

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Тикиной Ирины Владимировны

«Термические свойства жидкометаллического теплоносителя
системы Bi-Pb-Sn-Cd»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника

Актуальность. Создание теплоносителей, пригодных для обеспечения длительного функционирования современных высокотемпературных аппаратов, является важной задачей. Перспективными теплоносителями по ряду причин оказываются многокомпонентные металлические расплавы. Оптимизация состава таких теплоносителей связана с оценкой их теплофизических свойств. Соответствующие экспериментальные исследования выполнить для всей совокупности материалов невозможно. В данной ситуации в первую очередь необходимо расчетным путем определить теплофизические характеристики (ТФХ) расплавов и влияние на них температуры, давления, химических превращений. Поэтому диссертационное исследование И. В. Тикиной, посвященное разработке методов и проведению расчетов ТФХ теплоносителей, является актуальным.

Научная новизна. Диссертантом впервые получены сведения о ТФХ новых технически важных материалах - расплавах системы Bi-Pb-Sn-Cd в широком диапазоне температур, давлений, с учетом взаимодействия расплава и внешней газовой среды. Сведения получены в основном расчетные, но для контроля впервые сделаны измерения ряда характеристик некоторых материалов. Впервые проведено термодинамическое моделирование термического разложения изученных материалов при различных температурах и давлениях. Кроме жидкой фазы получены сведения о свойствах компонентов паровой фазы. Таким образом, объем и качество новой информации достаточны для того, чтобы считать, что исследование И. В. Тикиной удовлетворяет требованиям ВАК.

Значимость для науки и практики. Сведения, полученные в диссертации И. В. Тикиной, имеют большое практическое значение, поскольку на их основе может быть проведен выбор концентраций компонентов для создания теплоносителя к тому или иному конкретному аппарату. Теоретическая значимость работы заключается в установлении основных закономерностей изменения ТФХ изученной группы теплоносителей в широких диапазонах температур и давлений. Последнее

является основой для дальнейшего изучения физических и химических процессов, протекающих в теплоносителях.

Общая характеристика диссертации. Объем диссертации – 154 страницы. Структурно она разделена на Введение, четыре Главы, Заключение, Список литературы и два Приложения. Во Введении приведена общая характеристика работы.

Первая Глава посвящена критическому анализу известных свойств системы Bi-Pb-Sn-Cd . На основании проведенного анализа диссертантом сделан вывод о большой сложности рассматриваемой системы, большом количестве ее компонентов и о недостаточной изученности свойств. Это послужило основанием для последующей разработки методов численного моделирования, поскольку физические эксперименты требуют значительных материальных затрат и значительного времени. Естественно, что для контроля качества расчетов необходимы «реперные» точки, полученные экспериментально. Последнее послужило причиной развития экспериментальной базы.

Во второй Главе рассмотрена установка, позволяющая осуществлять термический анализ рассматриваемых материалов. С помощью данной установки были оценены температуры критических точек в системе. Проведение исследований с помощью сканирующего электронного микроскопа и рентгеноструктурные исследования позволили определить параметры микроструктуры исследованных образцов. В дальнейшем эти результаты экспериментального изучения нескольких материалов будут использованы для контроля качества расчетов.

В Главе 3 описана методика термодинамического моделирования свойств сложных объектов. В качестве базовой методики диссертант использовала программный пакет TERRA. В дальнейшем этот пакет был доработан с целью термодинамического расчета свойств металлических и оксидных соединений; была разработана методика оценки соответствующих параметров модели для рассматриваемых случаев. Результаты расчетов ТФХ ряда изученных экспериментально материалов показали, что предложенная модель дает значения, отличающиеся от экспериментальных не более чем на 15 %.

Глава 4 посвящена описанию результатов термодинамического моделирования ТФХ многочисленных компонентов рассматриваемых систем в условиях нагрева в атмосфере аргона или кислорода. Расчет выполнен для широкого диапазона температур и давлений. Полученные многочисленные результаты обсуждаются диссертантом. Установлено в частности, что концентрации компонентов изменяются при нагреве, установлены те

компоненты, которые дают наибольший вклад в ТФХ. Установлено влияние давления на свойства рассматриваемых систем, влияние окисления и др. Четвертая глава наибольшая по объему и наиболее значимая часть диссертационного исследования. Именно в четвертой главе обоснованы все те научные положения, которые автором вынесены на защиту

В Заключении в краткой форме представлены результаты и выводы, следующие из диссертационной работы.

Список литературы достаточно полный, содержащий 120 источников, свидетельствуют о широком научном кругозоре диссертанта.

В Приложении 1 представлены в виде таблиц значения параметров, необходимые для проведения расчетов.

В Приложении 2 представлены в виде таблиц коэффициенты расчетных уравнений и результаты расчета ТФХ систем.

Материал, представленный в диссертации, позволяет отметить, что поставленная задача исследования выполнена диссертантом.

Диссертация характеризуется последовательным изложением проблемы. Она написана хорошим литературным языком.

