

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.053.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С.
КУТАТЕЛАДЗЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК, ВЕДОМСТВЕННАЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ
МИНОБРНАУКИ РОССИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 20.02.2019 г. № 4/2019

О присуждении Пильнику Андрею Александровичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Кинетика кристаллизации и кавитации расплавов при больших отклонениях от равновесия» по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника принята к защите 05.12.2018 г., протокол № 12-1/2018, диссертационным советом Д 003.053.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН), ведомственная принадлежность МИНОБРНАУКИ России, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 1, приказ о создании диссертационного совета №105/НК от 11.04.2012 года.

Соискатель, Пильник Андрей Александрович, 1989 года рождения, на момент защиты диссертации работает в должности младшего научного сотрудника в ИТ СО РАН. В 2013 г. соискатель окончил магистратуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Новосибирского государственного университета» (НГУ) по направлению «физика», в 2017 г. окончил очную аспирантуру ИТ СО РАН по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника. Диссертация выполнена в Лаборатории процессов переноса Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук. Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор РАН Чернов Андрей Александрович, вед. научный сотрудник Лаб. 1.1 ИТ СО РАН.

Официальные оппоненты: Черепанов Анатолий Николаевич, д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН и Шагапов Владислав Шайхулагзамович, д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник Института механики им. Р.Р. Мавлютова – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского

федерального исследовательского центра РАН дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБУН Институт теплофизики Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, в своём положительном заключении, подписанном Ковердой Владимиром Петровичем, д.ф.-м.н., член-корреспондентом РАН, заведующим Лабораторией фазовых переходов и неравновесных процессов ФГБУН Института теплофизики УрО РАН указала, что «Модельные представления о кинетике затвердевания переохлаждённых расплавов могут служить основой прогнозирования в энергетике, металлургии, микроэлектронике, в современных технологиях получения новых перспективных материалов, обладающих уникальными физико-химическими свойствами: аморфных, микро- и нанокристаллических и т.п. Результаты исследования кавитационных процессов в жидкостях могут быть использованы не только при моделировании природных явлений, но и в различного рода технологических процессах, связанных с переходными режимами работы энергетических установок при сбросе давления, химическими технологиями и т.д.», «Полученные в диссертационной работе результаты могут быть рекомендованы для использования в организациях: ИТ СО РАН, ИТПМ СО РАН, ИГиЛ СО РАН, ИФПМ СО РАН, ИТ УрО РАН, ИМЕТ РАН, ОИВТ РАН, НГУ, МГУ, МГТУ, МЭИ и др.».

Соискатель имеет 27 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 18 работ, из них в изданиях, рекомендованных ВАК - 12 работ (содержат в сумме 87 страниц). Вклад автора состоит в постановке задач, теоретическом анализе, проведении численных расчетов, обработке и анализе полученных данных, а также подготовке результатов исследований к публикации.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

[1] Gas nucleus growth in high-viscosity liquid under strongly non-equilibrium conditions / A. A. Chernov, A. A. Pil'nik, M. N. Davydov et al. // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2018. Vol. 123. P. 1101–1108.

[2] Chernov A. A., Pil'nik A. A. Gas segregation during crystallization process // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2018. Vol. 119. P. 963–969.

[3] Чернов А. А., Пильник А. А. Механизм роста кристаллического зародыша в переохлажденном расплаве при больших отклонениях от равновесия // Письма в ЖЭТФ. 2015. Т. 102, № 8. С. 591–595.

[4] Chernov A. A., Pil'nik A. A. Melt cavitation at its volumetric crystallization // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2012. Vol. 55, no. 1–3. P. 294–301.

На автореферат диссертации поступило 5 отзывов. Все отзывы положительные, из них 3 содержат замечания. В отзывах отмечено, что диссертация выполнена на высоком научном уровне, тема исследования является актуальной, результаты работы имеют теоретическую и практическую значимость

и являются полезными для понимания кинетики кристаллизации и кавитации расплавов при больших отклонениях от равновесия.

В отзыве д.ф.-м.н. Исаева С.А., профессора, зав. лаб. фундаментальных исследований Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации, содержится одно замечание: «Не указаны пределы применимости теоретических разработок».

В отзыве к.т.н. Левина Анатолия Алексеевича, зав. лаб. динамики парогенерирующих систем института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, содержится одно пожелание: «В качестве исследуемых веществ были рассмотрены чистые металлы (алюминий, медь и никель), но большой интерес вызвали бы также сплавы металлов (нейзильбер, сталь и др.)».

В отзыве д.ф.-м.н. Губайдуллина Амира Анваровича, профессора, директора Тюменского филиала ФГБУН Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН замечаний нет.

В отзыве д.х.н. Сачкова Виктора Ивановича, доцента, зав. лаб. химических технологий Научного управления ТГУ замечаний нет.

