

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

диссертационного совета Д003.053.01 при ИТ СО РАН о диссертационной работе Морозовой Марины Анатольевны «Теплопроводность и вязкость наножидкостей», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

1. Диссертационная работа выполнена в Лаборатории разреженных газов ИТ СО РАН (лаб. 4.1).

2. Диссертационная работа посвящена исследованию вязкости и теплопроводности наножидкостей, в том числе исследованию влияния теплового контактного сопротивления Капицы на процессы теплопереноса в наножидкостях.

В процессе выполнения были поставлены и решены следующие задачи:

– Экспериментальное исследование теплопроводности и вязкости наножидкостей.

– Проведение теоретического анализа влияния теплового контактного сопротивления Капицы на тепловые процессы в наножидкостях.

3. Основные результаты работы Морозовой М.А.:

– Экспериментально обнаружено, что зависимость теплопроводности наножидкостей на основе 10 нм частиц оксида алюминия лежит ниже значений, которые предсказывает теория Максвелла. Эксперименты проведены для трех базовых жидкостей: воды, этиленгликоля и изопропилового спирта. Отличие экспериментальных значений от предсказаний теории возрастает с ростом теплопроводности базовой жидкости.

– Впервые предложен механизм для описания теплопроводности наножидкостей, связанный с уменьшением потоков тепла на границе частица – жидкость вследствие температурного скачка Капицы. Обоснованием для этого механизма являются: анализ теоретических зависимостей влияния размера частиц и теплопроводности базовой жидкости; анализ характерных величин контактных сопротивлений различных материалов, полученные экспериментальные данные.

– Впервые решена задача о теплопроводности суспензий на основе сферических частиц в оболочке. Задача решена аналитически на основе подхода Максвелла. Показано, что при стремлении толщины оболочки к нулю выражение для теплопроводности суспензии совпадает с выражением для теплопроводности суспензий, полученном с учетом температурного скачка Капицы на границе частица – жидкость. Дополнительно аналитически решены две задачи, связанные с теплообменом между сферической частицей и жидкостью с учетом теплового сопротивления Капицы с различными граничными условиями. Анализ показал, что определяющим параметром процессов теплообмена в наножидкостях является безразмерный, параметр, включающий в себя размер частицы, теплопроводность базовой жидкости и величину контактного сопротивления между жидкостью и материалом частицы.

– Экспериментально зарегистрировано уменьшение вязкости наножидкости на основе смеси 90% этиленгликоля и 10% воды и наночастиц  $Al_2O_3$  с увеличением скорости сдвига. Обнаружено, что эффект увеличивается с ростом объемной концентрации наночастиц.

– Результаты совместного исследования вязкости и теплопроводности показали, что использование исследованных в настоящей работе наножидкостей в качестве эффективного теплоносителя не является перспективным. Причина состоит в существенно более сильном возрастании вязкости по сравнению с теплопроводностью при увеличении объемного содержания наночастиц.

4. Рассмотрев содержание диссертации и автореферата, комиссия пришла к выводу, что тема диссертации, а также её содержание соответствуют научной специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника, физико-математическим наукам.

По теме диссертации опубликовано 7 работ в печатных изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК. Основные результаты работы были представлены на 3 всероссийских и 4 международных конференциях и симпозиумах. Комиссия считает, что представленные соискателем материалы диссертации в полной мере опубликованы в научных рецензируемых изданиях. Требования к публикациям, предусмотренные пунктами 11, 13 «Положение о присуждении ученых степеней» соблюдены.

Вклад автора состоял в подготовке и проведении всех представленных в диссертации экспериментов, обработке, анализе и интерпретации результатов, подготовке статей для публикации в рецензируемых журналах и докладов на конференциях. Теоретический анализ был проведен в составе научного коллектива с непосредственным участием автора. Материалы других авторов, использованные в диссертации Морозовой М.А., 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 Морозовой М.А. «Теплопроводность и вязкость наножидкостей» по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника, по физико-математическим наукам в диссертационном совете Д003.053.01 при ИТ СО РАН.

Председатель комиссии:  
д.т.н., профессор:

Терехов В.И.

Члены комиссии:  
д.ф.-м.н., профессор:



Станкус С.В.

д.ф.-м.н., профессор:

Чекмарёв С.Ф.