

ОТЗЫВ

научного руководителя на работу Барткус Г.В. «Экспериментальное исследование локальных характеристик газожидкостного течения в прямоугольных и щелевых микроканалах», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

В лаборатории теплофизики многофазных систем и затем в лаборатории процессов переноса в многофазных системах в течение длительного времени проводятся исследования гидродинамики и тепломассообмена при двухфазных газожидкостных течениях в каналах малого поперечного размера. В этих работах была экспериментально доказана определяющая роль капиллярных сил на режим двухфазного течения в кольцевых и прямоугольных каналах малого размера. Оказалось, что капиллярные силы существенно изменяют гидродинамику газожидкостного течения в таких каналах и вызывают появление новых режимов теплообмена при фазовых превращениях, не характерных для каналов большого размера. Выполненные работы показали необходимость более детального исследования локальных характеристик газожидкостного течения в прямоугольных микроканалах с различным отношением сторон, что и послужило мотивацией цикла исследований, выполненных Г.В. Барткус.

Микроканалы сегодня являются основой целого ряда теплообменных и массообменных аппаратов в различных областях техники, в том числе топливных элементов водородной энергетики, высокоэффективных систем охлаждения на основе микроканалов, испарителей криогенной и холодильной техники. В последние годы появилось много новых применений микроканальных технологий в тонкой химии, биологических и медицинских технологиях. Для обоснования эффективных режимов работы микроканальных аппаратов в ведущих исследовательских центрах развиваются исследования газожидкостных течений в микроканалах, в этой области опубликовано достаточно много работ, в особенности в последнее время. Необходимо отметить, что область газожидкостных течений в микроканалах является достаточно сложной из-за чрезвычайно разнообразной формы самих каналов и режимов течения, которые включают, как область очень малых поперечных размеров каналов, достигающих до десятков микрон, так и широкий диапазон изменения физических свойств жидкостей. Естественно, что закономерности течения в таких каналах будут различны, что

вызывает отсутствие единого подхода к анализу гидродинамики газожидкостного течения. При постановке задачи данной диссертационной работы было решено изучить наиболее сложную область гидродинамики газожидкостных течений в микроканалах, которой является локальная структура течений в прямоугольных каналах с большим диапазоном изменения отношения сторон для различных физических свойств жидкостей. Это потребовало проведения исследований с использованием современных лазерных методов изучения капиллярной гидродинамики газожидкостных течений.

Барткус Г.В. начал работать в лаборатории с 2013 г, с 2017 по 2022 года обучался в аспирантуре Новосибирского государственного университета и проводил исследования в лаборатории теплофизики многофазных систем, а затем лаборатории процессов переноса в многофазных системах, Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН. Затем он продолжил работу в этом институте младшим научным сотрудником. Тема, которой занимается Г.В. Барткус, связана с исследованием локальной структуры газожидкостных течений в горизонтальных микроканалах с использованием оптических методов. Задача сама по себе, достаточно сложная, о чем свидетельствуют противоречивые экспериментальные данные в этой области, которые накоплены в настоящее время, в особенности по локальной структуре течений. Для её решения потребовалось создание экспериментальной установки, оснащенной современными устройствами поддержания малых расходов жидкости и газа, разработка метода организации газожидкостного течения в микроканале, развитие новых методов регистрации и статистической обработки характеристик течения, полученных с использованием лазерного сканирования и лазерной индуцированной флуоресценции. Разработанные Барткус Г.В. экспериментальные методы оказались весьма информативными и позволили вскрыть основные закономерности газожидкостных течений и процессов массопереноса в широком диапазоне изменения определяющих параметров и отношения сторон каналов. Я не буду перечислять все результаты работы, они изложены в диссертации и автореферате. К числу наиболее существенных новых результатов можно отнести установленные с использованием лазерных методов локальные характеристики газожидкостного течения в прямоугольных микроканалах с отношением сторон от 2 до 10 для различных смесителей и при вариации физических свойств жидкостей. Новым является выделение безволновых и волновых режимов течения, установленное влияние волн на поперечное течение в пленке жидкости. С использованием скоростной визуализации и

статистических характеристик течения определены границы режимов течения, измерены скорости движения снарядов, показано определяющее влияние геометрии каналов и типа смесителя на карту режимов течения. Впервые показано значительное влияние гидрофилизации стенок микроканала на границы периодического течения с удлинёнными пузырями для жидкости с повышенной вязкостью. Впервые с помощью метода μ -LIF измерено распределение локальной толщины безволновой и волновой пленки жидкости в поперечном сечении прямоугольного микроканала, доказана предсказанная ранее теоретически неравномерность толщины пленки жидкости, связанная с поперечным течением жидкости к менискам в углах каналов. Используя визуализацию течения с высоким разрешением для измерения объема пузыря, экспериментально получены объемные коэффициенты массоотдачи в прямоугольном микроканале, предложен новый подход для расчета массоотдачи, учитывающий вихревую структуру течения в жидкой перемычке.

Необходимо отметить большую самостоятельность в работе Барткус Г.В., его хорошее владение современными средствами получения и обработки экспериментальных данных, способность решать трудные экспериментальные задачи на самом современном уровне, широкую эрудицию и способность обобщать полученный материал.

В заключение отмечу, что за время работы в лаборатории Барткус Г.В. стал высококвалифицированным исследователем в области капиллярной гидродинамики газожидкостных течений в микроканалах, способным самостоятельно решать современные задачи механики многофазных сред, представлять полученные результаты в рецензируемых журналах и на научных конференциях. Его научная квалификация и полученные в работе результаты, безусловно, позволяют мне утверждать, что Барткус Г.В. отвечает всем требованиям, предъявляемым к соискателю степени кандидата наук и достоин присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

Научный руководитель,
главный научный сотрудник Института
теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН
д.ф.-м.н., профессор

20.09.2022 г.

Подпись В.В. Кузнецов
Генеральный секретарь
к.ф.м.н.



Визир

В.В. Кузнецов

Подпись М.С. Макарова
М.С. Макаров