

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации Абдуллаева Расула Нажмуудиновича «Термические свойства и коэффициенты взаимной диффузии жидких сплавов натрий–свинец и калий–свинец с частично ионным характером межатомного взаимодействия» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

Признаки существенного возмущения электронной подсистемы расплавов, содержащих щелочные металлы, при определенных стехиометрических соотношениях концентраций компонентов давно привлекают внимание специалистов. Достаточно заметить, что на нескольких международных конференциях по жидким и аморфным металлам серии LAM для работ этого направления были выделены отдельные заседания. В частности, обсуждаются особенности на концентрационных зависимостях свойств расплавов K-Pb и Na-Pb при соотношениях концентраций 1:1, а во втором случае – и при 4:1. Для исчерпывающего анализа причин этих аномалий были необходимы надежные данные о поведении теплофизических свойств вблизи указанных составов. Такие исследования актуальны и с технологической точки зрения, поскольку перечисленные расплавы рассматриваются сейчас в качестве перспективных теплоносителей для ядерных реакторов нового поколения.

Указанные обстоятельства продиктовали тему диссертационной работы Р.Н.Абдуллаева. Используя один из наиболее чувствительных и точных методов измерения объемных свойств сплавов в жидком и твердом состояниях – гамма-метод измерения плотности – он провел весьма трудоемкое их исследование для 11 составов системы натрий–свинец и 7 составов калий–свинец. В обоих случаях интервалы концентраций охватывали указанные выше стехиометрические соотношения, в которых предполагались аномальные изменения свойств. Кроме того, Р.Н.Абдуллаев использовал гамма-денситометр и для измерения коэффициентов взаимной диффузии компонентов в этих системах методом, сравнительно недавно разработанным его руководителем. На основании полученных экспериментальных результатов и литературных данных по функциям стабильности он оценил и вязкость ряда расплавов Na-Pb и K-Pb. Методика этой оценки принадлежит диссертанту и, судя по сопоставлению с данными группы А.Г.Морачевского, дает весьма надежные результаты. В работе обоснованно делается вывод о том, что данная методика может быть использована и «в обратном направлении», т.е. для оценки коэффициентов взаимной диффузии в жидких сплавах из данных по их вязкости и функции стабильности.

Достоверность экспериментальных результатов работы Р.Н.Абдуллаева не вызывают сомнений у оппонента, который так же, как автор, является специалистом по гамма-методу высокотемпературной денситометрии. В течение последних 50 лет новосибирская группа остается лидером и в разработке методики таких измерений, и в конструировании наиболее удачных аппаратов для их реализации. С одобрением могу отметить модернизацию измерительной части этих установок, в результате которой существенно повысились и надежность их работы, и точность получаемых результатов. Оценка погрешностей в диссертации сделана с тщательностью, которая всегда была присуща этой группе и обоснована как результатами самого диссертанта, так их сопоставлением с данными других авторов.

Для исследования избранных объектов Р.Н.Абдуллаеву пришлось решить ряд методических вопросов, которые ранее при подобных измерениях не возникали. Прежде всего, это касается интенсивного испарения жидких щелочных металлов, в результате которого состав расплава мог изменяться в ходе весьма продолжительного опыта в широких пределах. Диссертантом использованы закрытые измерительные ячейки, сконструированные и изготовленные в Институте ядерной физики, г.Обнинск, где проводилось их заполнение. Как материал ячеек, так и их конструкция предотвращали существенное испарение летучих компонентов и взаимодействие расплавов с их стенками и атмосферой.

Таким образом, к защите представлено довольно объемное экспериментальное исследование на актуальную научную тему, выполненное методом, вполне адекватным поставленной задаче.

Основные результаты, наряду с отмеченной выше методикой оценки вязкости, сводятся к следующему:

1. Впервые выполнены подробные и прецизионные измерения объемных свойств жидких сплавов натрия и калия со свинцом в температурном интервале от ликвидуса до 950-1000 К методом проникающего гамма-излучения. Полученные результаты могут быть использованы в качестве справочных данных.
2. Также впервые измерены коэффициенты взаимной диффузии компонентов 7 расплавов Na-Pb и 5 расплавов K-Pb в интервале температур от 550 до 970 К.
3. Обнаружены максимумы на концентрационных зависимостях коэффициента теплового расширения расплавов Na-Pb и коэффициента взаимной диффузии компонентов расплавов Na-Pb и K-Pb в окрестностях составов, при которых предполагаются переходы металл-ионный расплав.

