

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

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 23.12.2020 г. № 12/2020

О присуждении Сердюкову Владимиру Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Экспериментальное исследование микрохарактеристик и теплообмена при кипении жидкостей в условиях различных давлений» по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника, принята к защите 21.10.2020 г. (протокол заседания №7-2/2020) диссертационным советом Д 003.053.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН), 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, д. 1, приказ о создании диссертационного совета № 105/НК от 11.04.2012 г.

Соискатель Сердюков Владимир Сергеевич, 1991 года рождения, на момент защиты диссертации работает в должности инженера-исследователя в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН). В 2019 году Сердюков Владимир Сергеевич окончил очную аспирантуру ИТ СО РАН по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

Диссертация выполнена в научно-исследовательской лаборатории низкотемпературной теплофизики ИТ СО РАН. Научный руководитель – член-корреспондент Российской академии наук, доктор физико-математических наук Павленко Александр Николаевич работает в должности заведующего лабораторией в ИТ СО РАН.

Официальные оппоненты: д.ф.-м.н. Скрипов Павел Владимирович, ведущий научный сотрудник лаборатории быстропротекающих процессов и физики кипения в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте теплофизики Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург; д.ф.-м.н., профессор Стрижак Павел Александрович, профессор Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», г. Казань, в своем положительном заключении, подписанном д.т.н., профессором, академиком АН Республики Татарстан, заведующим кафедрой теплотехники и энергетического машиностроения КНИТУ-КАИ Гортышовым Юрием Федоровичем и д.т.н., профессором, членом-корреспондентом АН Республики Татарстан, профессором кафедры теплотехники и энергетического машиностроения КНИТУ-КАИ Поповым Игорем Александровичем, указала, что «В исследованиях получена новая и важная экспериментальная информация для разработки теоретически обоснованных подходов описания основных локальных характеристик процесса кипения, включая эволюцию различных областей теплообмена под паровым пузырем, плотность центров парообразования, отрывной диаметр пузырей, частоту зародышеобразования. Полученные опытные данные по интенсивности локальной и интегральной теплоотдачи крайне важны для создания новых моделей описания теплообмена

при кипении жидкости на поверхностях с различными параметрами шероховатости. ... Результаты диссертации целесообразно рекомендовать для использования в ФГБОУ ВПО НИЯУ МИФИ, Акционерном обществе «Государственный научный центр Российской Федерации – Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского», ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Научно-исследовательский институт электронного специального технологического оборудования (НИИ ЭСТО, г. Зеленоград), ФГБУН Институт высоких температур РАН (ОИВТ РАН), Национальном исследовательском университете «Московский энергетический институт» (ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»), ФГБУН Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (ИБРАЕ РАН), ФГБУН Институт теплофизики С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН), ФГБУН Институт теплофизики Уральского отделения Российской академии наук (ИТФ УрО РАН), в профильных отраслевых НИИ и предприятиях электронной промышленности, атомной энергетики, в центрах по разработке оборудования для космической отрасли».

Соискатель имеет 78 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 40 работ, из них 11 работ (общим объемом 94 стр.) в изданиях, рекомендованных ВАК. Вклад автора состоял в подготовке и проведении всех представленных в работах экспериментов, анализе и интерпретации результатов, подготовке текста статей для публикаций.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Surtaev A.S., Serdyukov V.S., Malakhov I.P. Effect of subatmospheric pressures on heat transfer, vapor bubbles and dry spots evolution during water boiling // *Experimental Thermal and Fluid Science*. – 2020. – V. 112. – P. 109974.
2. Serdyukov V.S., Ivan Malakhov I.P., Anton Surtaev A.S. High-speed visualization and image processing of sub-atmospheric water boiling on a transparent heater // *Journal of Visualization*. – 2020. – V. 23, № 5. – P. 873–884.