В отзыве д.ф.-м.н. Щёкина Александра Кимовича, профессора, чл.-кор. РАН, зав. кафедрой статистической физики, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» содержатся 2 замечания: «1. Проверялось ли записанное на с.18 приближенное (а не аналитическое, как утверждает автор) решение для концентрационного поля подстановкой в уравнение диффузии? Удовлетворяет ли оно закону сохранения вещества (т.е., сколько поступило в пузырьёк, столько же и ушло из расплава). Нет ссылок на работы предшественников, 2. Мне кажется, что на с. 20 перед обсуждением П4.2 асимптотики концентраций перепутаны местами».

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что д.ф.-м.н. Черепанов А.Н. является известным специалистом в области теплофизики и физики процессов кристаллизации металлов и сплавов. Д.ф.-м.н. Шагапов В.Ш. является известным специалистом в области теории фазовых переходов и тепломассообмена. В частности, он является специалистом в области моделирования динамики пузырьков в различных средах. Большой накопленный оппонентами Черепановым А.Н. и Шагаповым В.Ш. опыт позволяет провести критическую оценку диссертационной работы Пильника А.А. Выбор ведущей организации обоснован тем, что специализация организации включает изучение фазовых переходов и теории метастабильных состояний. Её сотрудники д.ф.-м.н., член-корреспондент РАН, Коверда В.П., д.ф.-м.н. Файзуллин М.З. и др. - являются признанными специалистами в области кристаллизации переохлаждённых жидкостей и могут дать полноценную экспертную оценку научной и практической значимости результатов работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований было найдено новое аналитическое решение задачи

роста сферического кристалла при больших отклонениях от равновесия. Исследовано влияние усадки вещества на скорость роста кристалла. Построена замкнутая система интегро-дифференциальных уравнений, полностью описывающая кинетику объёмной кристаллизации переохлаждённого расплава, получено новое аналитическое решение задачи объёмной кристаллизации. Впервые построена кинетическая модель кавитации расплава при его объёмной кристаллизации, обусловленной усадкой вещества в процессе затвердевания. Получено новое аналитическое решение задачи о сегрегации растворённого в расплаве газа при его кристаллизации, справедливое для произвольной скорости роста кристалла и учитывающее усадку вещества. Получено новое интегро-дифференциальное уравнение, описывающее рост пузырька в высоковязкой газонасыщенной жидкости. Получено новое аналитическое решение задачи о нуклеации и росте зародышей кавитации в газонасыщенном магматическом расплаве.

Теоретическая значимость работы обоснована тем, что полученные в работе решения расширяют область применимости существующих решений т.к. они могут быть использованы в условиях сильной нестационарности процесса, в том числе и при больших отклонениях от равновесия. Полученные в работе аналитические решения и модели корректно учитывают эффект усадки вещества при его затвердевании.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что рассматриваемые в работе процессы присутствуют как в природе, так и в технике. Полученные в работе решения задач объёмной кристаллизации и сегрегации могут служить основой для прогнозирования свойств материалов, полученных методом сверхбыстрой закалки из жидкого состояния (размера кристаллитов, пористости и т.д.). Результаты, полученные при исследовании процесса дегазации высоковязкого газонасыщенного расплава, могут быть использованы при моделировании таких природных явлений, как вулканические и гейзерные извержения. Полученные в диссертации результаты могут быть использованы в: ИТ СО РАН, ИТПМ СО РАН, ИГиЛ СО РАН, ИФПМ СО РАН, ИТ УрО РАН, ИМЕТ РАН, ОИВТ РАН, НГУ, МГУ, МГТУ, МЭИ.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что представленные модели объёмной кристаллизации и кавитации построены на базе достоверных предположений о понижении степени метастабильности системы в процессе фазового перехода. Точные аналитические решения основываются на строгих математических выкладках и являются верными. Полученные результаты хорошо согласуются с литературными теоретическими результатами других авторов в области их применения. Установлено количественное совпадение полученных результатов с достоверными экспериментальными данными.

Личный вклад соискателя состоит в получении новых аналитических решений и асимптотических приближений, участии в построении и модернизации

математических моделей исследуемых процессов. При участии автора были подготовлены все публикации по выполненной работе. Постановка задач исследования и выбор методов нахождения решений осуществлены соискателем совместно с научным руководителем д.ф.-м.н. А.А. Черновым. Все численные расчёты, приведённые в диссертации, выполнены лично автором.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация Пильника Андрея Александровича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований процессов кристаллизации и кавитации расплавов при больших отклонениях от равновесия разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в теории неоднородных систем с неравновесным фазовым переходом, и соответствует критериям п.9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ №842 от 29.04.2013 г.

На заседании 20.02.2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Пильнику Андрею Александровичу учёную степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - «20», против - «0», недействительных бюллетеней - «0».

Председатель
диссертационного совета
д.ф.-м.н., академик РАН

Алексеев Сергей Владимирович

Ученый секретарь
диссертационного
совета д.ф.-м.н.,
профессор

Кузнецов Владимир Васильевич



«20» февраля 2019 г.