

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 004.036.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ПЕРМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
(ФИЛИАЛ – ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД)
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК
аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 31.05.2018 № 11

О присуждении *Мошевой Елене Александровне*, гражданке России, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Конвективные процессы в зоне смешивания реагирующих жидкостей» по специальности 01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы» принята к защите 26.03.2018, протокол № 3, диссертационным советом Д 004.036.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермский федеральный исследовательский центр (филиал – Институт механики сплошных сред) Уральского отделения Российской академии наук, 614013, г. Пермь, ул. Академика Королева, д. 1, утвержденным приказом Минобрнауки России № 87/нк от 26 января 2018 г.

Соискатель Мошева Елена Александровна 1991 года рождения, в 2013 г. окончила ФГБОУ ВПО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет» по специальности «Физика» (дополнительная специальность «Информатика»), квалификация «Учитель физики и информатики». В 2017 г. окончила аспирантуру очной формы обучения в Институте механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук по научной специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы. В настоящее время работает младшим научным сотрудником лаборатории гидродинамической устойчивости ИМСС УрО РАН. Диссертация выполнена в лаборатории гидродинамической устойчивости ИМСС УрО РАН.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Мизёв Алексей Иванович, заведующий лабораторией гидродинамической устойчивости ИМСС УрО РАН.

Официальные оппоненты:

1. Ингель Лев Ханаанович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Института экспериментальной метеорологии ФГБУ НПО «Тайфун» (г. Обнинск);
2. Субботин Станислав Валерьевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории вибрационной гидромеханики ФГБОУ ВПО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет» (г. Пермь); дали положительные отзывы на диссертацию

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН», г. Новосибирск, в своем положительном заключении, составленным Ерманюком Евгением Валерьевичем, д.ф.-м.н., заведующим лабораторией экспериментальной прикладной гидродинамики; Кузнецовым Владимиром Васильевичем, д.ф.-м.н., заведующим лабораторией прикладной и вычислительной гидродинамики; Пухначевым Владиславом Васильевичем, д.ф.-м.н., чл.-корреспондентом РАН, руководителем семинара

«Прикладная гидродинамика», главным научным сотрудником лаборатории «Прикладной и вычислительной гидродинамики» и утвержденном директором ФГБУН «Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН», д.ф.-м.н. С.В. Головинным, указала, что диссертация является законченной научно-исследовательской работой в области экспериментального исследования гидродинамических течений в зоне смешивания реагирующих жидкостей, в которой решены актуальные задачи устойчивости и структурообразования в двухслойной системе смешивающихся жидкостей в условиях протекания фронтальной реакции нейтрализации, Полученные результаты имеют как практическое значение, так и фундаментальную значимость, а также высокую степень новизны и достоверности. Представленная диссертационная работа «Конвективные процессы в зоне смешивания реагирующих жидкостей» удовлетворяет критериям Положения ВАК РФ «О присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ №842 от 24.09.2013, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Мошева Елена Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Соискателем опубликовано 37 научных работ, в том числе 8 статей в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень, рекомендованный ВАК:

1. Kostarev K.G., Mizev A.I., **Mosheva E.A.** Instability of mixing zone formed at the boundary between the counter flows of two miscible liquids // Fluid Dynamics Research. 2014. V. 46, № 4. P. 041415.
2. Дёмин В.А., Костарев К.Г., Мизёв А.И., **Мошева Е.А.**, Попов Е.А. О конвективной неустойчивости встречных потоков двух взаиморастворимых жидкостей // Нелинейная динамика. 2014. Т. 10, № 2. С. 195-208.
3. Аитова Е.В., Брацун Д.А, Мизёв А.И., **Мошева Е.А.**, Костарев К.Г. Конвективная неустойчивость в двухслойной системе реагирующих жидкостей с диффузией, зависящей от концентрации компонентов // Вычислительная механика сплошных сред. 2015. Т. 8, № 4. С. 345-358.
4. Bratsun D., Kostarev K., Mizev A., **Mosheva E.** Concentration-dependent diffusion instability in reactive miscible fluids // Phys. Rev. E. 2015. V. 92. P. 011003.
5. Bratsun D.A., Stepkina O.S., Kostarev K.G., Mizev A.I., **Mosheva E.A.** Development of concentration-dependent diffusion instability in reactive miscible fluids under influence of constant or variable inertia // Microgravity Science and Technology. 2016. V. 28, № 6. P. 575-585.
6. Bratsun D., Kostarev K., Mizev A., **Mosheva E.** Shock-wave-like structures induced by an exothermic neutralization reaction in miscible fluids // Phys. Rev. E. 2017. V. 96. P. 053106.
7. Mizev A., **Mosheva E.**, Kostarev K.G., Demin V., Popov E. Stability of solutal advective flow in a horizontal shallow layer // Phys. Rev. Fluids. 2017. V. 2, № 10. P. 103903.
8. **Mosheva E.A.**, Shmyrov A.V. Effect of the universal acid-base indicator on the formation of the concentration-dependent diffusion instability // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017. V. 208, № 1. P. 012029.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: от оппонентов и ведущей организации.

