

**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, МИНИСТЕРСТВО
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 11.11.2020 г. № 8/2020

О присуждении Виноградову Андрею Владимировичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Неравновесные процессы распада метастабильных состояний при кипении и образовании газовых гидратов» по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника принята к защите 16 января 2020 г., протокол № 1-1/2020 диссертационным советом Д 003.053.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 630090, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 1; утвержденным приказом Рособрнадзора от 11.04.2012 № 105/нк в количестве 26 человек на срок до окончания действия номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25.02.2009 г. № 59.

Соискатель, Виноградов Андрей Владимирович, 1979 года рождения, в 2005 г. защитил диссертацию на соискание кандидата физико-математических наук на тему «Динамика флуктуаций в кризисных и

переходных режимах кипения» в диссертационном совете, созданном при ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет – УПИ», работает в должности директора в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте теплофизики Уральского отделения Российской академии наук. Диссертация выполнена в лаборатории фазовых переходов и неравновесных процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики Уральского отделения Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

Мусакаев Наиль Габсалямович – д.ф.-м.н., профессор, Тюменский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук, заместитель директора по научной работе; Таиров Эмир Асгадович – д.т.н., доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, главный научный сотрудник Отдела тепловых систем; Чернов Андрей Александрович – д.ф.-м.н., профессор РАН, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории синтеза новых материалов, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Объединенный институт высоких температур Российской академии наук, г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном Власкиным М.С., к.т.н., заведующим лабораторией 9.2 ОИВТ РАН, и Зейгарником Ю.А., д.т.н., главным научным сотрудником лаборатории 10.2 ОИВТ РАН, указала, что диссертация Виноградова А.В. полностью отвечает требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени доктора

наук, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

Соискатель имеет 100 опубликованных работ, все из них по теме диссертации, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 38 из них из перечня ВАК – 36 общим объемом 254 стр. Недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют. Вклад автора состоит в постановке задач, проведении экспериментов, обработке и анализе полученных экспериментальных данных, подготовке публикаций. Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Скоков В.Н., Решетников А.В., Коверда В.П., Виноградов А.В. $1/f$ шум при взаимодействии фазовых переходов // Теплофизика высоких температур. 2001. Т. 39. Вып. 2. С. 316-321.
2. Skokov V.N., Koverda V.P., Reshetnikov A.V., Skripov V.P., Mazheiko N.A., and Vinogradov A.V. $1/f$ noise and self-organized criticality in crisis regimes of heat and mass transfer // International Journal of Heat and Mass Transfer. May 2003. V. 46. N. 10. P. 1879-1883.
3. Faizullin, M.Z. Formation of clathrate hydrates under crystallization of gas-saturated amorphous ice / M.Z. Faizullin, A.V. Vinogradov, V.P. Koverda // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2013. V. 65. P. 649-654.
4. Файзуллин М.З., Виноградов А.В., Коверда В.П. Свойства газовых гидратов, полученных неравновесной конденсацией молекулярных пучков // Теплофизика высоких температур. 2014. Т. 52. № 6. С. 852-862.
5. Скоков В.Н., Виноградов А.В., Решетников А.В., Коверда В.П. Стохастический резонанс в кризисном режиме кипения при периодическом тепловыделении // Теплофизика высоких температур. 2016. Т. 54. № 3. С. 366-370.
6. Faizullin M.Z., Vinogradov A.V., Tomin A.S., Koverda V.P. Nonstationary nucleation (explosive crystallization) in layers of amorphous ice prepared by low-

temperature condensation of supersonic molecular beams // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2017. V. 108. P.1292-1296.

7. Faizullin M.Z., Vinogradov A.V., Tomin A.S., Koverda V.P. Kinetics of decay of highly non-equilibrium metastable states of gassaturated amorphous ice in the presence of artificially introduced crystal centers // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2019. V. 143. P.1185-1192.

На автореферат поступило 9 отзывов. Все отзывы положительные, некоторые содержат замечания. В отзывах отмечается новизна, научная и практическая значимость, достоверность полученных результатов, актуальность направления исследований.

Отзыв Фисенко Сергея Павловича – д.ф.-м.н., главного научного сотрудника лаборатории теории переноса Государственного научного учреждения «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова» Национальной академии наук Беларуси, содержит следующие замечания:

1. Не указаны характерные размеры пор на льду, образовавшихся при быстром осаждении паров воды на охлажденной жидким азотом подложке.
2. Неясно, насколько равномерно распределялись поры по толщине образовавшегося льда.
3. Не приведена эффективная теплопроводность льда, содержащего природный газ.

