

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

Диссертационного совета Д 003.053.01 при ИТ СО РАН о диссертационной работе Шатского Евгения Николаевича «Влияние термокапиллярных эффектов на характеристики течения нагреваемой пленки жидкости» по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

1. Диссертационная работа выполнена в лаборатории Интенсификации процессов теплообмена ИТ СО РАН (лаб. 6.6).
2. Диссертационная работа посвящена экспериментальному исследованию формирования термокапиллярных структур и их взаимодействию с волнами на поверхности стекающей нагреваемой пленки жидкости при малых и умеренных числах Рейнольдса ($0.1 < Re < 50$).

В процессе выполнения были поставлены и решены следующие задачи:

- Экспериментальное исследование влияния условий нагрева на формирование термокапиллярных структур и границы их существования.
- Экспериментальное исследование влияния термокапиллярных сил на волновое течение пленки жидкости.
- Экспериментальное исследование влияния взаимодействия гидродинамических волн с термокапиллярными структурами на параметры течения: деформацию поверхности пленки жидкости, формирование ривулетов, амплитуду и скорость волн, и образование первого устойчивого сухого пятна.

3. Основные результаты работы Шатского Е.Н.:

- Впервые структуры типа Б (формирующиеся в условиях низких градиентов температуры на поверхности пленки жидкости) зафиксированы в условиях безволнового течения при малых значениях чисел Рейнольдса ($Re = 0,1-5$). Показано, что они отличаются по своим характеристикам от ранее обнаруженных термокапиллярных структур типа А (которые образуются при высоких градиентах температуры на поверхности пленки жидкости) и не связаны с параметрами набегающих на нагреватель волн.
- Установлено, что структуры типа Б реализуются при малых числах Марангони в условиях малых значений градиентов температуры на поверхности пленки в широком диапазоне изменения числа Рейнольдса и физических свойств жидкости (числа

Капицы). Поперечный размер структур не зависит от безразмерных комплексов (чисел Марангони, Капицы и Рейнольдса пленки).

- В результате экспериментального исследования воздействия периодических искусственных возмущений на нагреваемую пленку жидкости при малых числах Рейнольдса показано, что развитие инициированных термокапиллярных возмущений типа А приводит к перемещению струй и воздействует на контактную линию, ограничивающую сухое пятно. Установлено, что искусственные возмущения при достаточно высоких тепловых потоках оказывают существенное влияние на изменение структуры течения и способствуют повторному орошению сухих зон.

- Показано, что под действием термокапиллярных сил происходит деформация трехмерных волн и переход к струйному течению. При движении крупных солитонобразных волн деформация фронта волны начинается в области, примыкающей к наиболее нагретой зоне остаточного слоя пленки (между формирующимися струями). Далее, по мере прохождения волны вдоль нагревателя, деформация распространяется вглубь волны, разделяя ее на струи.

- Впервые с использованием синхронного измерения полей температуры и толщины пленки проведено исследование взаимодействия трехмерных волн с термокапиллярными структурами двух типов, в результате которого установлено, что при достижении определенного значения градиента температуры на поверхности пленки жидкости в области передней кромки нагревателя характер течения изменяется. Показано что вследствие такого взаимодействия:

- нарастает деформация поверхности пленки и амплитуда волн,
- изменяется расстояние между струями вдоль нагревателя,
- возникает зигзагообразное движение струй.

- Обнаружено, что в результате взаимодействия гидродинамических волн с термокапиллярными структурами возрастает значение плотности теплового потока, соответствующее появлению первого устойчивого сухого пятна. Впервые выявлен и детально исследован новый механизм воздействия на пленочное течение, приводящий к повышению его устойчивости к разрыву. Данный результат является важным, так как обнаруженный способ повышения устойчивости пленок жидкости при определенных режимных параметрах ее течения может быть использован в промышленных установках.

4. Рассмотрев содержание диссертации и автореферата, комиссия пришла к выводу, что тема диссертации, а также ее содержание соответствуют научной специальности

01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника по физико-математическим наукам.

Материалы диссертации полностью изложены в 27 публикациях, 12 из которых изданы в журналах, рекомендованных ВАК, 15 – в тезисах докладов на конференциях. Требования к публикациям, предусмотренные пунктами 11, 13 “Положения о присуждении учёных степеней” соблюдены.

Вклад автора в исследования состоит в подготовке и проведении серии экспериментов, в самостоятельной разработке и тестировании комплекса численных алгоритмов для анализа базы данных измерений, самостоятельной обработке экспериментальных данных и интерпретации результатов, а также в участии в подготовке статей и докладов на конференциях и для публикации в рецензируемых журналах. Материалы других авторов, использованные в диссертации Шатского Е.Н., во всех случаях содержат ссылку на источник и удовлетворяют требованиям пункта 14 «Положения о присуждении ученых степеней».

Экспертная комиссия рекомендует принять к защите диссертационную работу Шатского Е.Н. «Влияние термокапиллярных эффектов на характеристики течения нагреваемой пленки жидкости» по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук.

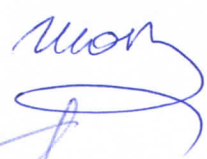
Председатель комиссии

Чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н.


Павленко Александр Николаевич

Члены комиссии

д.ф.-м.н., доцент


Шарыпов Олег Владимирович

д.ф.-м.н.


Гогонин Иван Иванович