

ОТЗЫВ

главного научного сотрудника лаборатории физико-химической механики перспективных технологий Института прикладной механики РАН, доктора технических наук Бошнякова Бориса Владимировича на автореферат диссертации Белкина Александра Анатольевича «Статистическая теория и моделирование процессов переноса в дисперсных жидкостях, включая наножидкости», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

Диссертационная работа Белкина А.А. посвящена важной и актуальной проблеме механики жидкости, которая может иметь важное практическое значение, при использовании рекомендаций автора в разработке ряда критических технологий РФ, таких как: создание энергосберегающих систем, компьютерное моделирование наноматериалов, наноустройств и нанотехнологий и др. В частности, уже сегодня могут быть использованы результаты исследований и рекомендации автора по управлению гидравлическим сопротивлением наноканалов (6 глава).

В первой и второй главах автором разработаны теоретические основы методологии и получены обобщенные зависимости, которые позволили, используя метод молекулярно-динамического моделирования (МД) и разработанные автором быстродействующие программные алгоритмы (3 глава), впервые получить ряд новых закономерностей касающихся процессов переноса в наножидкостях, и фазового перехода жидкости в твердое тело при увеличении концентрации наночастиц. Показано, что в фазовом переходе определяющую роль играет размер (а не масса) наночастиц. Тип начальной упаковки молекул несущей среды (гексагональная или др.) также практически не влияет на фазовый переход. Важным результатом автора в этой части работы является и то, что им определены автомодельные параметры плотности в твердом и жидком состояниях, которые позволяют построить изотермы гетерогенной системы, зная изотермы однородной жидкости.

В четвертой и пятой главах диссертации приведены результаты МД моделирования процессов переноса, в линейном приближении. При этом для моделирования взаимодействия наночастиц используется простейший потенциал гладких твердых сфер (ТС). В главе 4 исследована сила сопротивления движению наночастицы в жидкости. Установлено наличие двух механизмов релаксации скорости. Первый обусловлен индивидуальными взаимодействиями молекул с наночастицами. Второй, более медленный механизм, обусловлен взаимодействием наночастицы с микрофлуктуациями плотности и скорости несущей среды. Методом МД изучены эти флуктуации и установлено, что вблизи поверхности частицы образуется тороидальная вихревая структура, определяющая характерное время более медленной релаксации. Причем, эта вихревая структура расположена в плоскости, перпендикулярной направлению движения частицы, проходящей через её центр. В главе 5 приведены новые результаты по МД моделированию коэффициента диффузии наночастиц в жидкостях и плотных газах, а также эффективных коэффициентов вязкости и теплопроводности наножидкостей.

В качестве замечания к автореферату можно указать следующие. Имеются неточности в оформлении автореферата. Так на Рис.3.1 непонятно, что за радиальная координата r ? Если это размерная величина, то необходимо указать её размерность, если безразмерная, то непонятно по какому линейному масштабу она обезразмерена. То же замечание можно отнести и к рис. 4.4. На котором, кроме того, нет пояснений к чему относятся крестики и линии. На рис. 5.5 неверно обозначена ось абсцисс. Заключение № 4 о том, что для описания диффузии наночастиц, в том числе и в плотных

газах, неприменимы классические теории Энштейна-Стокса и Энскога (теория которого относится к плотным газам) наводит на мысли...В достоверности новых результатов больше убеждает их совпадение с классическими результатами в предельных случаях. Так, например, при размерах наночастицы, сравнимых (или равных) размеру молекул плотного газа совпадение с теорией Энскога должно быть. То же касается и интерпретации результатов рис. 4.4. на котором при $M/m = 100$ после завершения релаксационного процесса, данные автора по МД моделированию силы сопротивления наночастицы, практически совпадают с классической формулой Стокса для стационарного движения сферы, что безусловно является косвенным подтверждением достоверности результатов автора. Обнаруженные автором зависимости коэффициентов переноса от размерных величин больше свидетельствуют о наличии проблемы, чем о её решении. Поскольку эти данные следует рассматривать как единичные факты, а не как физические закономерности, которые, как правило, представляют в обобщенных безразмерных координатах.

Указанные замечания не влияют на положительную оценку работы и не снижают её научную и практическую значимость. Автореферат содержит достаточную информацию для подтверждения актуальности и новизны проведенного исследования. Диссертационная работа соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней».

Я, Бошнятов Борис Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Белкина Александра Анатольевича, и их дальнейшую обработку.

Бошнятов Борис Владимирович,
д.т.н., главный научный сотрудник
ФГБУН Института прикладной механики РАН,
125040, Москва, Ленинградский пр., 7,
iam@iam.ras.ru
Тел. +74959461806

14.11.2017



Б.В. Бошнятов

Подпись Бошнятова Б.В.
Подтверждаю, ученый секретарь
ИПРИМ РАН



Ю.Н. Карпет