

## ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу Жусанбаевой Айым Канатовны на тему «Возникновение и эволюция структурированных течений на границе смены режимов «диффузия – концентрационная конвекция» при изотермическом многокомпонентном смешении в газовых смесях», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «8D05302 - 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>1) <u>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 Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p>	<p>Тема диссертации соответствует приоритетному направлению развития науки «Научные исследования в области естественных наук».</p> <p>Диссертация выполнена в рамках проектов КН МОН РК: «Возникновение концентрационной гравитационной конвекции при многокомпонентной диффузии в устойчиво - стратифицированных средах» (2021-2023 гг., шифр AP09259248, №госрегистрации 0121PK00258); «Разработка инновационного способа очистки изотермических газовых смесей от двуокиси углерода в условиях неустойчивости механического равновесия» (2022-2024 гг., шифр AP AP14870237, №госрегистрации 0122PK00463).</p>
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит</u> /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <u>раскрыта</u> /не раскрыта	Диссертационная работа вносит существенный вклад в науку в области физики флюидов, а ее важность раскрыта. Представленные экспериментальные данные представляются значимыми так как исследована конвективная неустойчивость многокомпонентных систем, содержащих парниковые газы в геометрических каналах различных форм при повышенных давлениях и различных составах. Численные исследования

			позволяют спрогнозировать теплофизические параметры, при которых возникшие конвективные течения приводят к синергетическому переносу компонента с заданными свойствами.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <b>Высокий</b> ; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Уровень самостоятельности при проведении исследований у автора высокий. По инициативе соискателя при экспериментальных исследованиях выбирались системы содержащие парниковые газы и на системной основе изучались особенности комбинированного массопереноса при различных давлениях и составах. При численных исследованиях, для более детального описания физического механизма эволюции возникающих течений, привлекались результаты различных авторов, поиск которых диссертант проводил самостоятельно.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <b>Обоснована</b> ; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность диссертации Жусанбаевой А.К. обоснована. Автор изучает конвективную неустойчивость в многокомпонентных газовых смесях и разрабатывает модели позволяющие определять области диффузии и концентрационной гравитационной конвекции, информация о которых необходима для корректного описания особенностей массообменных процессов.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <b>Отражает</b> ; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Содержание диссертации полностью отражает тему исследования. Диссертационная работа представляется завершенным трудом.
		4.3 Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <b>Соответствуют</b> ; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют.	Цели и задачи исследования, положения, выносимые на защиту, демонстрируют взаимное согласование и соответствуют теме диссертационной работы.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:	Все разделы диссертации логически взаимосвязаны. Работа состоит из введения, четырёх разделов, заключения и списка

		<p>1) <b><u>Полностью взаимосвязаны;</u></b>  2) взаимосвязь частичная;  3) взаимосвязь отсутствует</p>	<p>цитируемой литературы. Во введении обоснована актуальность исследования, представлены цель, задачи, объект и методы диссертационной работы. Сформулированы научная новизна и практическая значимость исследования, а также основные положения, выносимую на защиту. представлена взаимосвязь работы с научно - исследовательскими проектами. Каждый из разделов логически взаимосвязан. В заключении приводятся основные выводы исследования.</p>
		<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:  1) <b><u>Критический анализ есть;</u></b>  2) анализ частичный;  3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</p>	<p>Критический анализ в диссертации присутствует. Автором был осуществлен анализ исследований конвективной неустойчивости в газовых смесях и было показано, что диффузионный механизм массопереноса является одним из определяющих для возникновения гравитационной конвекции.</p>
5.	Принцип научной новизны.	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?  1) Полностью новые;  <b><u>2) Частично новые (новыми являются 25-75%);</u></b>  3) Не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Научные результаты полученные в ходе выполнения работы являются по большей мере новыми. Жусанбаевой А.К. был исследован процесс смены режима «диффузия - конвекция» в тройной газовой смеси <math>H_2 + CO_2 - N_2</math>. Для заданных температуре (<math>T=298,0</math> К), давлений (0,2 – 2,0) МПа и исходных составов (0,15 – 0,60 мол. долей <math>CO_2</math>) смесей были получены новые данные по комбинированному массопереносу двуокиси углерода в диффузионном и конвективном режимах. Диффузионный и конвективный режим в системе <math>N_2(1) + R_{12}(2) - n-C_4H_{10}(3)</math> частично был изучен другими исследователями, но автору расчетными методами (картограммы устойчивости) впервые удалось показать зависимость интенсивности смешения от содержания в системе компонента с наибольшим молекулярным весом.</p>

		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p><b>1) Полностью новые;</b></p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Все выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах и корректно обоснованы. Апробация работы проведена на международных конференциях в Казахстане и за его пределами. По материалам исследований представлено 8 научных публикаций, в том числе 1 в рейтинговом научном журнале индексируемый базой Scopus (процентиль - 51), 3 в журналах перечня ККСОН МНВО РК.</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p><b>1) Полностью новые;</b></p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Технические и численные решения, описанные в диссертации, являются новыми. Автор успешно применил в экспериментальных исследованиях многокомпонентных смесей содержащих парниковые газы двухколбовый и хроматографический методы. В расчетно-теоретическом плане удалось успешно адаптировать анализ на конвективную устойчивость на случай изотермических тройных газовых смесей. Полученные результаты были опубликованы в рейтинговом специализированном журнале Fluids индексируемой базой данных Scopus (процентиль - 51).</p>
6.	Обоснованность основных выводов	<p>Все основные выводы <b>основаны</b>/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 основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах. Вывод 1 подтверждается экспериментальными данными и коррелирует с опытами, опубликованными другими авторами в различных литературных источниках. Вывод 2 подтверждается сравнительным анализом полученных численных результатов с опытными данными. Вывод 3 согласуется с обоснованными в рамках теории устойчивости положениями описывающие кинетические переходы различного типа. Вывод 4 подтверждается сравнительным анализом полученных результатов с экспериментальными и численными данными полученными другими авторами.</p>

