

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шебзуховой Мадины Азметовны
**«Поверхностные явления и фазовые равновесия в одно- и
двухкомпонентных нано- и макросистемах»**,
представленной на соискание ученой степени доктора физико-
математических наук по специальности 01.04.15 - Физика
и технология наноструктур, атомная и молекулярная физика.

Диссертационная работа Шебзуховой М.А. посвящена изучению размерных зависимостей поверхностных и объемных свойств сферических наночастиц, находящихся в матрице (пар, жидкость, твердое тело) в равновесном состоянии. Диссертант последовательно использует фундаментальный подход Гиббса, основанный на концепции разделяющей поверхности и понятии поверхностного натяжения. В рамках этого подхода ей получено новое уравнение, описывающее размерную зависимость поверхностного натяжения дисперсной частицы в дисперсионной среде. Оно применено, в том числе, и к случаю отрицательной кривизны поверхности. Кроме того, выведены аналитические выражения этой зависимости при условии постоянства давления в матрице. Характерной чертой, выделяющей эти соотношения среди аналогов, является учет влияния размера частицы на температуру ее фазового равновесия с дисперсионной средой. С использованием полученных формул проведены численные расчеты поверхностного натяжения для большого числа металлов опубликованные в ряде авторитетных изданий.

Особый интерес представляет исследование влияния наноразмерных эффектов на поверхностные и объемные свойства бинарных систем (состав наночастицы, матрицы и межфазного слоя между ними, межфазное натяжение и др.). С использованием найденных соотношений М.А.Шебзуховой рассчитаны сопряженные значения температуры равновесия и перечисленных свойств для бинарных систем *Mo-Ru*, *Ti-Mo*, *Ti-Cr*, *Mo-Ru*.

В завершающей части работы приведены результаты построения диаграмм состояния различного типа с учетом зависимости от размера индивидуальных характеристик компонентов, параметров межчастичного взаимодействия в сосуществующих фазах и сегрегации компонентов на искривленных межфазных границах. Анализ этих диаграмм приводит диссертанта к весьма важному заключению о том, что «при учете наноразмерных эффектов в этих бинарных системах сохраняется тип фазовой диаграммы состояния. При этом изменяется положение линий ликвидуса и солидуса, а также линии растворимости в твердом состоянии по сравнению с

макроскопическим случаем. Диаграмма состояния в целом смещается вниз в сторону меньших температур, и наблюдается расширение области существования жидкой фазы» (стр.33).

Таким образом, к защите представлены результаты весьма объемного исследования, в ходе которого, по мнению рецензента, подход Гиббса к интерпретации межфазных явлений получил свою завершённую форму. Ряд результатов, полученных М.А.Шебзуховой, являются совершенно оригинальными. Она впервые получила уравнения изотерм и политерм межфазного натяжения и межфазной сегрегации на границе наночастицы и матрицы в двухкомпонентной системе, зависящие, кроме общепринятых параметров, еще и от размера дисперсных частиц; построены соответствующие фазовые диаграммы. Способы определения поверхностных характеристик наночастиц в матрице, разработанные на основе результатов данной работы, защищены патентами на изобретения, что свидетельствует об их оригинальности. Представляется целесообразным издание обзорной печатной работы по результатам диссертации. Работа посвящена актуальной теме, выполнена на высоком научном уровне, тщательно спланирована и имеет логичную структуру. Сформулированные выводы вполне аргументированы и соответствуют ее цели и задачам.

В качестве критических замечаний и вопросов можно отметить следующее:

1. Из текста автореферата не ясно, проведено ли в работе сопоставление полученных результатов с выводами альтернативных подходов к описанию гетерогенных систем (например, градиентного приближения Кана-Хиллиарда) и если оно проводилось, то каковы результаты такого сопоставления.

2. В автореферате указывается, что параметры Δz_{eu} и Δz_{eF} , определяющие соответственно расстояние от эквимолекулярной разделяющей поверхности до поверхности нулевой избыточной когезионной энергии и нулевой избыточной свободной энергии, «на первом этапе рассчитывались с использованием наиболее надежных экспериментальных данных по поверхностному натяжению на соответствующих границах и температурному коэффициенту поверхностного натяжения на плоской поверхности жидкость-пар» (стр.17). Однако далее, на стр.30, автор указывает, что «для проведения наиболее точных расчетов параметров равновесия в дисперсной системе целесообразно убедиться в правильности входных данных». При этом не указываются критерии выбора таких данных и не даны результаты сравнения теоретических результатов с другими экспериментальными данными там, где это возможно.

3. К числу других недостатков можно отнести отсутствие в работе обсуждения вопросов стабильности наноструктур, имеющей большое прикладное значение. Желательно было бы провести расчеты с использованием новых соотношений, полученных в работе, для наноксидов и наностекол.

В целом, диссертационная работа Шебзуховой М.А. «Поверхностные явления и фазовые равновесия в одно- и двухкомпонентных нано- и

макросистемах» является существенным вкладом в физику межфазных явлений. По своим актуальности, научной новизне и практической значимости она полностью соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.15 - Физика и технология наноструктур, атомная и молекулярная физика.

Полагаю, что ее автор Шебзухова Мадина Азметовна достойна присуждения степени доктора физико-математических наук по указанной специальности.

Профессор кафедры физики, технологии
и методики обучения физике и технологии
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный
педагогический университет»
заслуженный деятель науки РФ,
профессор, д.ф.-м.н.



П.С.Попель

г.Екатеринбург, 620017, пр.Космонавтов, 26
E-mail: uspu@uspu.ru,
телефон: +7 343 371 50 66

7 октября 2019 г.

г.Екатеринбург

Подпись: *А.С. Голенин*
Заведующий инст. ОК УрГПУ *А.С. Голенин*

И.А. Суфьяншиев