

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.193.01
(Д 002.110.02), СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 02.11.2022 г. № 29

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

Диссертация «Явления самоорганизации в сложных активных коллоидных системах» по специальности 1.3.14 - теплофизика и теоретическая теплотехника; принята к защите 01.08.2022 г., (протокол заседания № 16) диссертационным советом 24.1.193.01 (Д 002.110.02), созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (125412, г. Москва, Ижорская ул., д. 13, стр. 2, (495) 485-8345, jiht.ru), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 86/нк от 26.01.2022 г.

Соискатель Судаков Владимир Сергеевич 1994 года рождения, в 2018 году окончил Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский университет).

Работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории активных коллоидных систем Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физический институт имени П. Н. Лебедева Российской академии наук

В 2022 году окончил очную аспирантуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный

университет)».

Диссертация выполнена в лаборатории №17.3. – активных кулоновских систем Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук.

Научный руководитель академик РАН, профессор, доктор физико-математических наук, директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук Петров Олег Фёдорович.

Официальные оппоненты:

- доктор физико-математических наук, профессор РАН, декан механико-математического факультета Новосибирского государственного университета Марчук Игорь Владимирович;
- доктор физико-математических наук, профессор Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова Томского политехнического университета Кузнецов Гений Владимирович дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск) в своем положительном заключении, составленном заведующим лабораторией интенсификации процессов теплообмена член-корреспондентом РАН, профессором, д.ф.-м.н. Кабовым О.А. (утвержденном 12.10.2022г. и.о. директора к.ф.-м.н. Сиковским Д.Ф.) указала, что научная значимость работы определяется, в первую очередь, новизной полученных результатов практически по всем направлениям работы. Например, проведено исследование механизма движения активных капель в эмульсии при возникновении на их поверхности течения Марангони. Проанализировано движение смеси активных и пассивных капель в эмульсии. Интересны также исследования процесса кристаллизации активных капель и проведённый анализ кинетики кристаллизации и условий кристаллизации в активной эмульсии.

Результаты работы могут быть использованы в научных и научно-образовательных центрах, в частности, в Объединенном институте высоких температур РАН, Физическом институте имени П. Н. Лебедева, Московском физико-техническом институте, Институте теплофизики им. С.С. Кутателадзе (ИТ СО РАН), в Томском политехническом университете.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 6 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ, 4 тезиса в сборниках тезисов конференций:

1. Kichatov B., Korshunov A., Sudakov V., Petrov O., Gubernov V., Korshunova E., Kolobov A., and Kiverin A. Magnetic Nanomotors in Emulsions for Locomotion of Microdroplets // *ACS Appl. Mater. Interfaces*. 2022. V. 14. P. 10976–10986.
2. Kichatov B., Korshunov A., Sudakov V., Gubernov V., Golubkov A., Kiverin A. Superfast Active Droplets as Micromotors for Locomotion of Passive Droplets and Intensification of Mixing // *ACS Appl. Mater. Interfaces*. 2021. V. 13. P. 38877-38885.
3. Kichatov B., Korshunov A., Sudakov V., Gubernov V., Golubkov A., and Kiverin A. Self-Organization of Active Droplets into Vortex-like Structures // *Langmuir*. 2021. V. 37. P. 9892–9900.
4. Kichatov B., Korshunov A., Sudakov V., Yakovenko I., Kiverin A. Crystallization of active emulsion // *Langmuir*. 2021. V. 37(18). P. 5691-5698.
5. Kichatov B., Korshunov A., Sudakov V., Gubernov V., Kolobov A., Korshunova E., and Kiverin A. Oscillating Motion of Oil Droplets in the Emulsion Near the Air–Water Interface // *J. Phys. Chem. B*. 2021. V. 125(36). P. 10373–10382.
6. Kichatov B., Korshunov A., Sudakov V., Kolobov A., Gubernov V., Golubkov A., and Kiverin A. Kinetics of cluster formation in active suspension: Coarsening regime // *J. Chem. Phys.* 2020. V. 153. P. 084902.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского Сибирского отделения Российской академии наук (старший научный сотрудник лаборатории кинетики процессов горения к.ф.-м.н. Князьков Д.А.) – отзыв положительный, с замечанием: К недостатку оформления автореферата следует отнести то обстоятельство, что все выводы сделаны на качественном уровне.

2. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук (главный научный сотрудник отдела кинетики и катализа д.ф.-м.н. Медведев С.П.) – отзыв положительный, с замечаниями:

- Отсутствуют данные об использовании различных типов стабилизатора, влияющего на межфазное поверхностное натяжение;
- В автореферате нет полной информации о том, каким методом можно управлять скоростью перемещения активных капель в эмульсии.

3. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Томский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук (ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского отдела структурной макрокинетики д.т.н. Мазной А.С.) – отзыв положительный, с замечаниями:

- Автореферат в некоторых аспектах оформления не соответствует ГОСТ. В частности, ГОСТ не регламентируют делать обтекание Рисунка его подписью (Рис.1, Рис.2, Рис.3), не регламентировано использование сокращённого термина «Рис.», а также не допускается использование буквы «ё» в именовании частей рисунков;
- Имеются опiski: лишние запятые в 4-7 строках (стр. 8), «по часовой» пишется раздельно, слово «удалить» написано без мягкого знака (стр. 15) и др.;

– В тексте автореферата не дано разъяснение, почему капли октана подвержены эффекту Марангони и являются активными, а капли тридекана нет.

4. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук (заведующий лабораторией Физико-математического моделирования процессов горения д.ф.-м.н. Фурсенко Р.В.) - отзыв положительный, с замечаниями:

– В автореферате, при описании вихревого движения капель в активной эмульсии, желательно было бы представить фазовую диаграмму, демонстрирующие условия реализации того или иного режима;

– Из текста автореферата неясно, возможно ли возникновение осциллирующего движения капель в химически реагирующей эмульсии, при протекании других химических реакций.

5. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики Уральского отделения Российской академии наук (директор ИТФ УрО РАН д.ф.-м.н. Виноградов А.В.) - отзыв положительный, без замечаний

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается:

- д.ф.-м.н., профессор Кузнецов Г. В. – специалист в области теплофизики, физики горения и взрыва, механики жидкости и газа, сопряженного тепломассопереноса. В сфере науки и высшего образования Гением Владимировичем лично и коллективами исполнителей под его научным руководством решен ряд фундаментальных и прикладных задач.

1) Feoktistov D. V., Glushkov D. O., Kuznetsov G. V., Nikitin D. S., Orlova E. G., Paushkina K. K. Ignition and combustion characteristics of coalwater-oil slurry placed on modified metal surface at mixed heat transfer // Fuel Processing Technology. 2022. V. 233. P. 107291.

2) Lyulin Yu V., Kabov O. A., Kuznetsov G. V., Feoktistov D. V., Ponomarev K. O. The effect of the interface length on the evaporation rate of a horizontal liquid layer under a gas flow // *Thermophysics and Aeromechanics*. 2022. V. 27. P. 117-121.

3) Kuznetsov G. V., Feoktistov D. V., Orlova E. G., Zykov I. Y., Bartuli E., Raudenský M., Zhuikov A. V. Dynamic characteristics of water spreading over laser-textured aluminum alloy surfaces // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 2022. V. 603. P. 125253.

- д.ф.-м.н., профессор РАН Марчук И.В. – специалист в области теплофизики, механики жидкости, двухфазных потоков, автор более 140 научных работ, из них 1 глава в монографии и 6 патентов.

1) Barakhovskaia E., Marchuk I. Fin Shape Design for Stable Film-Wise Vapor Condensation in Microgravity // *Microgravity Science and Technology*. 2022. V. 34.

2) Marchuk I. V. Thermocapillary deformation of a horizontal liquid layer under flash local surface heating // *Journal of Engineering Thermophysics*. 2015. V. 24. P. 381.

3) Marchuk I. V., Cheverda V. V., Strizhak P. A., Kabov O. A. Determination of surface tension and contact angle by the axisymmetric bubble and droplet shape analysis // *Thermophysics and Aeromechanics*. 2015. V. 22. P. 297.

- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук, специализируется на проведении фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований по следующим направлениям: теория теплообмена и физическая гидрогазодинамика; теплофизические основы создания нового поколения энергетических и энергосберегающих технологий и установок; теплофизические свойства веществ; теплофизические аспекты водородной энергетики.

