ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Андбаевой Валентины Николаевны **“Поверхностное натяжение и достижимый перегрев растворов криогенных жидкостей”**, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Актуальность темы. Работа В.Н. Андбаевой посвящена экспериментальному и теоретическому изучению межфазных границ "жидкость-пар" и процессов вскипания в бинарных и тройных растворах криогенных жидкостей. Благодаря удачному выбору объектов исследования автору удалось провести анализ как растворов с полной растворимостью компонентов, так и газонасыщенных систем с ограниченной растворимостью одного из компонентов. Получены новые интересные сведения о поверхностном натяжении, микро-структуре межфазных границ, границах достижимого перегрева. Тематика представленной работы имеет высокую актуальность в связи с возрастающей ролью в современной технике и технологиях процессов, связанных с интенсивным теплообменом, либо теплоотводом. Широкое использование криогенных жидкостей и их растворов в ядерной физике, в ракетной и космической технике также подчеркивает, несомненно, высокую актуальность выполненных исследований.

Степень обоснованности выводов. Выводы диссертационной работы В.Н. Андбаевой, связанные с получением новых экспериментальных данных, основаны на тщательно спланированных и продуманных экспериментах на оригинальном, но в то же время, высоко надежном, многократно оттестированном оборудовании. Стоит отметить высокий научный профессионализм и качество проведенных экспериментальных исследований. В частности, достижение режимов надежной стационарной работы экспериментальных установок в ряде случаев требовало около 4 суток предварительной "приработки" стеклянных капилляров (около 500 актов вскипания жидкости). Выводы диссертационной работы В.Н. Андбаевой, связанные с теоретическим описанием плоских и искривленных межфазных границ "жидкость-пар", основаны на использовании хорошо обоснованной, признанной мировым научным сообществом, перспективной теории поверхностных явлений — градиентной теории капиллярности Ван-дер-Ваальса – Кана и Хиллиарда. Автор достаточно критически анализирует все получаемые результаты, одинаково требовательно относясь как к литературным данным, так и к своим собственным результатам. Таким образом, все выносимые на защиту положения и выводы диссертации Андбаевой В.Н. являются достаточно обоснованными и аргументированными.

Достоверность и новизна. Диссертационная работа В.Н. Андбаевой выполнена на высоком экспериментальном и теоретическом уровне. В пользу достоверности полученных в диссертации экспериментальных результатов свидетельствует подробное описание экспериментального оборудования и использованных методик. Достоверность теоретических расчетов подтверждается их согласием в предельных случаях слабой и сильной метастабильности (критические зародыши большого и малого размера) с термодинамическими следствиями классических соотношений Гиббса, такими как уравнение адсорбции Гиббса, уравнение Лапласа и т.п.

Все полученные в работе результаты являются новыми. Резюмируя полученные в диссертационной работе новые научные результаты, особо можно выделить следующие достижения диссертанта:

1. Аналитические аппроксимационные выражения, которые описывают капиллярную постоянную и поверхностное натяжение исследованных растворов в широких диапазонах температур, давлений и составов.
2. Концентрационные зависимости температуры достижимого перегрева, и обоснование возможности их аналитического описания на основании метода аддитивного приближения.
3. Нахождение, на основе экспериментальных данных о поверхностном натяжении, всех коэффициентов влияния (ключевые параметры градиентной теории Ван-дер-Ваальса) для раствора кислород-азот. В частности, обоснование формулы для расчета перекрестных коэффициентов влияния.

Научная значимость работы заключается в том, что ее результаты развивают имеющиеся представления о физике поверхностных явлений, в частности, выявляют взаимосвязь эксперимен-

Вх. № 05-1941-
от . .14 г.

тально наблюдаемых величин (капиллярная постоянная, поверхностное натяжение, частота вскипаний) со структурными характеристиками межфазной границы, которые недоступны прямому экспериментальному измерению (положения разделяющих поверхностей, адсорбция компонентов).

Практическая значимость результатов, полученных в работе, заключается в возможности их использования для описания свойств и прогнозирования поведения исследованных растворов в различных экстремальных условиях, связанных с процессами интенсивного нагрева, теплообмена и т.п. Разработанные методики и алгоритмы расчета свойств бинарных или тройных систем могут быть использованы для анализа и описания широкого класса пока еще не изученных систем.

Материал в диссертации В.Н. Андбаевой изложен очень грамотно, понятно. Сама диссертация хорошо структурирована, оформлена и, практически, не содержит орфографических ошибок. Тем не менее, при знакомстве с ней у рецензента возникли некоторые вопросы и замечания:

1. Выражения для барической и концентрационной зависимостей капиллярной постоянной (2.15) и поверхностного натяжения (2.16) на стр. 60 лучше было бы записать в безразмерном виде, чтобы обезразмерить коэффициенты аппроксимируемых функций в таблице 4.

2. Какова погрешность определения состава в исследованных растворах? Величину этой погрешности было бы желательно изобразить на некоторых рисунках, показывающих концентрационные зависимости температур достижимого перегрева, например, на рис. 8 и 10 в автореферате.

3. Автор численно, методами Эйлера и Рунге-Кутты, решает вариационную задачу о критическом зародыше. С какой целью выписано аналитическое решение данной задачи, которое описывает распределения плотностей лишь во внутренней области зародыша?

Сделанные замечания ни в коей мере не затрагивают основное содержание и положения, выносимые автором на защиту, а также не снижают научной ценности диссертационной работы В.Н. Андбаевой и не влияют на ее общую положительную оценку.

Общее заключение. Диссертационная работа В.Н. Андбаевой представляет собой логически завершенное и выполненное на высоком уровне научное исследование, получены новые важные результаты о свойствах межфазных границ "жидкость-пар" и о кинетике вскипания бинарных и тройных растворов криогенных жидкостей. Материалы диссертационной работы достаточно полно опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Диссертация В.Н. Андбаевой отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК России к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Старший научный сотрудник
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института электрофизики Уральского отделения
Российской академии наук
620016, Екатеринбург, ул. Амундсена, 106,
кандидат физико-математических наук,
e-mail: grey@iep.uran.ru , тел.: +7(343)2678776

Г.Ш. Болтачев

Подпись к.ф.-м.н. Болтачева Грэя Шамилевича заверяю

Ученый секретарь ИЭФ УрО РАН,
кандидат физико-математических наук

Е.Е. Кокорина

Вх. №05-19/1-14
от 07.05.14 г.