

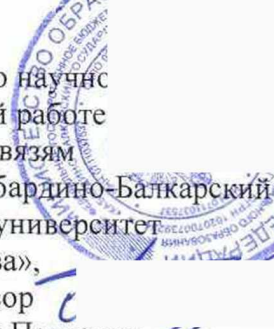
**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(Минобрнауки России)**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

Ул. Чернышевского, 173, Нальчик, КБР, 360004. Тел./факс (8-8662) 42-52-54
E-mail.ru: bsk@kbsu.ru ОКПО 02069510, ОГРН 1020700739234, ИНН 0711037537, КПП 072501001

20.10.2015 № 01-25/2611-1
На № _____ от _____

Г УТВЕРЖДАЮ:
И.о. проректора по научной
исследовательской работе
международным связям
ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский
государственный университет
им. Х.М. Бербекова»,
д.ф.-м. н., профессор
Савинцев Алексей Петрович
«19» октября 2015 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования «Кабардино-Балкарский
государственный университет им. Х.М. Бербекова»
на диссертационную работу **Суслиной Наиلى Наилевны**
«Образование и рост промежуточных фаз в сложных металлических
системах при контактном плавлении», представленной на соискание ученой
степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.07
– физика конденсированного состояния и 01.04.14 – теплофизика и
теоретическая теплотехника

Основным направлением исследований, лежащих в основе
диссертационной работы Суслиной Наиلى Наилевны, является изучение
процессов, происходящих на границе твердой и жидкой фаз. Эффективным
методом исследования этих процессов является контактное плавление.

Несмотря на большое число работ, выполненных в данном направлении, единой точки зрения на процессы, происходящие на межфазных границах при возникновении и росте жидкой фазы, не существует. Основой исследований в этом направлении является физика межфазных явлений в конденсированной системе. Получаемые при этом сведения широко используются на практике. Таким образом, тема диссертации Суслиной Наири Наилевны является **актуальной**.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, списка литературы, включающего 143 наименований. Содержание работы изложено на 122 страницах машинописного текста и включает 34 рисунка и 7 таблиц.

Во введении дана общая характеристика работы, обоснована актуальность темы диссертационного исследования, кратко раскрывается содержимое решаемых в ней задач, формулируется цель работы, отмечаются научная новизна и практическая ценность результатов исследования.

В первой главе диссертации анализируется взаимодействие между жидкой и кристаллической фазами в металлических системах. Дан критический обзор представлений о природе взаимодействия кристаллической и жидкой фаз. Сформулированы проблемы, связанные с обоснованием диффузионной и адгезионной гипотез контактного плавления. Данная глава завершается постановкой задачи и выбором объектов исследования.

Во второй главе диссертационной работы содержится ряд важных, в том числе новых, научных результатов. Предложена, проверена и запатентована новая методика построения линий солидуса в эвтектических системах. Для этого осуществляется контактное плавление для ряда составов, причем одним из образцов является исследуемый состав. Если этот состав оказывается в зоне твердой фазы диаграммы состояния, то рост жидкой прослойки происходит обычным образом, если же исследуемый состав представляет собой смесь твердой и жидкой фаз, то происходит разрыв

жидкой прослойки. Применение этой методики позволило сделать обоснованный выбор между опубликованными в справочных изданиях диаграммами состояния системы олово–таллий для расчета параметров, характеризующих контактное плавление в этой системе.

В третьей главе предложена оригинальная методика оценки концентрационной зависимости коэффициента диффузии жидкой фазы. Применение этой методики возможно в тех случаях, когда жидкая фаза на диаграмме состояния разделена на две или более концентрационных областей твердыми промежуточными фазами. Тогда, определяя с помощью контактного плавления коэффициент диффузии для каждой жидкофазной области, оценивают концентрационный ход коэффициента диффузии. В обсуждаемой работе эта методика использована на примере системы висмут–таллий.

Четвертая глава посвящена обобщению ранее уже применяемой методики расчета параметров, характеризующих рост жидкой прослойки при контактном плавлении, на системы, на диаграммах состояния которых жидкая фаза с обеих сторон граничит с промежуточными твердыми фазами, интерметаллидами. С помощью указанной методики по полученным экспериментальным результатам произведены расчеты искомых параметров в сложной системе индий–олово.