1. Ajaev V. S., Kabov O. A. Levitation and self-organization of droplets // *Annual*

Review of Fluid Mechanics. 2021. V. 53. P. 203-225.

2. Gatapova E. Ya., Kabov O. A., Ajaev V. S. Evaporation and interface dynamics in microregion on heated substrate of non-uniform wettability // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2019. V. 142. P. 118355.

3. Lobanov P., Pakhomov M., Terekhov V. Experimental and numerical study of the flow and heat transfer in a bubbly turbulent flow in a pipe with sudden expansion // Energies. 2019. V. 12. P 2735.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Предложен новый тип сверхбыстрой активной эмульсии, где движение капель связано с возникновением течения Марангони на межфазной поверхности капли. Такой тип активных капель может использоваться для перемещения пассивных капель и интенсификации химических процессов на микроуровне.

- Впервые показано, что ахиральные активные капли могут самоорганизоваться в хиральные вихревые структуры.

- На основе активной эмульсии впервые получен коллоидный кристалл. Установлено, что скорость роста кристалла в зависимости от скорости движения капель имеет максимум, что во многом подобно кинетике кристаллизации молекулярной жидкости, подчиняющейся закону Вильсона–Френкеля.

- Впервые продемонстрировано, что для перемещения капель в эмульсии могут использоваться магнитные наночастицы, которые диспергированы в сплошной фазе эмульсии.

- Проанализирована природа возникновения возвратно-поступательного движения капель вблизи межфазной поверхности эмульсии при протекании в ней химических реакций. Установлено, что такой тип активного движения в эмульсии возможен лишь в том случае, когда плотность капель в эмульсии превышает некоторое критическое значение.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

В диссертации на основе феноменологических представлений предложены критерии, определяющие различные режимы вихревого движения капель, разработана модель для описания кинетики роста коллоидного кристалла на основе активных капель.

Значение полученных соискателем результатов **исследования для практики подтверждается** тем, что:

Магнитные наночастицы, диспергированные в сплошной фазе эмульсии, могут быть использованы в системах, связанных с доставкой лекарств. После завершения процедуры доставки лекарств магнитные наночастицы могут быть легко удалены из организма. Полученные в работе результаты по кристаллизации в активной материи могут быть использованы при создании новых материалов, когда процесс их формирования протекает в существенно неравновесных условиях.

Оценка достоверности результатов. Представленные в диссертации результаты экспериментальных исследований с высокой точностью повторяются в многочисленных экспериментах. Научные положения и выводы, сформулированные в диссертации, подкреплены экспериментальными данными и теоретическими выкладками, которые согласуются с известными результатами других авторов.

Личный вклад соискателя. Диссертация обобщает результаты, представленные в научных публикациях автора. Вклад автора в совместно написанные работы заключается в следующем: все экспериментальные установки, используемые в работах, были разработаны и созданы лично автором; во всех экспериментах автор лично проводил экспериментальные исследования, включая отладку экспериментальных и диагностических комплексов, проведение экспериментов, обработку и анализ полученных результатов; автор участвовал в постановке научных задач, совместных обсуждениях, при подготовке рукописей к публикации.

Апробация результатов исследования проводилась на 4 всероссийских конференциях. Основные публикации по выполненной работе подготовлены

при определяющем участии автора.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Судаков Владимир Сергеевич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, привел собственную аргументацию и согласился с замечаниями.

На заседании от 02.11.2022 г. диссертационный совет постановил: за решение научной задачи, имеющей значение для развития исследований механизмов движения и коллективных явлений в активной эмульсии, присудить Судакову Владимиру Сергеевичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14 - теплофизика и теоретическая теплотехника.

При проведении тайного голосования Диссертационный совет в количестве 23 человека, из них очно: 6 докторов наук по специальности 1.3.9 – физика плазмы и 5 докторов наук по специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника, дистанционно: 3 доктора наук по специальности 1.3.9 – физика плазмы и 6 докторов наук по специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 22, против 0, недействительных бюллетеней – 1.

Зам. председателя диссертационного совета 24.1.193.01

д.ф.-м.н., профессор

Храпак А. Г.

Ученый секретарь диссертационного совета 24.1.193.01

к.ф.-м.н.

Тимофеев А. В.

02.11.2022 г.