

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу Афашагова Анзора Артуровича «Термодинамические свойства плоской и искривленной границы раздела конденсированных фаз в бинарных металлических системах», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Афашагов Анзор Артурович в 2019 г. окончил с отличием магистратуру Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова по направлению подготовки 11.04.04 – Электроника и наноэлектроника с присуждением квалификации «Магистр». В этом же году поступил в аспирантуру по специальности 03.06.01 – Физика и астрономия и закончил ее в 2023 г. с присуждением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

Диссертационная работа Афашагова А.А. посвящена рассмотрению важной проблемы термодинамики конденсированного состояния – разработки модели, описывающей распределение фаз в многокомпонентных системах в условиях равновесия. Соискатель занимался установлением зависимостей термодинамических свойств (поверхностного и межфазного натяжения, составов и термодинамических активностей компонентов в объемных фазах и межфазном слое) от основных параметров состояния системы и размерного фактора на плоской и искривленной границе раздела конденсированных фаз в бинарных гетерогенных системах. Установление искомых зависимостей проводилось с применением термодинамического метода слоя конечной толщины, который является классическим методом термодинамики поверхностных и межфазных явлений в гетерогенных системах с использованием концепции о разделяющих поверхностях, где в качестве такой поверхности была выбрана поверхность натяжения.

Особый интерес вызывают объекты исследования – бинарные металлические системы, которые образованы путем диспергирования одной макроскопической фазы в другую фазу до нанометрового масштаба. В этом случае мы имеем искривленную границу между двумя фазами, которая меняет состояние самой поверхности и соприкасающихся фаз. Исследования в данном направлении могут быть полезны для создания или модификации свойств материалов макроскопического размера путем формирования в них агрегатов с нанометровыми размерами. При этом свойства таких материалов напрямую будут зависеть от многих термодинамических характеристик границ раздела фаз, среди которых межфазное натяжение, составы объемных фаз и переходного слоя, межфазная энергия, адсорбция и т.п. В связи с этим, диссертационная работа Афашагова А.А. может быть достаточно полезной при решении аналогичных задач в физике и химии конденсированного состояния, материаловедении и технике.

Перед Афашаговым А.А. был поставлен комплекс задач, обозначенный его научным руководителем, с которыми он успешно справился в процессе работы над диссертацией. При этом соискатель проявил себя как сложившийся и целеустремленный исследователь, способный к критическому анализу полученных научных результатов. При работе над диссертационным исследованием Афашагов А.А. изучил и проанализировал достаточно большой объем литературных источников, начиная с работ Гиббса и Баккера и заканчивая актуальными исследованиями о состоянии поверхности, выполненные в наши дни. Все численные расчеты важнейших термодинамических свойств на плоских и искривленных границах раздела и интерпретация полученных результатов проведены соискателем лично.

Достоверность результатов диссертации не вызывает сомнений, так как все соотношения, полученные в работе, удовлетворяют фундаментальным уравнениям термодинамики поверхностных и межфазных явлений в гетерогенных системах. Также наблюдалось полное совпадение построенных по результатам выполненных расчетов диаграмм состояния бинарных систем



в макроскопическом случае с экспериментальными диаграммами, имеющимися в литературе.

Диссертационная работа написана грамотным языком с использованием принятой научной терминологией. Оформление диссертации отвечает требованиям ГОСТ РФ.

Основные положения и результаты диссертационной работы неоднократно обсуждались и докладывались на научных конференциях и симпозиумах. Афашагов А.А. является автором 8-ми научных статей, 5 из которых входят в перечень ВАК РФ по теме диссертации.

Считаю, что диссертационная работа Афашагова А.А. «Термодинамические свойства плоской и искривленной границы раздела конденсированных фаз в бинарных металлических системах» является самостоятельным и завершенным научным исследованием, выполненным в соответствии с требованиями ВАК РФ, а Афашагов Анзор Артурович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Научный руководитель  
доктор физ.-мат. наук, профессор  
кафедры физики наносистем КБГУ

Шебзухова М.А.

