

Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
**Пермский федеральный
исследовательский центр
Уральского отделения
Российской академии наук**
(ПФИЦ УрО РАН)

ул. Ленина, 13а, г. Пермь, 614990
тел. (342) 212-60-08, факс 212-93-77
E-mail: psc@permisc.ru, http://www.permisc.ru
ОКПО 48420579, ОГРН 1025900517378
ИНН 5902292103, КПП 590201001

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Пермского
федерального исследовательского центра
Уральского отделения Российской
академии наук
чл.-корр. РАН



/ О.А. Плехов
2023 г.

29.09.2023 № 17700/2171-398

на № _____ от _____
□

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

«Института механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук» – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук о диссертационной работе Кочкина Дмитрия Юрьевича «Динамика термокапиллярного разрыва тонкого слоя жидкости на горизонтальной поверхности с локальным источником тепла», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14 - Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Актуальность темы диссертации

Актуальность темы диссертации определяется недостаточной изученностью физических механизмов разрыва пленок жидкости на твердых поверхностях, а также тем, что во многих технологических процессах, включающих в себя нагрев пленок жидкости, обеспечение стабильного пленочного течения является первостепенной задачей, отвечающей за эффективность теплообмена и за корректную работу устройств в целом, и тем, что интенсификация теплообмена развивается в направлении значительного снижения толщин жидких пленок.

Научная и практическая значимость диссертационной работы состоит в том, что полученные результаты вносят вклад в дальнейшее развитие представлений о физике процесса разрыва пленок жидкости. Они важны для создания новых моделей, описывающих термокапиллярный разрыв неизотермического слоя жидкости. Полученные результаты могут использоваться при разработке различных аппаратов, характеризующихся развитием сухих пятен в тонких пленках жидкости, в частности аппаратов с локальным и неоднородным по времени тепловыделением.

Общая характеристика работы

Объем диссертации составляет 119 страниц, включая 77 рисунков и 5 таблиц. Список литературы содержит 130 наименований. Структурно диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения.

Во введении отражена актуальность исследования, сформулирована цель работы, поставлены задачи исследования, сформулированы научная новизна и практическая значимость работы и основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена анализу современного состояния работ по теме диссертации. Обсуждаются экспериментальные и теоретические работы по конвекции в тонких слоях жидкости, термокапиллярному эффекту в горизонтальных и стекающих пленках жидкости, явлении образования «остаточной» пленки в процессе термокапиллярного разрыва, разрыву изотермических и неізотермических пленок жидкости, методам измерения толщины пленок жидкости. На основании проведенного анализа делаются выводы об остающихся неизученными важных аспектах термокапиллярного разрыва пленок жидкости, об отсутствии понимания механизмов образования остаточной пленки, а также о необходимости разработки экспериментальных методов с высоким пространственным и временным разрешением.

Вторая глава посвящена описанию экспериментальной установки и методов исследования. Она содержит описание использовавшихся в работе экспериментальных стендов с кондуктивным и лазерным нагревами, методов исследования смачиваемости поверхностей, описанию использовавшихся в экспериментах рабочих жидкостей, методов визуализации деформации и разрыва горизонтального слоя жидкости и измерения локальной толщины слоя, в том числе разработке метода, позволившего измерять динамическую толщину микропленок в процессе термокапиллярного разрыва, алгоритмам автоматической обработки изображений. На основании изложенного можно сделать вывод, что диссертантом создан уникальный комплекс рабочих участков и оптического оборудования для исследований разрушения пленок жидкости в неізотермических условиях в широком диапазоне определяющих параметров.

В третьей главе представлены результаты экспериментального исследования динамики тонкого слоя жидкости с неоднородным нагревом со стороны подложки: микродеформаций свободной поверхности тонкого локально нагреваемого слоя жидкости и образования остаточной пленки в процессе термокапиллярного разрыва горизонтального слоя жидкости. Впервые обнаружены положительные деформации и валы жидкости, возникающие при неоднородном нагреве тонкого слоя жидкости со стороны подложки и установлено, что с ростом вязкости и скорости нагрева толщина остаточной пленки, образующейся в процессе термокапиллярного разрыва слоя жидкости, существенно увеличивается; обобщены данные о толщине остаточной пленки в зависимости от капиллярного числа.