3. Сердюков В.С., Малахов И.П., Суртаев А.С. Исследование особенностей динамики парообразования при кипении жидкости в области субатмосферных давлений // Теплофизика и Аэромеханика. – 2019. – Т. 26. – № 4 – С. 667 – 670.
4. Surtaev A.S., Serdyukov V.S., Zhou J., Pavlenko A.N., Tumanov V.V. An experimental study of vapor bubbles dynamics at water and ethanol pool boiling at low and high heat fluxes // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2018. – V. 126PB. – P. 297-311.
5. Сердюков В.С., Суртаев А.С., Павленко А.Н., Чернявский А.Н. Исследование локального теплообмена в окрестности контактной линии под паровыми пузырями при кипении жидкостей // Теплофизика Высоких Температур. – 2018. – Т. 56. – № 4. – С. 561 – 567.

На автореферат поступило семь отзывов. Все отзывы положительные, некоторые содержат замечания. В отзывах отмечено, что диссертация выполнена на высоком научном уровне, тема исследования является актуальной, результаты работы имеют высокую теоретическую, научную и практическую значимость, наиболее значительным является детальное экспериментальное изучение динамики тройной контактной линии при кипении жидкости в условиях различных давлений.

Отзыв на автореферат директора НОЦ «Теплофизика в энергетике» СПбПУ, профессора Высшей школы атомной и тепловой энергетики СПбПУ, д.т.н. Сапожникова Сергея Захаровича содержит три замечания: «1. Местная плотность теплового потока определялась на основании решения краевой задачи теплопроводности с достаточно искусственными условиями. Следовало бы использовать для контроля прямую теплотрию – хотя бы в тестовых опытах. 2. В автореферате имеется ссылка на раздел диссертации 2.4, посвященный расчёту неопределенностей, но значения этих величин не приводятся. 3. Материал изложен тяжеловесно. Присутствуют, начиная с заглавия работы, стилистические огрехи».

Отзыв на автореферат директора института тепловой и атомной энергетики НИУ МЭИ, чл.-корр. РАН, д.т.н. Дедова Алексея Викторовича

содержит три замечания: «1. В уравнениях (1), (2) и (3) используются противоречивые индексы в обозначении плотности материала – «ж», «с», «ИТО». 2. Автором обнаружены существенные различия в процессах парообразования воды и этанола. Следует ли из этого необходимость разработки индивидуальных моделей кипения для каждой жидкости? 3. В автореферате нет указаний, насколько полученные результаты можно относить к условиям кипения на реальных теплообменных поверхностях».

Отзыв на автореферат главного научного сотрудника Лаборатории теплообмена в энергетических установках ОИВТ РАН, д.т.н. Зейгарника Юрия Альбертовича и старшего научного сотрудника Лаборатории теплообмена в энергетических установках ОИВТ РАН, к.т.н. Васильева Николая Викторовича содержит два замечания: «1. На стр. 15 автореферата говорится, что «при кипении воды время полного испарения микрослоя варьируется в диапазоне $t/t_{omp} = 0.4-0.5$, а внешний диаметр пузыря достигает своего максимального размера уже при $t/t_{omp} = 0.3-0.4$ ». Отсюда не совсем понятно, почему на протяжении $t/t_{omp} \approx 0.1$ микрослой продолжает испаряться, а паровой пузырь сохраняет свой размер. 2. По методическим соображениям эксперименты проводились на очень тонкой тепловыделяющей пластине, которая обладает резко отличающейся тепловой инерционностью от реальных теплоотдающих поверхностей. Следовало бы сделать определенные оговорки относительно возможности переноса полученных результатов на реальные условия».

Отзыв на автореферат главного научного сотрудника Лаборатории пористых сред Института тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси, д.т.н., профессора Васильева Леонарда Леонидовича замечаний не содержит.

Отзыв на автореферат главного научного сотрудника ИСЭМ СО РАН, д.т.н. Таирова Эмира Асгадовича и ведущего научного сотрудника ИСЭМ СО РАН, к.т.н. Левина Анатолия Алексеевича замечаний не содержит.

Отзыв на автореферат старшего научного сотрудника Лаборатории криогеники и энергетики ИТФ УрО РАН, к.т.н. Гасанова Байрамали Мехрали оглы и директора ИТФ УрО РАН, к.ф.-м.н. Виноградова Андрея Владимировича замечаний не содержит.

