

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Люшнина Андрея Витальевича на тему
«Динамика ультратонкого слоя жидкости»»,
представленную на соискание ученой степени доктора физико-
математических наук по специальности
01.02.05 - механика жидкости, газа и плазмы**

Задача динамики движения и вопросы структурообразования поверхности ультратонкого слоя испаряющейся пленки жидкости на твердой горизонтальной подложке имеют большое практическое применение, а результаты используются во многих технологических процессах, как, например, при создании устойчивых наноструктур, в медицинской диагностике и при модификации структур ДНК. Макроскопические тонкие пленки, порядка 10–100 нанометров, играют важную роль в таких областях научного знания, как физика, биофизика, химия, а также находят свое применение в различных технологических приложениях. Все это позволяет говорить об актуальности выбранной тематики исследования диссертационной работы Люшнина А.В. и её практической значимости.

В первой главе диссертационной работы автор приводит обзор литературы текущего состояния для задач гидродинамики тонких жидких плёнок при воздействии на них различных внешних факторов. Рассматриваются как теоретические, так и экспериментальные работы российских и зарубежных авторов.

Во второй главе диссертационной работы проводилось исследование задачи численного моделирования динамики испарения ультратонкой пленки жидкости, лежащей на твердой подложке и ограниченной сверху свободной деформируемой границей «жидкость-газ». Впервые, численно, исследовано уравнение эволюции в трехмерном виде и обнаружен пальцеобразный тип неустойчивости для фронта испаряющейся жидкости при малых значениях безразмерного числа испарения.

В третьей главе исследовано влияние зависимости коэффициента поверхностного натяжения от температуры на устойчивость движения ультратонкого слоя испаряющейся пленки при подогреве со стороны твердой подложки. Впервые было показано, что при увеличении безразмерного числа Марангони происходит повышение устойчивости системы относительно длинноволновой моды.

Четвертая глава диссертационной работы посвящена изучению влияния

термокапиллярного эффекта на электрогидродинамическую систему. Было найдено, что взаимодействие инжекционного и капиллярного механизмов приводит к дестабилизации относительно монотонных возмущений при подогреве со стороны твердой границы.

В пятой главе автором, впервые, была исследована система эволюционных уравнений относительно толщины слоя и объемной концентрации сурфактанта для описания динамики поведения ультратонкого слоя жидкости, расположенной на твердой подложке. Для этой задачи обнаружены две независимые моды возмущения. Одна из которых определяет поведение концентрационных возмущений, а вторая показывает эволюцию возмущений в процессе движения жидкости при испарении. Найдены диапазоны параметров, при которых первоначально устойчивое состояние ультратонкого слоя жидкости переходит в неустойчивое. Во второй части главы исследована устойчивость движения фронта испаряющегося ультратонкого слоя жидкости при наличии сурфактанта на обеих межфазных поверхностях. Для стационарного состояния обнаружены три независимые моды возмущения. Две из мод определяют поведение концентрационных возмущений на границах раздела, а третья показывает эволюцию возмущений в процессе движения жидкости при испарении.

Достоверность результатов исследования по второй главе подтверждается достаточно хорошим соответствием результатов численного моделирования с экспериментальными данными. Полученные аналитические зависимости и результаты численного моделирования находятся в качественном соответствии с результатами работ других авторов.

При ознакомлении с материалом автореферата в качестве замечаний можно отметить следующие:

1. В главе 5 рассматривается лишь линейная зависимость коэффициента поверхностного натяжения от концентрации.
2. Так как в пятой главе диссертации имеют место довольно много физико-химических безразмерных параметров следовало бы, как это было сделано в четвертой главе, исследовать зависимости этих величин на устойчивость движения ультратонкого слоя жидкости.

Эти замечания не умаляет достоинств работы и, в целом, диссертационная работа «Динамика ультратонкого слоя жидкости» отвечает требованиям ВАК. Я считаю, что Люшнин А.В. заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 - механика жидкости газа и плазмы.

Я, Просвиряков Евгений Юрьевич, даю согласие на включение своих

персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации
Люшнина Андрея Витальевича, и их дальнейшую обработку.

Заведующий сектором нелинейной вихревой гидродинамики
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института машиноведения Уральского отделения Российской академии наук
Доктор физико-математических наук
Просвирыков Евгений Юрьевич

05.11.2019 года

Почтовый адрес: 620049, г. Екатеринбург, ул. Комсомольская, 34,
ФГБУН Институт машиноведения УрО РАН.
Номер телефона: +7(343)374-20-38, +79826545223.
E-mail: evgen_pros@mail.ru

Подпись Евгения Юрьевича Просвирыкова заверяю:
ученый секретарь ФГБУН
Института машиноведения УрО РАН



А.М. Поволоцкая