При получении системы базовых уравнений, характеризующих кинетику контактного плавления в двойных системах, показана идентичность двух форм этой системы, а именно, формы, учитывающей закон сохранения количества вещества, то есть приравнивания количества расплавленного вещества количеству вещества в жидкой прослойке, и формы, базирующейся на применении первого закона Фика к границам жидкой фазы с обоими исходными образцами.

В основе обсуждаемой диссертационной работы лежат экспериментальные результаты по контактному плавлению в четырех

двойных системах. Это системы висмут–галлий, свинец–олово, олово–галлий и индий–олово. Следует отметить, что речь идет не только о контактном плавлении между чистыми исходными образцами, но и о контактном плавлении между однофазными образцами различного состава. Исходные образцы представляли собой чистые металлы, твердые растворы, интерметаллиды, а составы изменялись от чистых металлов до значений, определяемых линиями солидуса. Идея таких исследований заключается в том, чтобы показать независимость концентрационного интервала жидкой прослойки от состава исходных образцов исследуемой системы при заданной температуре.

Полученные экспериментальные результаты проанализированы на соответствие концентрационного интервала жидкой прослойки интервалу гомогенности жидкой фазы на диаграммах состояния. С удовлетворительной точностью показано наличие такого соответствия в исследованных в этом направлении системах. Следует отметить, что подбор систем включает как простую эвтектическую систему свинец–олово, так и более сложные системы с промежуточными твердыми фазами на диаграммах состояния, – олово–галлий и индий–олово.

На основе полученных результатов сделан вывод о неправомерности адгезионной теории контактного плавления, следуя которой можно прийти к выводу о том, что концентрационная протяженность жидкой прослойки зависит от состава исходных твердых фаз. Прямым расчетом показана несостоятельность и диффузионной теории контактного плавления, так как за время опыта промежуточные твердые фазы, необходимые в контактной зоне для обеспечения солидусного состава, не успевают сформироваться. Поэтому автор придерживается модели формирования контактной прослойки с участием периодически возникающей на границах с твердыми образцами метастабильной, пересыщенной веществом сопряженного твердого образца,

жидкости, которая в результате кристаллизации обеспечивает необходимый солидусный состав.

В пятой главе дается подтверждение возможности указанных процессов. В дополнение к реальному эксперименту, построена компьютерная модель процесса формирования контактной прослойки. В основу моделирования положена методика клеточных автоматов. На примере модельной системы с четырьмя промежуточными фазами показана возможность образования метастабильных областей, а также возможность отсутствия в прослойке некоторых фаз, имеющих на диаграмме состояния, что часто наблюдается на практике. Сделана попытка расширения предложенной для контактного плавления модели на твердые промежуточные фазы.

В качестве научной новизны полученных результатов можно отметить:

1. Разработана новая методика расчета параметров, характеризующих рост жидкой прослойки при контактном плавлении в сложной двухкомпонентной системе, содержащей промежуточные твердые фазы по обе стороны от жидкой фазы по результатам контактного плавления в нестационарно-диффузионном режиме.

2. С помощью оригинальной методики произведена оценка концентрационной зависимости коэффициента диффузии в системе висмут-таллий

3. Разработана новая методика компьютерного эксперимента, имитирующего формирование контактной зоны в сложной двухкомпонентной системе с несколькими промежуточными фазами. Полученные результаты согласуются с результатами реального эксперимента.

Теоретическая и практическая значимость.

1. Разработанная и запатентованная методика построения линий солидуса диаграмм состояния, применена на практике для оценки достоверности диаграмм состояния системы олово–галлий.

2. Методика компьютерного эксперимента, разработанная для исследования формирования контактной зоны в сложной двухкомпонентной системе с несколькими промежуточными фазами, применяется для исследования фазообразования в контактной зоне.

3. Изучение процессов формирования промежуточных фаз, в том числе жидкой, лежат в основе представлений, необходимых для создания материалов с определенными свойствами, поскольку межфазные явления во многом определяют коррозионные и механические свойства конструкционных и композиционных наноматериалов. Детальное изучение межфазных явлений важно для разработки различных электронных приборов.

4. Предложенный в работе метод построения линий солидуса может быть использован для уточнения диаграмм состояния. Проведенные при выполнении работы исследования служат углублению понимания процессов, происходящих на границе твердой и жидкой фаз, развитию методов исследования диффузионных процессов в металлических жидкостях.