Отзыв на автореферат старшего научного сотрудника кафедры инженерной теплофизики НИУ МЭИ, к.т.н. Забирова Арслана Руслановича содержит следующее замечание: «... возникает вопрос, о том, как полученные в экспериментах результаты соответствуют процессу кипения на реальных технических поверхностях, шероховатость которых на порядки выше?».

Выбор официальных оппонентов обосновывается высокой квалификацией специалистов, наличием публикаций, соответствующих тематике диссертации, способностью определить научную и практическую ценность диссертационной работы. Ведущий научный сотрудник, д.ф.-м.н. Скрипов П.В. является одним из ведущих специалистов в области кипения жидкости. Одним из основных направлений работы профессора, д.ф.-м.н. Стрижака П.А. является экспериментальное исследование особенностей тепло- и массопереноса при фазовых превращениях.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что сотрудники Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева-КАИ имеют большой опыт изучения вопросов, связанных с кипением жидкости в различных гидродинамических условиях, д.т.н. Гортышов Ю.Ф. и д.т.н. Попов И.А., являются признанными специалистами в областях науки, связанных с темой диссертации, а именно теплофизикой и теплоэнергетикой. Благодаря своей квалификации они могут дать обоснованную экспертную оценку достоверности, новизны, научной и практической значимости результатов работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основе выполненных соискателем исследований получены и обобщены новые экспериментальные данные о локальных и интегральных характеристиках теплообмена

при кипении жидкости и их взаимосвязи в широком диапазоне изменения тепловых нагрузок и давлений.

Теоретическая значимость работы обоснована тем, что полученные в ней зависимости важны для разработки комплексных подходов к описанию основных локальных характеристик процесса кипения. Полученные опытные данные по интенсивности локальной и интегральной теплоотдачи важны для создания новых моделей описания теплообмена при кипении жидкости на поверхностях с различными параметрами шероховатости. Также полученная информация по динамике парообразования в области развитого пузырькового кипения вплоть до развития кризисных явлений может быть использована при теоретическом описании физических процессов при пузырьковом кипении жидкостей.

Значение полученных результатов исследования для практики подтверждается тем, что они необходимы для определения безопасных и устойчивых режимов работы систем термостабилизации, в т.ч. применяемых для охлаждения устройств микроэлектроники, что позволяет еще на стадии проектирования прогнозировать функциональность, транспортные и термодинамические характеристики. Результаты, представленные в диссертации, могут быть использованы в российских образовательных и научных организациях, проводящих исследования в области кипения жидкости: ОИВТ РАН, МЭИ, НИЯУ МИФИ, ИТФ УрО РАН, ИСЭМ СО РАН и др.

Оценка достоверности результатов исследований выявила, что в работе использовались апробированные экспериментальные методы и научное оборудование, соответствующие поставленным задачам, проводились статистическая обработка данных и оценка неопределенности измерений, контролировалась воспроизводимость результатов в пределах доверительных интервалов, что свидетельствует о достоверности результатов.

Личный вклад Сердюкова Владимира Сергеевича состоял в его непосредственном участии в создании экспериментальной установки и разработке конструкции рабочих участков, проведении всех экспериментов,

обработке, анализе и интерпретации полученных данных. Основные научные результаты и выводы, включенные в диссертацию и выносимые на защиту, получены соискателем лично.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация Сердюкова Владимира Сергеевича представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержатся имеющие теоретическую и практическую ценность результаты комплексного экспериментального исследования локальных и интегральных характеристик теплообмена при пузырьковом кипении жидкостей при различных давлениях, включая эволюцию тройной контактной линии в основании паровых пузырей. Представленная диссертационная работа соответствует критериям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013.

На заседании 23 декабря 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Сердюкову Владимиру Сергеевичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, в том числе 10 человек присутствовали лично и 8 человек в удаленном интерактивном режиме, из них 6 докторов наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 18, против 0, воздержался 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



«25» декабря 2020 г.