

ОТЗЫВ

ведущей организации – ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», г. Грозный о диссертационной работе Шерметова Астемира Хусеновича «Поверхностное натяжение и плотность расплавов на основе свинца и алюминия и смачиваемость ими твёрдых металлических поверхностей (Cu, Al, Ti, Ni-Cr, Co-Cr, конструкционных и реакторных сталей)», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Диссертационная работа А.Х. Шерметова посвящена исследованию поверхностного натяжения и плотности расплавов на основе свинца и алюминия и смачиваемости ими различных твердых металлических поверхностей. Представлены особенности морфологии поверхности исследуемых металлических подложек после контакта с расплавами Pb-Na. В работе особое внимание уделено поверхностным свойствам расплавов Pb-Na и Al-Cu. Кроме того, в работе изучалась степень смачивания расплавами на основе свинца подложек из Ni-Cr, Co-Cr, стали марки 12X18H9T и 25X18H9C2, реакторных сталей ЭК 173, ЭК 181, ЭК 450, ЭП 753А, ЭП 753тур и смачиваемость алюминиево-медными расплавами подложек из Ni-Cr, Co-Cr, Ti, сталь марки 25X18H9C2.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена тем, что свинцовые сплавы, в частности Pb-Bi и Pb-Na, используют в качестве теплоносителей в реакторных установках на быстрых нейтронах. Известен факт образования в ядерных установках пленочного режима течения теплоносителя при плохом смачивании стенок реактора, который приводит к снижению эффективности теплоотвода. Исходя из этого, изучение степени смачиваемости жидкими металлами поверхностей теплообменников в атомных реакторах является актуальной задачей. Сплавы Pb-Ni используют для изготовления сварной, паяной и литой аппаратуры, работающей в условиях средней и повышенной агрессивности. А сплавы Al-Cu находят широкое применение в промышленности и авиа- и машиностроении.

Научная новизна результатов исследования и практическая значимость работы. Соискателем впервые получены данные по температурной и концентрационной зависимости плотности, мольного объема, поверхностного натяжения и адсорбции натрия в расплавах Pb-Na с малыми (до ~0,5 ат.%) натрия. Впервые проведено исследование адсорбции алюминия в расплавах Al-Cu и изучена степень смачивания этими расплавами подложек из Ni-Cr, Co-Cr, Ti, сталь марки 25X18H9C2. Изучено смачиваемость расплавами Pb-Ni медных и алюминиевых подложек.

Достоверность и обоснованность результатов диссертационной работы подтверждается использованием общепризнанных

экспериментальных методов для определения плотности, поверхностного натяжения и угла смачивания; согласованностью с известными теоретическими и экспериментальными данными; использованием сертифицированных измерительных приборов для исследования морфологии поверхности подложек.

Краткий анализ содержания диссертации

Во введении диссертационной работы обоснована актуальность темы работы, определены цели и задачи исследования, перечислены полученные результаты, продемонстрирована их научная новизна и практическая ценность, показана обоснованность и достоверность результатов. Приведены основные положения, выносимые на защиту, сведения об апробации работы, а также кратко описана структура и объем диссертации.

В первой главе представлен критический обзор литературных данных по теме диссертационной работы.

Во второй главе описана методика проведения экспериментов. Показано, что исследуемые сплавы систем Pb-Na, и Al-Cu готовились в кварцевых ампулах из исходных материалов чистотой: свинец (марки В4), алюминий (99,9%) и медь (99,96 %). Плотность, поверхностное натяжение и краевой угол смачивания изучались методом «большой» капли в атмосфере чистого гелия (марки А). После выхода из капилляра капля расплава подавалась в графитовую чашу или на исследуемую подложку. Производилась фотофиксация профиля капли при разных температурах. При изучении краевого угла смачивания для обмера профилей капель расплава использовался как традиционный метод, так и автоматизированный. Для определения плотности и поверхностного натяжения по фотографиям профиля капли использовался современный автоматизированный программный комплекс SigmaC, основанного с использованием среды программирования Delphi Л.Б. Директором и И. Л. Майковым в Объединенном институте высоких температур РАН, г. Москва.

Третья глава посвящена исследованию влияния малых концентраций (до 0,46 ат.%) натрия в свинце и добавок меди (до 70 ат.%) в алюминий на плотность и поверхностное натяжение расплавов. Для системы свинец-натрий исследования проводились в двух режимах - нагревание и охлаждение. Показана четкая зависимость политерм плотности и поверхностного натяжения от температурных режимов – на политермах появляется гистерезис. Данное явление автор связывает с наличием квазимолекулярных образований, которые медленно разрушаются при повышении температуры. На изотермах плотности и поверхностного натяжения при концентрациях от 0,214 до 0,249 ат.% Na экспериментально обнаружена особенность, которая проявляется и на концентрационной зависимости температурных коэффициентов плотности, мольного объема и поверхностного натяжения. Значения мольных объемов расплавов Pb-Na, полученные при разных температурных режимах отличаются друг от друга. Автором в предположении идеальности растворов проведены расчеты адсорбции натрия (N-вариант Гуггенгейма-Адама) в системе Pb-Na.

Показано, что положение и значение максимумов адсорбции меняются в зависимости от температуры и концентрации натрия в расплаве свинца.

Исследование плотности, поверхностного натяжения и адсорбции в расплавах Al-Cu показали, что как плотность, так и поверхностное натяжение имеют отрицательный температурный коэффициент. Также как и в случае системы Pb-Na, максимум адсорбции зависит от температуры и концентрации. Полученные данные автор связывает со структурными изменениями, происходящими наряду с адсорбционно-десорбционными процессами.