Отзыв Волкова Николая Борисовича – д.ф.-м.н., главного научного сотрудника лаборатории нелинейной динамики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института электрофизики Уральского отделения Российской академии наук и Болтачева Грея Шамилевича – д.ф.-м.н., ведущего научного сотрудника лаборатории комплексных электрофизических исследований Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института электрофизики Уральского отделения Российской академии наук содержит следующие замечания:

1. Из автореферата неясно, как проявляется специфика конкретных систем в рамках общего теоретического описания, например, какие параметры порядка системы (1) на стр.15 автореферата отвечают за эту специфику.
2. На рис. 4а на стр.12 автореферата приводятся спектры пульсаций кипения на проволочном нагревателе при различных значениях подводимой мощности. Однако сами эти значения отсутствуют и в подрисуночной подписи, и в тексте автореферата.
3. На стр. 21 сверху написано: «При низких температурах аморфное состояние стабилизируется высокой вязкостью и малой величиной скорости зарождения кристаллической фазы». Однако рис. 10 показывает, что скорее следовало бы написать: «При низких температурах аморфное состояние стабилизируется высокой вязкостью и малой скоростью роста кристаллической фазы».

В отзыве д.х.н., главного научного сотрудника лаборатории клатратных соединений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук Манакова Андрея Юрьевича сделаны следующие замечания:

1. На стр.5 автор утверждает: «Но, хотя гидрат природного газа содержит огромные запасы энергии, его добыча является чрезвычайно сложной и практически не осуществима». Опытную добычу газа из природных газовых гидратов проводили неоднократно. Наиболее успешный двухмесячный эксперимент был проведен в 2017 г. Китае. Автору следовало бы более тщательно проверять приводимые утверждения.
2. На стр. 21 сказано: «Отмечено, что аморфный лед может содержать значительные пустоты (до $230 \text{ м}^2/\text{г}$) и образовывать водородные связи, которые исчезают после отжига в вакууме при температурах 120–140 К, когда стекло переходит в сверхпереохлажденную высоковязкую жидкую воду». Куда исчезают при этом переходе водородные связи? Представляется, что эти связи сохраняются в воде даже при комнатной температуре.

3. Есть небрежности в описании работы. Так на стр. 23, кусок текста практически дословно повторяет текст на тр. 4-5. На рис. 12 изображена не элементарная ячейка гидрата метана (она содержит 8 различных полостей) а просто фрагмент из 4-х близлежащих полостей (притом от другой структуры).

4. Использование пентана для определения объема выделяющегося из образца газа представляет собой методическую ошибку из-за высокой растворимости практически всех исследовавшихся газов в пентане. Правильнее использовать насыщенные растворы солей.

5. Мнение автора о потенциально возможном использовании использованного им метода для крупномасштабного синтеза гидратов представляется не вполне обоснованным, т.к. метод малопроизводителен и энергоемок.

В отзыве д.ф.-м.н., старшего научного сотрудника лаборатории проблем тепломассопереноса Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук Рандина Вячеслава Валерьевича – следующие замечания:

1. На рисунке 9 показана зависимость мощности пульсаций k на частоте периодического воздействия от относительной интенсивности шума σ . Сказано, что это относительные единицы, но не приведены данные относительно чего обезразмеривались эти величины.

2. На рисунке 11, где приводятся данные дифференциальной термопары, не указано относительно какой реперной точки проводились измерения температуры.

3. В главе 2.3 при описании экспериментальной установки, говорится, что был использован регулятор массового расхода газа, однако величины расхода газа приводятся объемные.

В отзыве д.т.н., академика РАН, главного научного сотрудника НИИ Механики МГУ Леонтьева Александра Ивановича замечаний нет.

В отзыве Купряжкина Анатолия Яковлевича – д.ф.-м.н., профессора, профессора кафедры технической физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» замечаний нет.

Отзыв д.ф.-м.н., старшего научного сотрудника, главного научного сотрудника лаборатории электродных процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук Галашева Александра Евгеньевича не содержит замечаний.

Отзыв Jurn W.P. Schmelzer, Dr. rer. nat. habil., Universitat Rostock Institut für Physik (доктора Йорна В.П. Шмельцера из Института физики Университета Ростoka, Германия), замечаний не содержит.

