

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН)

Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН (ИВМ СО РАН)

Академгородок, д. 50, стр. 44, Красноярск, 660036
тел.: (391) 243-27-56, факс (391) 290-74-76
e-mail: sek@icm.krasn.ru; <http://icm.krasn.ru>
ОКПО 05057884, ОГРН 1022402133698,
ИНН/КПП 2463002263/246345005

14 11 2019 № 15303 - 21-103-15
на № _____ от _____

Отзыв на автореферат

Учёному секретарю
диссертационного совета
Д 004.036.01
А.Л. Зуеву

ул. Академика Королева, д. 1,
г. Пермь, 614013,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (филиал – Институт механики сплошных сред УрО РАН)

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кондрашова Александра Николаевича
«Динамика конвективного течения над локализованным источником тепла»
на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности
01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

Последние десятилетия отмечены качественным скачком в промышленной, лабораторной и экспериментальной гидродинамике. Это связано с бурным развитием жидкостных технологий, которые используются в разнообразных системах. Примерами могут служить системы термостабилизации с жидкостным охлаждением, технологии термического нанесения покрытий, бесконтактные измерительные методики, микрофлюидные чипы, адаптивные жидкие оптические элементы (варифокальные линзы и т.п.). Отличительной особенностью подобных систем является наличие узлов/компонентов оборудования, в которых наблюдается конвекция, возбуждаемая приложенной внешней тепловой нагрузкой. При разработке и апробации жидкостных технологий неизбежно возникает потребность в получении предварительных эффективных характеристик, оценке характера и степени влияния различных факторов, определении способов управления возникающими конвективными режимами и подавления нежелательных возмущений, вызванных тепловыми ударами. Кроме того, конвекция, индуцируемая локальным нагревом, – неотъемлемое явление в геофизических и атмосферных процессах. Диссертационная работа Кондрашова А. Н., посвящённая исследованию конвекции в жидких объёмах, подверженных внешним локальным тепловым воздействиям, на основе физических и вычислительных экспериментов, позволяет продвинуться в понимании основных механизмов и особенностей динамики тепломассопереноса. Полученные результаты имеют теоретическое и практическое значение, а актуальность проведенных исследований не подлежит сомнению.

В диссертации впервые проведён анализ гидродинамических и температурных характеристик конвективных режимов, индуцированных локальным нагревом тепловыми

элементами различной формы. На основе данных экспериментов описаны сценарии формирования конвективного факела и получены карты режимов для различных форм и размеров нагревателей в пространстве определяющих безразмерных параметров (Pr , Ra). В рамках численного моделирования получены критические значения числа Рэлея, позволяющие прогнозировать появление одиночного или раздвоенного теплового плюма. Исследованы процесс возникновения и эволюция тепловых структур в узкой вертикальной ячейке. Доказано качественное совпадение динамики процесса с результатами, полученными ранее для бесконечной области. Выведено своеобразное условие связи, позволяющее прогнозировать скорость роста конвективного факела по мощности нагревателя. На основе сравнения данных физического и численного экспериментов установлены зависимости скорости роста от геометрии задачи и условий подогрева, получена аналитическая формула для скорости роста теплового плюма в узком вертикальном слое в условиях однородного нагрева. Показана необходимость модификации традиционной математической модели для описания скорости роста возникающих тепловых структур в локально нагреваемом слое конечной толщины. Изучено влияние температурного граничного режима и геометрических параметров системы на структуру возникающих конвективных режимов в плоском вертикальном слое, получены условия смены режимов. В результате анализа условий применимости узких слоёв, находящихся под действием локальной тепловой нагрузки, для измерения конвективных ускорений, разработана и испытана лабораторная модель конвективного акселерометра. Изучена возможность его применения в качестве угломера, экспериментально исследована чувствительность датчика.

К работе имеется несколько несущественных замечаний. Из текста автореферата и диссертации остаётся неясным учитывалась ли геометрия системы, в частности, толщина жидкого слоя, при проведении исследований в главе 2. Конвективные режимы в тонких слоях могут существенно отличаться от режимов, возникающих в системах с большой толщиной жидкого слоя. Зависят ли карты режимов, представленные в диссертации, от геометрии системы? Допускаю, что построение экспериментальных карт режимов связано с какими-то конструктивными особенностями экспериментальной установки.

Верно ли выписана формула (2) в автореферате (формула (2.8) на стр. 45 в тексте диссертации)? Являются ли величины x , y , r , входящие в показатель экспоненты, размерными? Если да, то как трактовать размерный показатель степени?

Указанные замечания не влияют на качество полученных результатов, достоверность которых обеспечивается применением корректных физически обоснованных математических моделей при численном моделировании, использованием надёжного современного измерительного оборудования и экспериментальных методик, и подтверждается высокой воспроизводимостью результатов экспериментов и удовлетворительным совпадением результатов численного моделирования с экспериментальными данными и известными результатами других авторов.

Результаты диссертационной работы с достаточной полнотой опубликованы в печатных работах в высокорейтинговых рецензируемых журналах.

На основании ознакомления с авторефератом и полным текстом диссертации можно заключить, что представленная диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, которая по содержанию, качеству и научному уровню удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», предъявляемым

к кандидатским диссертациям. Автор диссертации, Кондрашов Александр Николаевич, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Заведующий отделом дифференциальных уравнений механики, д.ф.-м.н.

В.Б. Бекежанова

1. Фамилия, имя, отчество – Бекежанова Виктория Бахытовна
2. Наименование организации – Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук (ИВМ СО РАН) – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН
3. Должность, учёная степень – заведующий отделом, доктор физико-математических наук
4. Почтовый адрес – 660036, г. Красноярск, Академгородок, 50/44
5. Телефон, e-mail – 8(391)290-51-42; vbek@icm.krasn.ru

Подпись Бекежановой Виктории Бахытовны заверяю

Учёный секретарь ИВМ СО РАН

к.ф.-м.н.



А.В. Вяткин

Я, Бекежанова Виктория Бахытовна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.