5. Компьютерное моделирование возникновения и роста промежуточных фаз, использованное в работе, стимулирует дальнейшие исследования в области этого перспективного направления. В области компьютерного моделирования целесообразно рассмотреть процессы, происходящие на межфазных границах методами молекулярной динамики и Монте-Карло.

Степень достоверности результатов работы.

Результаты и выводы, изложенные в диссертационной работе, достоверны и сомнений не вызывает, поскольку в работе использованы

апробированные методики эксперимента и стандартные методики оценки погрешностей измерений, а полученные результаты согласуются с известными аналогами, не противоречат известным представлениям о фазовых переходах. Результаты обсуждались на всероссийских и международных конференциях и были опубликованы в рецензируемых журналах. Отдельные результаты защищены патентом РФ.

Соответствие темы диссертации паспорту научной специальности

У ведущей организации возник вопрос относительно соответствия темы диссертации двум специальностям: 01.04.07. – физика конденсированного состояния и 01.04.14. – теплофизика и теоретическая теплотехника, в связи с чем был сделан запрос о предоставлении заключения Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». После ознакомления с полученным Заключением ведущая организация пришла к выводу, что отраженные в диссертации научные положения соответствуют области исследований по специальностям 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния» и 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника», включающие теоретические и экспериментальные изучения физической природы свойств металлов и их сплавов. Полученные научные результаты соответствуют пунктам 1, 2 и 5 Паспорта специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния» и пункту 1 Паспорта специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Отметим, что содержание автореферата отражает результаты диссертационной работы.

Личный вклад автора

Из содержания диссертационной работы и опубликованных статей следует, что в работе автором внесен значимый вклад. Отметим также, что

были поставлены и решены задачи, полученные результаты соответствуют требованиям предъявляемым к степени кандидата наук.

Замечания

1. В работе имеются несоответствия правилам оформления диссертаций. Например, главы не отмечены словом «Глава», ссылки на литературу идут не по порядку, например, на стр.18-21 отсутствуют ссылки [34-35], хотя они встречаются на 88 странице, отсутствуют ссылки по тексту [1-4], [62], [74], [87], [122]. Имеются грамматические и стилистические ошибки (стр. 5 и т. д.).

2. Вызывает сомнение указание на новизну исследования контактного плавления в некоторых легкоплавких системах. Контактное плавление в этих системах ранее исследовалось подробно в лаборатории контактного плавления Кабардино-Балкарского государственного университета.

3. Представленные результаты концентрационной зависимости коэффициента диффузии в системе висмут–таллий могут рассматриваться лишь как грубо оценочные, так как вся кривая базируется на двух точках, полученных автором работы.

4. Работа существенно выиграла бы, если бы при компьютерном моделировании процессов роста промежуточных фаз автор использовал не модельную систему, а реальную, например, из числа экспериментально исследованных.

Заключение

Указанные замечания не снижают научной и практической ценности рассмотренной диссертационной работы и не оказывают решающего влияния на ее общую положительную оценку. Диссертация Суслиной Н.Н. является научно-квалификационной работой, в которой на основании экспериментальных исследований и компьютерного моделирования

выявлены особенности образования и роста новых фаз на межфазных границах разнородных металлов, возникающих при контактном плавлении.

Считаем, что диссертация Суслиной Н.Н. «Образование и рост промежуточных фаз в сложных металлических системах при контактном плавлении» по актуальности, научной новизне, практической значимости и личному вкладу автора отвечает требованиям и полностью соответствует пункту 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Суслина Наиля Наилевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.07 – физика конденсированного состояния и 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

Результаты диссертационной работы обсуждены на заседании Регионального семинара «Физика межфазных явлений» им. С.Н. Задумкина 14 октября 2015 г., протокол № 1. Отзыв на диссертацию заслушан и утвержден на заседании кафедры физики конденсированного состояния ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» 16 октября 2015 г., протокол №



ПОДПИСЬ *Хоконов Х.Б., Шибзухова И.Г.*
ЗАВЕРЯЮ
ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА
УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВОГО
ПРАВОВОГО И ОБЕСПЕЧЕНИЯ
КБГУ
И.В. Шибзухова 18.10.15

Председатель семинара,
заведующий кафедрой физики
конденсированного состояния,
д.ф.-м.н., профессор
Секретарь семинара,
д.ф.-м.н., профессор

16 Хоконов Хазратали Бесланович
17 Шибзухова Ирина Гусейновна
18

Адрес:

360004, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул.
Чернышевского, 173