

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

диссертационного совета Д 003.053.01 при СО РАН о диссертационной работе Люшнина Андрея Витальевича «Динамика ультратонкого слоя жидкости», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 - механика жидкости, газа и плазмы.

1. Диссертационная работа выполнена в Пермском государственном гуманитарно-педагогическом университете.
2. Диссертация посвящена теоретическому исследованию динамики движения и структурообразования поверхности ультратонкой пленки полярной жидкости при воздействии различных поверхностных эффектов и внешних сил.

В ней были поставлены и решены следующие основные задачи:

- математическое моделирование поведения тонкого слоя полярной жидкости, расположенного на твердой подложке и имеющего свободную границу «жидкость-пар» при наличии испарения;
- исследование влияния устойчивости ультра тонкого слоя полярной жидкости, при наличии термокапиллярного эффекта, на процесс структурообразования поверхности «жидкость-пар» относительно продольных и поперечных возмущений. Определение диапазона параметров, для которого имеет место пальчиковая неустойчивость;
- изучение взаимодействия термокапиллярного и инжекционного механизмов неустойчивости для двухслойной системы «жидкость-воздух», находящейся в электрическом поле;
- рассмотрение и анализ особенностей поведения испаряющегося ультратонкого слоя полярной жидкости, при наличии растворимого сурфактанта.

3. В результате исследований Люшнина А.В:

- Установлено, что профиль фронта испаряющейся тонкой пленки существенно меняется при изменении безразмерного параметра испарения. Для малых значений испарения имеется характерное вздутие для «толстого» слоя жидкости, которое характеризует массоперенос в направлении вертикальной оси. При больших значениях параметра испарения такого вздутия не наблюдается. При исследовании устойчивости ультратонкого слоя испаряющейся жидкости было обнаружено, для

поперечных возмущений для малых безразмерных параметров испарения, существует область, где возмущения могут нарастать, причем эта неустойчивость имеет длинноволновый характер. Сравнение полученных численных результатов с экспериментальными данными, показало достаточно хорошее согласие, как по качественному, так и по количественному соотношению;

- Показано, что термокапиллярный эффект приводит к повышению скорости движения фронта испаряющейся слоя ультратонкой жидкости. Приведены профили движения фронта испаряющегося тонкого слоя полярной жидкости для различных значений безразмерного числа Марангони. Произведено сравнение результатов, полученных с помощью численного моделирования соответствующей трехмерной задачи с экспериментальными данными;
 - в рамках линейной теории устойчивости изучена двухслойная система «воздух-слабопроводящая жидкость», заключенная между обкладками плоского конденсатора. В результате проведенных численных расчетов было получено, что взаимодействие инжекционного и термокапиллярного механизмов приводит к дестабилизации относительно монотонных возмущений при подогреве со стороны твердой границы. При подогреве со стороны свободной поверхности происходит повышение устойчивости. Для инжекционного механизма электроконвекции найдены две нижние моды неустойчивости;
 - Найдено, что присутствие на поверхности растворимого сурфактанта приводит существенному изменению пространственных структур на поверхности испаряющегося ультратонкого слоя полярной жидкости. Исследована устойчивость движения фронта испаряющегося тонкого слоя полярной жидкости при наличии сурфактанта на свободной поверхности по отношению «нормальным» возмущениям. Произведена классификация мод;
 - Установлено, что солитокапиллярный эффект играет большую роль в устойчивости движения тонкого слоя испаряющейся ультратонкой пленки при наличии на обеих межфазных границах растворимого сурфактанта. Проведено исследование устойчивости такой системы.
4. Рассмотрев содержание диссертации и автореферата, комиссия пришла к выводу, что тема диссертации, а также её содержание соответствуют научной специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

По теме диссертации опубликовано в печатных изданиях, входящий в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК, 14 работ. Основные результаты работы докладывались на 11 отечественных и 12 международных конференциях и симпозиумах. Комиссия считает, что представленные соискателем учёной степени материалы диссертации в полной мере опубликованы в научных рецензируемых изданиях. Требования к публикациям, предусмотренных пунктами 11, 13 «Положения о присуждении ученых степеней» соблюдены.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в постановке задачи, создании математических моделей, создании программных средств для решения задач, проведении вычислений, анализе полученных данных. Материалы других авторов, использованные в диссертации Люшнина А.В., во всех случаях содержат ссылку на источник и удовлетворяют требованиям пункта 14 «Положения о присуждении ученой степени».

Экспертная комиссия рекомендует принять к защите диссертационную работу Люшнина А.В. «Динамика ультратонкого слоя жидкости» по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы в диссертационный совет Д 003.053.01 при ИТ СО РАН.

Председатель комиссии:

д.ф.-м.н. профессор РАН

Марчук Игорь Владимирович

Члены комиссии:

д.ф.-м.н.

Новопашин Сергей Андреевич

д.ф.-м.н.

Трифонов Юрий Яковлевич