1. Положительный отзыв официального оппонента Ингеля Л.Х. В отзыве представлен анализ содержания диссертации, отмечается актуальность темы диссертации; новизна, научная и практическая значимость полученных результатов; обоснованность и

достоверность научных положений, выводов и рекомендаций. Оппонент отмечает следующие замечания по диссертации и автореферату:

- Замечание о некорректности предложения о том, что необходимым условием проявления гравитационных механизмов гидродинамической неустойчивости является наличие неустойчивой стратификации жидкостей по плотности;
- При сравнении с результатами теоретических исследований не указано, как было рассчитано значение размерной критической скорости распространения фронта реакции;
- В автореферате отсутствует определение параметра δ_b , показывающего отношение коэффициентов диффузии;
- Замечание о неудачном названии величины δ_D ;
- Замечание об отсутствии пояснений к используемой терминологии типов неустойчивости двойной диффузии;
- Замечание к отдельным не удачным в литературном отношении формулировкам;
- Замечание к оформлению некоторых пунктов списка литературы.

2. Положительный отзыв официального оппонента Субботина С.В. В отзыве отмечено, что диссертация содержит новый экспериментальный материал, способствующий пониманию сложной взаимосвязи гидродинамических явлений с процессами реакции-диффузии. Оппонент отмечает следующие замечания:

- Наличие опечаток в разделе "Апробация работы" автореферата;
- Отсутствие информации о влиянии возмущений, создаваемых при удалении разграничивающей реагенты заслонки, на начальное состояние фронта реакции.
- Замечание о некорректности использования отдельных терминов;
- Замечание об отсутствии в тексте пояснений, как именно по зависимости координаты положения фронта реакции от времени оценивалась скорость распространения фронта;
- Отсутствие объяснения, почему на рис. 2.17 коэффициенты для верхней и нижней серии точек оказались одинаковыми по величине;
- Отсутствие доверительных интервалов на отдельных зависимостях (например, рис. 2.8, 2.17, 2.24, 2.27, 3.6, 3.8);
- При сравнении с результатами теоретических исследований не указано, как было рассчитано значение размерной критической скорости распространения фронта реакции;
- Замечание относительно отсутствия линий тренда на графиках, представленных на рис. 3.8, что затрудняет визуальный анализ зависимостей;
- Замечание об отсутствии сравнения полученных в диссертации результатов исследования неустойчивости концентрационно-зависимой диффузии с теоретическими исследованиями.

3. Положительный отзыв ведущей организации. В отзыве отмечается, что диссертация представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу в области экспериментального исследования устойчивости двухслойных систем смешивающихся жидкостей при протекании фронтальной реакции нейтрализации. Полученные результаты имеют как фундаментальное значение, так и существенную практическую

значимость. Ведущая организация отмечает следующие замечания:

- Замечание о неудачном представлении результатов исследования скорости распространения фронта реакции в линейном масштабе;
- Замечание к орфографии;
- Замечание к стилю изложения;
- Замечание об отсутствии в списке литературы публикации, относящейся к теме диссертации;
- В замечании даются рекомендации касательно дальнейшего развития исследования.

На автореферат поступило 7 отзывов:

1. Положительный отзыв от Гилёва В.Г., к.ф.-м.н., доцента кафедры физики фазовых переходов ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь (1 замечание);
2. Положительный отзыв от Перминова А.В., д.ф.-м.н., доцента, зав. кафедры общей физики ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь (4 замечания);
3. Положительный отзыв от Рыжкова И.И., д.ф.-м.н., ведущего научного сотрудника Института вычислительного моделирования, ФГБУН Федеральный исследовательский центр "Красноярский научный центр" СО РАН, г. Красноярск (1 замечание);
4. Положительный отзыв от Краузина П.В., к.ф.-м.н., доцента кафедры физики фазовых переходов ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь (1 замечание).
5. Положительный отзыв от Гончаровой О.Н., д.ф.-м.н., профессора кафедры дифференциальных уравнений, ФГБОУ ВО Алтайский государственный университет, г. Барнаул (без замечаний);
6. Положительный отзыв от Рожкова А.Н. д.ф.-м.н., зав. лабораторией механики сложных жидкостей, и Байдулова В.Г., к.ф.-м.н., с.н.с. лаборатории механики управляемых систем, ФГБУН Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва (1 замечание);
7. Положительный отзыв от Бердникова В.С., д.ф.-м.н., зав. лабораторией свободноконвективного теплообмена, ФГБУН Институт теплофизики СО РАН, г. Новосибирск (3 замечания).