Четвертая глава диссертации глава посвящена изучению смачиваемости сплавами на основе свинца различных металлических поверхностей, морфологии и состава поверхности исследуемых образцов. Показано, что с увеличением концентрации натрия в расплаве существенно уменьшаются значения краевых углов смачивания подложек из Ni-Cr, Co-Cr и нержавеющей стали 25X18H9C2. Так же, на полимерах обнаруживаются «пороги» смачивания, что связано с характером взаимодействия расплава с подложкой. В изученном концентрационном интервале не наблюдается перехода к режиму смачивания расплавами Pb-Na указанных выше подложек. Представлены результаты изучения морфологии поверхности исследуемых образцов и подложек разными методами (РФЭС, СЭМ, ЭОС). Показано, что расплавы Pb-Na не смачивают исследуемые подложки (Ni-Cr, Co-Cr и нержавеющей стали 25X18H9C2). При изучении морфологии методом СЭМ обнаруживаются игольчатые образования и на поверхности образцов обнаруживается кислород. Результаты исследования поверхностей изученных расплавов и подложек показывают, что свинец находится в нескольких состояниях (металлическом и в состоянии оксида).

В **пятой главе** приводятся результаты экспериментального исследования смачиваемости расплавами на основе свинца, алюминия и меди конструкционных и реакторных сталей.

На температурных зависимостях краевого угла смачивания расплавами Pb-Ni обнаружены пороги смачивания. Установлено, что данные расплавы полностью растекаются по медной подложке, но не смачивают алюминиевую подложку.

При изучении степени смачивания расплавами Al-Cu подложек из Ni-Cr, Co-Cr, Ti, сталь марки 25X18H9C2 обнаружено, что все изученные расплавы смачивают исследуемые подложки. В данной системе также обнаруживаются пороги смачивания.

Была изучена влияние наличие инертной атмосферы на смачиваемость расплавами Pb-Bi подложки из стали марки 12X18H9T. Показано, что при поведении исследований в инертной атмосфере чистого гелия уменьшается угол смачивания, а порог смачивания обнаруживается не во всех исследуемых образцах. Пороги смачивания, обнаруженные при изучении угла смачивания расплавами Pb-Bi подложек ряда реакторных сталей, объясняются тем, что на исследуемых сплавах при температурах выше 923 К разрушаются оксидные пленки.

Диссертационная работа завершается заключением, где сформулированы общие выводы, отражающие наиболее важные результаты исследования в целом.

Однако по тексту диссертации имеется ряд замечаний и пожеланий:

1. Автором проведены только расчеты адсорбции натрия в разбавленных растворах свинец-натрий. Полученные автором экспериментальные данные по концентрационной зависимости поверхностного натяжения позволяют вычислить и другие свойства поверхностного слоя. Это - состав и минимально возможная толщина поверхностного слоя. На наш взгляд такие расчеты обогатили бы диссертационную работу.

2. В работе проведен анализ твердой поверхности современными методами после смачивания их жидкими расплавами. При этом обнаружены некоторые особенности строения поверхности. На наш взгляд следовало бы уделить большее внимание этим результатам и дать более полный анализ этих особенностей.

3. Весьма информативным и ценным было бы изучение температурной зависимости плотности, мольного объема, поверхностного натяжения и адсорбции в расплавах Al-Cu как в режиме охлаждения, так и в режиме нагревания.

4. В работе имеются опечатки и недостатки в оформлении. В частности, подписи к некоторым иллюстрациям плохо различимы.

Отмеченные замечания не снижают научной и практической значимости полученных результатов и общую положительную оценку работы, а в значительной степени носят характер пожеланий.

Диссертация представляет собой самостоятельную выполненную, цельную и завершенную научно-исследовательскую работу на достаточно актуальную тему. Автореферат диссертации дает полное представление о проведенных автором исследованиях и о полученных результатах.

Заключение

Диссертационная работа А.Х. Шерметова «Поверхностное натяжение и плотность расплавов на основе свинца и алюминия и смачиваемость ими твёрдых металлических поверхностей (Cu, Al, Ti, Ni-Cr, Co-Cr, конструкционных и реакторных сталей)» представляет собой завершенную научно-квалификационную работу и удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п.п. 9, 10 «Положения о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 г., № 842). Тема и содержание диссертации соответствует п.п. 1,2 Паспорта специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

По объему выполненных работ и новизне полученных результатов диссертационная работа А.Х. Шерметова на тему «Поверхностное натяжение и плотность расплавов на основе свинца и алюминия и смачиваемость ими твёрдых металлических поверхностей (Cu, Al, Ti, Ni-Cr, Co-Cr,

конструкционных и реакторных сталей)» рекомендуется для защиты на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Отзыв составлен к.ф.-м.н., доцентом кафедры общей физики Элимхановым Джабраилом Зайндиевичем. Отзыв был обсужден и утвержден на заседании кафедры общей физики ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», протокол №6 от 14 января 2022 года.

доцент кафедры общей физики,
и.о. заведующего кафедрой общей физики,
к.ф.-м.н.

Алихаджиев С. Х.



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Чеченский государственный университет» 364024,
Российская федерация, г. Грозный, ул. Шерипова 32. Тел./факс 8(8712) 29-00-
04. E-mail: mail@chesu.ru