В отзыве Митякова Андрея Владимировича – д.т.н., доцента, профессора Высшей школы атомной и тепловой энергетики Института энергетики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» содержится следующее замечание: «В автореферате не представлена оценка неопределенности измерений».

Выбор официальных оппонентов обосновывается высокой квалификацией специалистов, наличием публикаций, соответствующих тематике диссертации, способностью определить научную и практическую ценность диссертации. Так, д.ф.м.н., профессор РАН Чернов А.А. является экспертом в области моделирования неравновесных процессов кристаллизации, кавитации и гидратообразования в метастабильных средах; Мусакаев Н.Г., д.ф.-м.н., профессор известный специалист в механике многофазных систем, им проведен цикл исследований по многофазному течению в каналах, открыт ряд новых физических явлений и эффектов, разработан комплекс оригинальных замкнутых математических моделей течения двухфазной смеси в нефтегазопромысловом оборудовании, кроме

того он является специалистом в области образования и разложения газовых гидратов; Таиров Э.А., д.т.н., доцент известен в области динамических процессов в парогенерирующих установках и их элементах при нормальных и аварийных режимах и двухфазных течений в зернистых средах. Выбор ведущей организации обосновывается её признанными работами в области исследования и разработки фундаментальных основ тепломассообмена при кипении и испарении. Сотрудники ОИВТ РАН Власкин М.С., к.т.н., заведующий лабораторией 9.2 ОИВТ РАН, и Зейгарник Ю.А., д.т.н., главный научный сотрудник лаборатории 10.2 ОИВТ РАН, могут дать обоснованную экспертную оценку достоверности, научной и практической значимости результатов работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем экспериментальных исследований разработан комплексный подход к изучению крупномасштабных пульсаций теплофизических параметров (температур, тепловых потоков и т.п.) в критических и переходных процессах тепломассопереноса, таких как кризисные режимы кипения, ультразвуковая кавитация жидкостей колебательные режимы горения, дуговой электрический разряд. В работе впервые исследованы сценарии возникновения флуктуационных процессов с низкочастотной расходимостью спектров мощности и показано, что такие процессы могут возникать в результате протекания в системе неравновесных фазовых переходов. Обнаружено явление стохастического резонансного отклика в переходном режиме кипения при периодическом тепловыделении. При распаде сильно метастабильных конденсатов аморфного льда и компонентов природного газа впервые получены гидраты с различной степенью заполнения клатратных полостей, исследованы температурные границы существования метастабильного состояния, влияние скорости нагрева на температуры стеклования и кристаллизации конденсатов, а также диссоциации газовых гидратов.

Теоретическая значимость работы обусловлена тем, что: разработаны методические подходы к экспериментальному исследованию экстремальных пульсаций параметров процессов (температур, тепловых потоков и т.п.) в критических и переходных режимах тепломассопереноса с фазовыми переходами. Полученные результаты развивают представление о случайных процессах в сложных статистических системах вдали от термодинамического равновесия. Разработаны методические основы перспективного метода получения гидратов компонентов природного газа при низкотемпературной конденсации молекулярных пучков.

Практическое значение результатов состоит в том, что возможность низкочастотных выбросов большой амплитуды в системах с интенсивными фазовыми переходами необходимо учитывать при прогнозировании устойчивости критических и переходных режимов теплообмена. Низкочастотная расхожимость спектров мощности в исследованных системах означает возможность крупномасштабных выбросов в системе. Полученные результаты полезны для диагностики надежной работы энергетического оборудования и прогнозирования экстремальных пульсаций тепловых потоков и температуры в предельных и критических тепловых нагрузках. Проведенное тестирование нового метода получения гидратов подтвердило его актуальность для использования при решении важных задач по разработке безопасных способов транспортировки и хранения природного газа.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что в работе использовались апробированные экспериментальные методики; надежность полученных данных подтверждается сравнением с данными других исследователей, воспроизводимостью результатов исследований, оценкой точности выполненных измерений.

Результаты, представленные в диссертационной работе, получены автором лично либо при его непосредственном участии. Вклад автора

состоит: в постановке задач, определения методов их решения, в разработке и изготовлении оригинальных экспериментальных установок, в проведении измерений, в анализе, обобщении и интерпретации полученных результатов, написании статей. Автором также лично была выполнена обработка экспериментальных данных и сделаны все численные расчеты.

На заседании 11 ноября 2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Виноградову А.В. ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, в том числе 13 человек присутствовали лично и 6 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 19, 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

12.11.2020 г.