В отзывах на автореферат содержатся следующие замечания:

- На странице 8 автореферата употребляется термин «хемоконвективное движение». Более нигде в автореферате этот термин не употребляется и не расшифровывается;
- Из текста автореферата не ясно, какое отношение безразмерный параметр K_p имеет к представленным картам режимов протекания реакции;
- В тексте автореферата не приводятся определение числа Шмидта и его значения для исследуемых систем. Поэтому остается не ясным, каким образом была построена сплошная линия на рисунке 5, характеризующая критическую скорость распространения фронта реакции;
- В тексте упоминается рисунок 12, который отсутствует в автореферате;
- Скупое для экспериментальной работы описание в автореферате экспериментальной

- установки и методик обработки данных;
- Наличие отдельных неудачных формулировок;
 - Отсутствие в тексте автореферата оценок погрешностей измеряемых величин;
 - Отсутствие теоретических исследований в работе;
 - Отсутствие в тексте автореферата информации о влиянии тепловых эффектов на формирование конвективных течений и их неустойчивости;
 - Не ясно, как получено значение размерной критической скорости распространения фронта реакции;
 - Отсутствие в тексте автореферата описания методик проведения экспериментов.

В отзывах отмечено, что диссертация является законченным исследованием и представляет научный интерес, прошла достаточную апробацию, содержит новые результаты, достоверность которых обоснована, тема работы является актуальной, результаты имеют высокую научную ценность и большое прикладное значение.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующим:

официальные оппоненты являются одними из ведущих специалистов в области физической гидродинамики, имеют большое число публикации с результатами теоретических и экспериментальных исследований различных гидродинамических систем; обладают достаточной квалификацией, позволяющей оценить новизну представленных на защиту результатов, их научную и практическую значимость, обоснованность и достоверность полученных выводов;

ведущая организация ФГБУН Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН (г. Новосибирск) является одним из ведущих научных центров в области физической гидродинамики, в институте активно ведутся фундаментальные и прикладные исследования по широкому спектру проблем физики и механики высокоэнергетических процессов, механики жидкостей и газов, механики деформируемого твердого тела.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны экспериментальная установка и методики измерений пространственно-временного распределения скорости и температуры жидкости, концентрации реагентов и продуктов реакции для комплексного исследования гидродинамических процессов в химически реагирующих средах.

предложен комплексный подход к исследованию гидродинамической неустойчивости двухслойной системы смешивающихся жидкостей в условиях фронтальной реакции нейтрализации и концентрационного адвективного течения в тонком плоском горизонтальном канале;

введен новый безразмерный критерий устойчивости двухслойной системы смешивающихся химически реагирующих жидкостей для реакций фронтального типа;

доказано существование новых типов неустойчивости и определяющая роль концентрационной зависимости коэффициента диффузии реагентов и продукта реакции в формировании обнаруженного в исследовании типа неустойчивости, относящегося к классу неустойчивостей двойной диффузии.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана необходимость учёта концентрационной зависимости коэффициента диффузии в уравнениях «реакции–диффузии–конвекции», описывающих эволюцию двухслойной системы химически реагирующих жидкостей.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов):

использован комплекс оптических полевых методов для визуализации гидродинамических, температурных и концентрационных полей, а также компьютерные методы обработки видеоизображений;

изложены критерии гидродинамической устойчивости для двухслойной системы смешивающихся жидкостей в условиях фронтальной реакции нейтрализации и концентрационного адвективного течения в тонком горизонтальном канале;

раскрыты физические механизмы взаимодействия гидродинамических и физико-химических процессов вблизи фронта реакции для двухслойных систем смешивающихся химически реагирующих жидкостей;

изучены особенности формирования различных типов неустойчивости химически реагирующих жидкостей в условиях фронтальной реакции нейтрализации.

проведена модернизация подходов к классификации возможных типов неустойчивости в двухслойной системе смешивающихся жидкостей при протекании фронтальной реакции нейтрализации.

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

разработан и внедрен модифицированный метод измерения коэффициента диффузии в жидких растворах в широком диапазоне концентраций примеси;

определены критерии выбора начальных концентраций с целью варьирования скорости протекания реакции;

создана обширная база экспериментальных данных для верификации существующих теоретических моделей и численных схем;

представлены результаты измерений зависимости коэффициента диффузии от концентрации в водных растворах ряда неорганических кислот и гидроксидов щелочных металлов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

экспериментальные исследования проведены на современном оборудовании, обеспечивающем воспроизводимость экспериментальных результатов;

идея базируется на обобщении полученных ранее результатов исследований роли химических реакций в формировании гидродинамической неустойчивости;

использованы современные методы регистрации и обработки экспериментальных данных;

установлено качественное и количественное согласие полученных данных с известными результатами теоретических и экспериментальных исследований.

Личный вклад соискателя состоит в разработке и создании экспериментальной установки и измерительных методик, проведении измерений и обработке данных, участии в интерпретации полученных результатов и подготовке статей к публикации, представлении результатов исследования на конференциях различного уровня.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи (проблемы) и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, концептуальности и взаимосвязи основных выводов.

На заседании 31 мая 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Мошовой Е.А. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человека, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, дополнительно введено на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 17, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета Д 004.036.01
д.т.н., профессор, академик РАН
Матвеевко Валерий Павлович

 / Матвеевко В.П

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 004.036.01
д.ф.-м.н., доцент
Зуев Андрей Леонидович

 / Зуев А.Л.

6 июня 2018 г.

