

### **Отзыв официального оппонента**

на диссертационную работу Дышековой Аминат Хусеновны «МЕЖФАЗНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖИДКОГО СВИНЦА С ЩЕЛОЧНО-ГАЛОИДНЫМИ КРИСТАЛЛАМИ РАЗЛИЧНЫХ ОРИЕНТАЦИИ И ПРИ ФАЗОВОМ ПЕРЕХОДЕ КВАРЦА И ОКСИДОВ ЖЕЛЕЗА», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

#### **Оценка актуальности.**

Исследование температурной зависимости краевого угла смачивания жидким металлом поверхности кристаллов дает ценную информацию о свойствах и строении межфазного слоя и процессах, происходящих на границе раздела конденсированных фаз. Объектом исследования представленной диссертационной работы являются изучение температурной зависимости краевого угла смачивания свинца с щелочно-галлоидными кристаллами различных кристаллографических ориентаций и фазовых переходах в диэлектрических подложках. Выбор в качестве основного материала свинца является не случайным. Известно применение жидкого свинца в качестве теплоносителя в транспортных энергетических установках. Действительно, сочетание значительной теплоемкости и высокой теплопроводности позволяет успешно использовать жидкие металлы в качестве теплоносителей в циркуляционных контурах в некоторых типах ядерных реакторов.

Несомненный практический интерес представляет изучение политерм углов смачивания новых реакторных сталей тяжелыми теплоносителями на основе свинца.

Важен и чисто академический аспект подобных исследований. Известны теоретические исследования краевого угла смачивания и межфазных характеристик границы раздела монокристалл - собственный расплав различных кристаллографических ориентаций. Эти исследования для ионных кристаллов и металлов показали ориентационную зависимость энергетических характеристик

межфазной границы. Рассматриваемая работа также посвящена влиянию кристаллографической ориентации и структурных изменений подложки на температурную зависимость межфазных характеристик границы раздела кристалл – жидкий свинец.

Сказанное дает основание утверждать, что тема диссертации является актуальной.

**Оценка новизны исследований.** Актуальность исследований межфазных характеристик на границе конденсированных фаз жидкий металл – твердый диэлектрик обусловила значительное число работ, посвящённое этой тематике. Однако некоторые аспекты, связанные с анизотропией смачивания этих материалов мало изучены, а структурные изменения при фазовых переходах практически не изучены. Поэтому обсуждаемая работа по ряду позиций отвечает требованиям новизны.

Экспериментальным путём получены политермы краевого угла смачивания, межфазного натяжения и работы адгезии на границе раздела жидкого свинца с щелочно-галогидными монокристаллами NaCl, KCl и KBr ориентаций (100), (110) и (111), а также с оксидами железа и кварца. Автор сосредоточил исследования в температурной области от точки плавления свинца до ~1000 К. Этот температурный интервал позволяет исследовать краевой угол смачивания до плавления щелочно-галогидных кристаллов и охватывает область температур фазового перехода кварца и оксидов железа.

При исследовании полученных автором политерм, установлена анизотропия краевого угла смачивания, межфазного натяжения и работы адгезии в системе NaCl–Pb, которая согласуется с изменением ретикулярной плотностью поверхности трех ориентаций (100), (110) и (111). Для системы KCl–Pb анизотропия наблюдается между гранями (100) - (110) и (100) - (111).

При изучении политерм смачивания жидким свинцом поверхностей монокристалла кварца, поликристаллов оксида железа и конструкционной стали ЭИ852, впервые обнаружено скачкообразное уменьшение краевого угла смачивания при температурах фазового перехода подложек.

### **Степень достоверности и обоснованности научных положений и выводов диссертационной работы.**

Высокая степень достоверности экспериментальных результатов обусловлена следующими особенностями обсуждаемой работы. Использовали свинец высокой и особо высокой степени чистоты. Эксперименты проводились в условиях высокого вакуума с использованием особо чистых инертных газов.

Для измерения краевого угла смачивания использовали апробированный метод измерения и обработки результатов с точностью  $\sim 2\%$ . Измерения проводились после вакуумной откачки, а при повышенных температурах - в атмосфере гелия и аргона. Для обработки изображений профиля капли применяли программу CorelDraw. Методический уровень экспериментов по исследованию краевого угла смачивания подложек расплавом свинца соответствует современным достижениям экспериментальной техники. Полученные в работе экспериментальные результаты не противоречат современным научным представлениям.

Теплофизические эксперименты требуют надёжного измерения температуры исследуемого объекта. Автор рассматриваемой диссертации измерение температуры проводил непосредственно в измерительной ячейке с помощью стандартной термопары, контактирующей с измеряемой подложкой.

Таким образом, результаты диссертационной работы достоверны, а научные положения и выводы вполне обоснованы.

По материалам диссертации опубликовано 20 работ, в том числе 7 публикаций в авторитетных журналах, входящих в список ВАК и

индексированных в SCOPUS. Результаты докладывались на международных и российских конференциях и получили одобрение специалистов.

**Оценка значимости для науки и практики выводов и рекомендаций диссертанта.**

Полученные результаты скачкообразного изменения краевого угла смачивания подложек с фазовыми или полиморфными превращениями может быть использован как способ определения температуры фазового перехода.

Результаты экспериментальных исследований, представленных в обсуждаемой диссертации, используются в преподавании спецкурсов студентам, при написании выпускных работ бакалаврами и магистрами. Полученные результаты пополняют базу экспериментальных данных, лежащих в основе дальнейших теоретических разработок в области физики межфазных явлений. Результаты исследования смачиваемости реакторных сталей жидкими металлами могут быть использованы при модернизации и конструировании атомных энергетических установок.

Таким образом, имеет место высокий уровень значимости выводов и рекомендаций диссертанта для науки и практики.

**Отдельные замечания и недостатки по содержанию и оформлению диссертации:**

1. Из текста диссертации не вполне ясно, каким образом разработанная автором математическая модель влияния магнитного и электрического полей нашла применение в исследованных системах.
2. Результаты автора показывают влияние газовой среды на величину краевого угла смачивания. Можно ли по этим результатам спрогнозировать влияние других газовых сред на краевой угол смачивания и другие межфазные характеристики?
3. В диссертационной работе не приводится чистота используемого свинца, что имеет важное значение для оценки полученных результатов.

4. На стр. 63 диссертации встречается ошибка ссылки на источник литературы [107].
5. В таблице 7, на стр. 66 приведен состав остатков свинца на поверхности хлорида натрия по результатам сканирующей электронной микроскопии, однако не указана единица измерения.

Перечисленные недостатки и замечания не меняют общего положительного впечатления о рассматриваемой работе.

**Заключение.** Диссертация выполнена на актуальную тему. Основные результаты обладают научной новизной и практической ценностью. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Материалы диссертации опубликованы в авторитетных научных изданиях. Диссертация соответствует специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния. Содержание диссертационной работы Дышековой Аминат Хусеновны «Межфазные характеристики жидкого свинца с щелочно-галогенидными кристаллами различной ориентации и при фазовом переходе кварца и оксидов железа», соответствует требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Кандидат физико-математических наук  
(01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника)  
доцент, заведующий кафедрой физической электроники  
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет»

Хасанов Асламбек Идрисович

364024, г. Грозный, ул. А. Шерипова, 32

Тел.: 8 (8712) 29-55-51

E-mail: [aslan2001@rambler.ru](mailto:aslan2001@rambler.ru)

23.11.2020 г.



Заведующий кафедрой  
физической электроники  
А.И. Хасанов