

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бжихатлова Кантемира Чамаловича «Поверхностная сегрегация и ее влияние на некоторые свойства нанослоев на поверхности твердых растворов меди с марганцем, германием и алюминием», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.15 «Физика и технология наноструктур, атомная и молекулярная физика».

Процессы термостимулированной поверхностной сегрегации компонентов бинарных сплавов изменяют состав поверхности и могут привести к ее реконструкции. Физико-химические свойства тонкого приповерхностного слоя при этом могут существенно повлиять на работу различных электронных устройств. Поэтому изучение сегрегации таких примесей как марганец, германий, сера и алюминий на поверхности сплавов меди современными экспериментальными методами является актуальной задачей физики наноструктур. Решению именно этой задачи посвящена диссертационная работа К.Ч.Бжихатлова.

В ходе выполнения работы диссертант овладел сложными методами неразрушающего исследования поверхностей, такими как оже-спектроскопия (ЭОС), спектроскопия характеристических потерь энергии электронов (СХПЭЭ) и дифракции медленных электронов (ДМЭ). Обработка результатов этих опытов потребовала создания оригинальных программных продуктов. К.Ч.Бжихатлов разработал программные модули для автоматизации расчетов термодинамических параметров поверхности на основе данных ЭОС и ДМЭ. Их разработка велась на объектно-ориентированном языке программирования C# в среде Microsoft Visual Studio 2013. Программные модули представляют собой оконные приложения для операционных систем семейства Windows (проект Windows Form), что позволило реализовать современный и удобный интерфейс и упростить работу с файлами для сохранения результатов расчетов. Эти программные модули являются самостоятельными результатами диссертационного исследования, которые могут быть использованы коллегами К.Ч.Бжихатлова для выполнения подобных расчетов.

Среди наиболее значимых результатов рецензируемой работы хотелось бы выделить:

- установление немонотонной зависимости концентрации Al, Mn и Ge на поверхности бинарных сплавов меди от температуры;
- демонстрацию достоверных различий поверхностной концентрации этих компонентов при одинаковых температуре и вакууме для сплавов в моно- и поликристаллическом состояниях;

- идентификацию специфических суперструктур, формирующихся на различных гранях монокристаллических твердых растворов при различных температурах, которые обусловлены поверхностной сегрегацией компонентов, и демонстрацию соответствующих им особенностей в спектрах характеристических потерь энергии электронов, которые свидетельствуют об изменении электронных характеристик поверхностного слоя.

На основе этих данных диссертант рассчитал ряд физических свойств поверхности твердых растворов, находящихся в моно- и поликристаллическом состояниях. Полученные данные могут быть полезными для специалистов, занимающихся созданием новых материалов с определенными свойствами.

В качестве критических замечаний отметим, что:

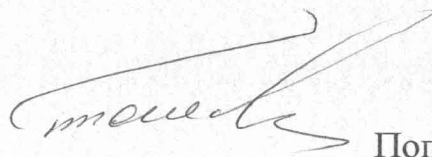
- в тексте автореферата не приводятся результаты исследования фазового состава и морфологии поверхности сплавов Cu-Mn, Cu-Al и Cu-Ge после экспозиции в кислородной среде, представляющие несомненный практический интерес;

- первое положение, выносимое диссертантом на защиту вполне очевидно и, по мнению рецензента, не заслуживает упоминания в автореферате.

В целом, судя по тексту автореферата, к защите представлены оригинальные и важные результаты серьезного экспериментального исследования. В ходе их получения диссертант продемонстрировал научную квалификацию, вполне соответствующую искомой ученой степени. Содержание диссертации апробировано на ряде конференций преимущественно международного уровня и опубликовано в 9 статьях, 5 из которых в журналах, рекомендуемых ВАК.

Считаю, что К.Ч.Бжихатлов вполне заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.15 «Физика и технология наноструктур, атомная и молекулярная физика».

Доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики и математического моделирования Уральского государственного педагогического университета



Попель П.С.

20.11.17.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет»,  
620017, Свердловская область, г. Екатеринбург, проспект Космонавтов, д. 26,  
телефон: +7(922)204-44-22,  
e-mail: [pspopel@mail.ru](mailto:pspopel@mail.ru),

Подпись Попеля П.С. заверяю