В четвертой главе представлены результаты экспериментального исследования влияния шероховатости и смачиваемости подложки на процесс термокапиллярного разрыва горизонтального локально нагреваемого снизу слоя недогретой жидкости. Подтверждено, что с увеличением толщины слоя жидкости, находящегося в парогазовой среде, пороговая разность температур вдоль кюветы, необходимая для его разрыва, возрастает. Установлено, что смачиваемость подложки оказывает существенное влияние на скорость контактной линии. Данные по термокапиллярному разрыву горизонтального слоя жидкости для различных рабочих жидкостей и условий эксперимента и данные по скорости контактной линии в процессе роста сухого пятна в остаточной пленке обобщены едиными корреляционными зависимостями.

В заключении приведены основные результаты работы.

Все полученные результаты обладают научной новизной и значимостью. Особенно следует отметить результаты по исследованию движения контактной линии в процессе роста сухого пятна и по исследованию остаточной пленки.

Достоверность обеспечивается использованием современных апробированных методов, проведением калибровочных измерений, анализом погрешностей, воспроизводимостью полученных экспериментальных данных. Используемые методики предварительно тестировались, а результаты сравнивались с известными данными.

Публикации

По теме диссертации опубликовано более тридцати работ, включая 18 статей – в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК.

Соответствие автореферата диссертации.

Основные разделы работы, результаты и выводы представлены в автореферате. Автореферат соответствует содержанию диссертации и удовлетворяет требованиям ВАК.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Результаты работы могут быть рекомендованы к ознакомлению в научных подразделениях университетов (физический и механико-математический факультеты МГУ, Московский энергетический институт, МВТУ им. Баумана, Пермский государственный университет и др.), а также в академических институтах РАН (Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, Институт высоких температур РАН, Институт гидродинамики им. Лаврентьева СО РАН, Институт механики сплошных сред УрО РАН и др.).

Замечания по диссертационной работе

По содержанию работы имеются следующие замечания:

1. Явление остаточной пленки представляется важным для общего понимания механизмов и этапов разрушения тонких пленок жидкости, однако автор практически не уделяет внимания обсуждению практической важности обнаружения данного нового явления, тому, как этот факт меняет подходы к разрыву и как он должен изменить математические модели. Можно ли использовать остаточную пленку для интенсификации теплообмена?
2. Автор использует, в том числе в выводах, термин «краевой угол смачивания», который является устаревшим термином. Следуя мировой практике необходимо писать «контактный угол смачивания».
3. Таблица 2.3 со свойствами рабочих жидкостей не содержит информации о свойствах этанола, который также использовался в качестве рабочей жидкости.
4. Названия параграфов 4.2.1 и 4.2.2 имеют идентичное название.
5. В работе присутствуют стилистические неточности и опечатки.

Приведенные замечания не снижают общего положительного впечатления о работе.

Заключение

Диссертация Кочкина Дмитрия Юрьевича «Динамика термокапиллярного разрыва тонкого слоя жидкости на горизонтальной поверхности с локальным источником тепла» является законченной научно-исследовательской работой.

Содержание диссертации соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата

наук. Кочкин Дмитрий Юрьевич заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14 - Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании Научного семинара ИМСС УрО РАН 27 сентября 2023 г. (Протокол № 11/23). Присутствовало 19 человек, в том числе 6 докторов и 10 кандидатов наук. Результаты голосования: "за" - 19, "против" - 0, "воздержался" - 0.

Директор «Института механики сплошных сред
Уральского отделения Российской академии наук» –
филиала Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра
Уральского отделения Российской академии наук
доктор физико-математических наук,
Мизев Алексей Иванович


/ А.И. Мизев

Заведующий лабораторией
Вычислительной гидродинамики ИМСС УрО РАН,
Заслуженный деятель науки РФ,
доктор физико-математических наук, профессор
Любимова Татьяна Петровна


/ Т.П. Любимова

Сведения о ведущей организации:
«Институт механики сплошных сред Уральского
отделения Российской академии наук» – филиал
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Пермского федерального
исследовательского центра Уральского отделения
Российской академии наук ("ИМСС УрО РАН")

Почтовый адрес:
614013, Пермь, ул. Академика Королева, 1
тел.: +7 (342) 237 84 61;
e-mail: adm@icmm.ru
Веб-сайт: <http://www.icmm.ru>

