Физика.

Официальный рецензент,  
доктор технических наук, профессор кафедры «Теплоэнергетика»  
НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева»

А.Ш. Алимгазин

Подпись Алимгазина А.Ш., удостоверяю,  
Секретарь правления – Ученый секретарь

