

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.129.01, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ИНСТИТУТА ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ СИБИРСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 31.05.2023 № 14/2023

О присуждении Шеферу Илье Александровичу, гражданину Российской Федерации,
учёной степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Устойчивость двухслойных течений в горизонтальном канале при диффузионном испарении» по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы принята к защите 15.03.2023, протокол № 8-1/2023 диссертационным советом 24.1.129.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С. С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 1, приказы Минобрнауки России от 11.04.2012 № 105/нк, от 03.06.2021 № 561/нк.

Соискатель Шефер Илья Александрович, 05.10.1991 года рождения, на момент защиты диссертации работает в должности заместителя директора Центра обслуживания систем обработки данных Департамента информационных технологий СФУ. В 2014 году соискатель окончил магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет» по направлению «Прикладная математика и информатика», в 2018 году окончил очную аспирантуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет» по направлению 01.06.01 – Математика и механика, специальность 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский федеральный университет». Научный руководитель – Бекежанова Виктория Бахытовна - доктор физико-математических наук, основное место работы: Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук - обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом дифференциальных уравнений механики.

Официальные оппоненты:

Демин Виталий Анатольевич – доктор физико-математических наук (01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы), ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», заведующий кафедрой теоретической физики;

Пухначев Владислав Васильевич – доктор физико-математических наук (01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы), ФГБУН Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук, главный научный сотрудник лаборатории прикладной и вычислительной гидродинамики, – дали положительные отзывы на диссертацию Шефера Ильи Александровича.

Ведущая организация:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет» (ЮФУ), г. Ростов-на-Дону, в своем положительном заключении, подписанном Цибулиным Вячеславом Георгиевичем - д.ф.-м.н., заведующим кафедрой теоретической и компьютерной гидроаэродинамики Института математики, механики и компьютерных наук им. И. И. Воровича ЮФУ, указала, что «Полученные результаты вносят вклад в теорию конвективной устойчивости, в теоретические основы экспериментальных методов исследования испарительной конвекции... С практической точки зрения полученные результаты могут быть использованы при разработке теплофизических экспериментов, связанных с изучением неізотермических течений жидкостей с испарением, индуцированным продувом газа, и определении методов управления конвективными течениями при разработке методик термического осушения и нанесения покрытий».

Соискатель имеет 27 опубликованных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, опубликовано 8 работ, общим объемом 101 страница. Вклад автора состоял в реализации аналитических и численных методов, используемых при решении обозначенных в диссертации задач, анализе и интерпретации результатов, подготовке текста статей для публикаций. В диссертации недостоверных сведений об опубликованных соискателем ученой степени работах не содержится.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации Шефера Ильи Александровича:

1. Шефер И. А. Влияние геометрии системы на устойчивость течения испаряющейся жидкости // Прикладная математика и механика. – 2018. – Т. 82, № 2. – С. 207–218. (Из перечня ВАК)

2. Bekezhanova V. B., Shefer I. A. Influence of gravity on the stability of evaporative convection regimes // Microgravity Science and Technology. – 2018. – Vol. 30(4). – P. 543–560. (Из перечня ВАК)

3. Шефер И. А. Влияние поперечного перепада температур на устойчивость двухслойных течений жидкости с испарением // Известия РАН. Механика жидкости и газа. – 2019. – № 5. – С. 15–25. (Из перечня ВАК)

На автореферат диссертации поступило 3 отзыва. Все отзывы положительные. В отзывах отмечено, что исследование является законченным и выполнено на высоком научном уровне, тема работы является актуальной, полученные результаты обладают научной новизной и способствуют пониманию механизмов формирования неустойчивости в совместных течениях испаряющейся жидкости и спутного потока газа.

В отзыве на автореферат д.ф.-м.н. Смородина Б. Л. – профессора кафедры физики фазовых переходов ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» замечания к автореферату отсутствуют.

В отзыве на автореферат д.ф.-м.н. Шварца К. Г. – профессора кафедры прикладной математики и информатики механико-математического факультета ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» содержатся два замечания: «1. Почему не был приведен конкретный аналитический вид формулы (2) для случаев, рассматриваемых на Рис.2», «2. Каковы характерные значения чисел Прандтля, Марангони, Грасгофа и др., используются при исследовании устойчивости».

В отзыве на автореферат к.ф.-м.н. Люлина Ю. В. – доцента кафедры теоретических основ теплотехники им. М.В. Вулкановича ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» содержатся 3 замечания: «1. На стр. 10. R_g это массовый или объемный расход газа? Желательно указать единицы измерения расхода газа.», «2. Требуется пояснение в автореферате, что за жидкость HFE-7100», «3. На стр. 17 раздел 4.1 необходимо пояснить, что понимается под влиянием геометрии системы? Изменялись только высоты каналов жидкости газа?».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой квалификацией в областях науки, непосредственно связанных с темой диссертации. Ведущая организация является одним из лидеров в области математической гидродинамики, известна своими исследованиями по спектральной теории линейных операторов и их приложениям к изучению устойчивости движений вязкой жидкости, асимптотическому и численному анализу решений различных гидродинамических систем. В ней работают специалисты (д.ф.-м.н. Батищев В. А., д.ф.-м.н. Куракин Л. Г., д.ф.-м.н. Жуков М. Ю., д.ф.-м.н. Моргулис А. Б. и др.), которые могут дать всестороннюю и