Автореферат правильно передает содержание диссертации.

Диссертация и автореферат диссертации И. В. Тикиной по оформлению соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11 – 2011. Содержание разделов диссертации соответствует теме и подчинено цели работы. Основное содержание работы опубликовано в 31 работе, из них 7 – в изданиях, рекомендованных ВАК; 5 – в изданиях, цитируемых в базах данных Scopus и Web of Science. Результаты работы прошли апробацию на Международных и Российских научных конференциях.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, выносимых на защиту. Диссертантом вынесено на защиту пять научных положений (стр. 7). Сформулированы они неудачно, и скорее напоминают факты, перечисленные в разделе «Научная новизна». Однако в основном тексте диссертации эти положения сформулированы именно так, как должно быть. Рассмотрим их. Большая часть положений сформулирована в Выводах к главе 4. Они могут быть записаны, как установление основных закономерностей изменения ТФХ рассмотренных систем и их компонентов при изменении внешних параметров. В частности, повышение внешнего давления в атмосфере Ar приводит к повышению температурного интервала термической стабильности, температура максимума парциального давления металлических компонентов смещается в область более высоких температур и др. Данные выводы следует сгруппировать и изложить в компактной форме в виде положений.

Важное научное положение вытекает и из Главы 2: установка для проведения термического анализа пригодна для исследования рассматриваемых материалов. Из третьей Главы следует, что программный пакет TERRA и методика расчета входных параметров позволяют оценивать ТФХ материалов с погрешностью не более 15 %.

Иными словами, проведенная автором работа обладает научным смыслом, который может быть изложен в виде научных положений, обладающих научной новизной.

Достоверность научных положений, сформулированных в диссертации, базируется на использовании фундаментальных положений теории теплопереноса и законов сохранения. Результаты, полученные в работе, подтверждаются качественным, принципиальным согласием с наиболее достоверными результатами, полученными по сходным проблемам другими авторами. Достоверность использованных автором моделей подтверждается согласием расчетных и экспериментальных результатов.

Основные замечания. Диссертация не свободна от недостатков. К сделанному выше замечанию относительно формулировок научных положений, добавим следующие.

1. Каково происхождение формулы (3.1) на стр. 39?
2. Аргументом первого логарифма в формуле (3.1) является размерная величина. Что такое R_0 ? В каких единицах измеряются параметры R_0 , T и V ?
3. Каково происхождение формулы (3.18) на стр. 55?
4. С чем связано снижение числа молей системы расплав-газ при нагреве выше 1200 К в атмосфере Ar (стр. 82, рис. 4.15) для давлений более 10^5 Па?

Следует отметить, что сделанные замечания не снижают общей ценности работы, и не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

Заключение. Диссертационная работа И. В. Тикиной по совокупности качественных показателей удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В диссертационной работе на основании выполненных автором исследований разработана методика расчета ТФХ рассматриваемых систем, получен большой объем новой информации, позволяющий проследить за изменением свойств изученных систем в зависимости от внешних параметров. Рассматриваемые материалы представляют интерес как теплоносители высокотемпературных аппаратов, их изучение необходимо для создания новой техники, и следовательно они важны для развития

страны. Таким образом, диссертационное исследование И. В. Тикиной «Термические свойства жидкометаллического теплоносителя системы Bi-Pb-Sn-Cd» соответствует по своему содержанию критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ.

Считаю, что Тикина Ирина Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Сведения об авторе отзыва.

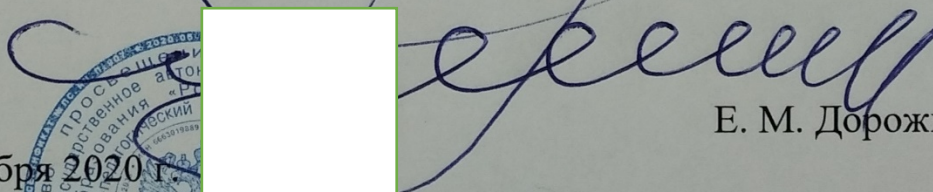
1. Фамилия, имя, отчество: Ивлиев Андрей Дмитриевич
2. Должность: профессор кафедры математических и естественнонаучных дисциплин ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально педагогический университет».
3. Ученая степень: доктор физико-математических наук: шифр специальности: 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника;
4. Ученое звание: профессор.
5. Наименование организации: ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет».
6. Почтовый адрес: 620012, Екатеринбург, ул. Машиностроителей, 11. РГППУ, каф. МЕН.
7. Телефон: +7(343) 221-19-51
8. E-mail: ad_i48@mail.ru

Доктор физико-математических наук, профессор,
профессор кафедры математических и
естественнонаучных дисциплин ФГАОУ ВО
«Российский государственный
профессионально-педагогический университет»



А. Д. Ивлиев

Подпись профессора Ивлиева Андрея Дмитриевича заверяю.
Ректор ФГАОУ ВО «Российский государственный
профессионально-педагогический университет»



Е. М. Дорожкин

16 сентября 2020 г.