7.	<p>Основные положения, выносимые на защиту</p>	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p>1) <b>доказано</b>;</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) <b>нет</b></p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p>1) <b>да</b>;</p> <p>2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий;</p> <p>2) средний;</p> <p>3) <b>широкий</b></p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) <b>да</b>;</p> <p>2) нет.</p>	<p>1. Смена режимов смешения «диффузия – конвекция» в тройных газовых системах смесей <math>H_2 + CO_2 - N_2</math>, <math>N_2 + R_{12} - n-C_4H_{10}</math> зависит от давления и концентрации газа с наибольшим молекулярным весом в системе.</p> <p>7.1. Доказано.</p> <p>7.2. Нет.</p> <p>7.3. Да.</p> <p>7.4. Широкий.</p> <p>7.5. Да.</p> <p>2. Интенсивность конвективного смешения, возникшего за счет неустойчивости механического равновесия смеси на начальном этапе, зависит от давления и исходного состава смеси.</p> <p>7.1. Доказано.</p> <p>7.2. Нет.</p> <p>7.3. Да.</p> <p>7.4. Широкий.</p> <p>7.5. Да.</p> <p>3. Картограммы устойчивости «диффузия – конвекция» для смесей <math>H_2 + CO_2 - N_2</math>, <math>N_2 + R_{12} - n-C_4H_{10}</math> в зависимости от исходного состава смеси и давления.</p> <p>7.1. Доказано.</p> <p>7.2. Нет.</p> <p>7.3. Да.</p> <p>7.4. Широкий.</p> <p>7.5. Да.</p> <p>4. Численным образом обнаруженный пульсационный режима давления в плоских вертикальных каналах на отдельных этапах формирования конвективных структур.</p> <p>7.1. Доказано.</p> <p>7.2. Нет.</p> <p>7.3. Да.</p> <p>7.4. Широкий.</p> <p>7.5. Да.</p>
----	--	--	--

8.	Принцип достоверности Достоверность источников предоставляемой информации	и	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) <u>да</u> ; 2) нет	Выбор методов соответствует современным исследованиям в области анализа на конвективную устойчивость газов и жидкостей. Применяемые методы в достаточной степени описаны в диссертации.
			8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) <u>да</u> ; 2) нет	Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований. Экспериментальные исследования газовых смесей осуществлялись с помощью двухколбового и хроматографического методов. Расчетно-теоретические методы исследования на устойчивость механического равновесия многокомпонентных газовых смесей основаны на применении численных методов и компьютерных технологий.
			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	Все выявленные эффекты, взаимосвязи и выводы подтверждены экспериментальными данными и результатами численных исследований.
			8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Важные утверждения подтверждены актуальными ссылками в ведущих специализированных международных журналах с высоким рейтингом.
			8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u> /не достаточны для литературного обзора	Диссертационная работа имеет достаточный охват литературных источников, связанных с описанием диффузионного и конвективного массопереноса в многокомпонентных газовых смесях.

9.	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u> ; 2) <u>нет</u>	Диссертационная работа имеет теоретическое значение в области физики флюидов. Полученные результаты могут быть использованы при изучении проблемы устойчивости в многокомпонентных смесях.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) <u>да</u> ; 2) <u>нет</u>	Диссертационная работа имеет практическое значение. Полученные результаты могут быть рекомендованы для технологий связанных с очисткой отработанных газовых смесей.
		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%)	Предложения для практики являются новыми. Полученные докторантом экспериментальные результаты могут быть рекомендованы для технологий связанных с очисткой и снижением экологической нагрузки на окружающую среду.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) <u>высокое</u> ; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое	Текст диссертации написан четким, научным языком. Однако встречаются орфографические ошибки, пунктуационные неточности и опечатки. - Рисунок 1 – Экспериментальный стенд и двухколбовая диффузионная ячейка. Рисунок является схемой, что стоит отразить в названии. - На сранице 33, 34 пропущен пробел между физической величиной и единицей измерения. - Страница 38 пропущен пробел между физической величиной и единицей измерения минут. - На странице 61, 63, 64 на рисунке 9, 10 подписи по осям не читабельны и изображены не логичными символами. - На рисунке 14, 15 символы отложенные по вертикальной оси не описаны. - В главе 4 с численным описанием смены режимов не указана программа для построения рисунков. Явно не указано

			<p>решение, на основе которого сделаны построения. Программа, в которой считалась модель не указана. - На странице 84 присутствует не законченная фраза.</p>
--	--	--	--

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Жусанбаевой Айым Канатовны на тему «Возникновение и эволюция структурированных течений на границе смены режимов «диффузия – концентрационная конвекция» при изотермическом многокомпонентном смешении в газовых смесях», соответствует всем требованиям предъявляемым Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD), а ее автор заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности «8D05302 - Физика».

Официальный рецензент,  
доктор философии (Техническая физика),  
ассоциированный профессор (Физика)

Соколов Д.Ю.

14.12.2023

АТУ  
Қолы  
Подпись *Соколов Д.Ю.*  
КБББ куәландырылған  
Заверено нач.ОУП *Сер. спец. Соколов Д.Ю.*  
« 20 » ж.