полную оценку научной и практической значимости полученных в диссертации результатов. Официальные оппоненты являются признанными специалистами в области механики жидкости и газа и плазмы, в частности, д.ф.-м.н. Демин В. А. – в вопросах конвективной устойчивости и динамики многокомпонентных систем, чл.-корр. РАН д.ф.-м.н. профессор Пухначев В. В. – математического моделирования процессов гидродинамики и тепломассообмена и построения точных решений. Оппоненты имеют научные работы в области, изучению которой посвящена диссертационная работа, опубликованные в рецензируемых научных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований испарительной конвекции впервые на основе частично-инвариантных точных решений проведено систематическое изучение характеристик конвективных режимов в двухфазных системах жидкость – газ, возникающих в условиях диффузионного испарения, во всем пространстве параметров соответствующих задач. С использованием строгих математических методов впервые проведено исследование линейной устойчивости течений с однородным испарением в горизонтальных каналах относительно плоских и пространственных возмущений, установлен преимущественно колебательный характер возникающих возмущений, отмечено стабилизирующее влияние деформируемости межфазной границы.

Теоретическая значимость работы состоит в том, что проведенные исследования позволили установить и описать типичные режимы испарительной конвекции в двухфазной системе жидкость – газ, наблюдаемые в экспериментах. На основе анализа точных решений раскрыты качественные особенности влияния термокапиллярных сил, геометрии системы, величины гравитационного ускорения, скорости прокачки газа, деформируемости границы раздела на характеристики устойчивости двухслойных течений с диффузионным испарением. Построено новое аналитическое решение задачи испарительной конвекции, учитывающее неоднородный характер испарения на межфазной границе. Получены теоретические данные, свидетельствующие о необходимости учета эффекта термодиффузии в определяющих уравнениях и граничных условиях для адекватного описания совместного течения испаряющейся жидкости и спутного потока газа.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что полученные на основе точных решений результаты могут быть использованы при разработке теплофизических экспериментов, связанных с изучением характеристик тепломассообмена при испарении, вызванном прокачкой газа, а также при

апробации и совершенствовании методик термического осушения и нанесения покрытий. В рамках теории устойчивости получены качественно новые данные о возможности стабилизации течений испаряющейся жидкости, увлекаемой спутным газовым потоком. Полученные точные решения могут быть использованы для восстановления значений параметров Соре и Дюфура, коэффициента концентрационного расширения плотности газа, отсутствующих в справочной литературе. Представленные в диссертационной работе результаты могут найти применение в научных и образовательных учреждениях, выполняющих исследования по данной теме, таких как ФГБУН Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук, ФГБУН Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук, ФГБОУ ВО Национальный исследовательский университет "МЭИ" и других организациях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что результаты, полученные на основе корректно сформулированных постановок краевых задач в рамках двусторонней модели испарительной конвекции, являются обоснованными, и получены с использованием строгих математических методов качественной теории дифференциальных уравнений и теории устойчивости с применением апробированных численных методов с контролем точности. Корректность результатов подтверждается сравнением с теоретическими результатами, полученными другими авторами для предельных случаев, и экспериментальными данными. Приведенные в диссертации результаты получили достаточную апробацию на российских и международных конференциях, опубликованы в ведущих научных изданиях.

Личный вклад соискателя состоит в том, что соискателем лично выполнена реализация численного метода решения задачи об устойчивости двухслойного течения. Соискателю принадлежат результаты расчётов спектральной задачи, анализ режимов течений и типов неустойчивости, анализ влияния термодиффузионного эффекта на параметры возникающих конвективных режимов. Постановка задач исследования, выбор методики их решения и интерпретация результатов проведены соискателем совместно с научным руководителем д.ф.-м.н. Бекежановой В. Б.

Диссертационным советом 24.1.129.01 сделан вывод о том, что диссертация Шефера Ильи Александровича представляет собой научно-квалификационную работу, в которой решена задача о теоретическом исследовании устойчивости двухслойных течений в горизонтальном канале при диффузионном испарении, имеющая существенное значение для развития теории конвекции и механики многофазных систем. Представленная

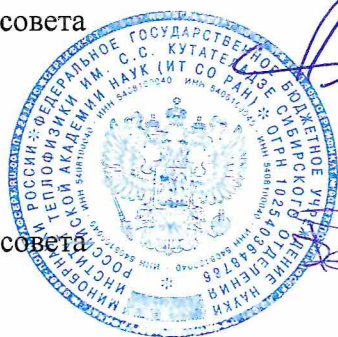
диссертационная работа соответствует критериям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013.

На заседании 31 мая 2023 года диссертационный совет 24.1.129.01 принял решение присудить Шеферу Илье Александровичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по профилю специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы, участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали за присуждение ученой степени – 13, против – 2, недействительных бюллетеней – 4.

Председатель
диссертационного совета
академик РАН

Ученый секретарь
диссертационного совета
профессор РАН



Алексеев Сергей Владимирович

Терехов Владимир Викторович

31 мая 2023 года