Выводы по перечисленным результатам сделаны вполне обоснованно, и сами результаты согласуются с имеющимися в научной литературе представлениями о возникновении в указанных системах определенных атомных группировок – ассоциатов Зинтля, в пределах которых происходит локализация электронов проводимости.

В ходе выполнения своей работы Р.Н.Абдуллаев проявил качества зрелого экспериментатора, который грамотно планирует свои опыты, правильно их осуществляет и тщательно оценивает их погрешность. Эта зрелость позволила ему, между прочим, очень правдоподобно определить основной источник погрешностей измерения плотности методом капли – невозможность измерения температуры образца непосредственно в его объеме.

Разумеется, работа Р.Н.Абдуллаева не лишена и недочетов, в том числе:

1. Сравнивая различные варианты определения плотности гамма-методом, он приходит к выводу о том, что «применение абсолютного варианта ... оправдано лишь в тех случаях, когда использование относительного варианта затруднено или невозможно». По мнению оппонента, применение абсолютного варианта всегда менее трудоемко по сравнению с относительным. Вопрос только в точности, которая при измерении сплавов, богатых свинцом, может превышать 1%.
2. Для «решения некоторых методических вопросов» диссертант приводит собственные результаты измерения многократно определенных ранее плотностей жидких меди и никеля. Однако, судя по рабочему интервалу температур, эти металлы исследовались им на установке ГП-2, а не на П-3, где он изучал сплавы со щелочными металлами. Из текста диссертации не вполне понятно, какое значение для решения методических вопросов имели эти опыты на другой установке?
3. В диссертации указывается, что для определения плотности образцов при комнатной температуре методом косвенного гидростатического взвешивания вырезались образцы из бездефектной части соответствующих слитков. Вопрос: каким образом определялась бездефектность вырезанных образцов?
4. На стр.73 диссертант приводит данные о макроскопической однородности образцов сплавов с оловом и индием. Однако в работе я не нашел соответствующих оценок для основных изучаемых объектов К-Pb и Na-Pb.
5. Из текста диссертации не ясно, что принимается диссертантом за «относительный скачок плотности при плавлении» и в каких единицах он указан в таблице 3.5?

Наряду с указанными недочетами, хотел бы сделать одно общее замечание по структуре представленной работы. Несмотря на то, что в заголовок диссертации вынесены только сплавы свинца со щелочными металлами, довольно существенное место в ней отдано результатам исследования сплавов Bi-Sn, Bi-In-Sn, Bi-In и Ag-Sn, которые автор представляет читателю то как объект своих методических поисков, то как не содержащие свинца припои, которые имеют самостоятельную научную ценность в рамках проекта, финансируемого Евросоюзом. По мнению оппонента, было бы естественнее вынести и эти объекты в перечень объектов исследования и в заголовок диссертации, посвятив указанному проекту небольшой раздел первой главы и добавив соответствующие выводы.

Отмеченные замечания ни в коей мере не ставят под сомнение тот факт, что к защите представлено самостоятельное исследование, выполненное на актуальную тему, результаты которого являются существенным вкладом в решение вопроса о природе аномального поведения свойств расплавов при переходах металл – ионный расплав. Полагаю, что по совокупности качеств эта работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника. Она в полной мере соответствует паспорту специальности, в который включены «фундаментальные... экспериментальные исследования ... макросвойств веществ в твердом, жидком и газообразном состоянии для более глубокого понимания явлений, протекающих при тепловых процессах и агрегатных изменениях в физических системах». По мнению оппонента, Р.Н.Абдуллаев вполне заслуживает присуждения ему искомой степени кандидата физико-математических наук.

Содержание диссертации достаточно полно отражено в публикациях автора и автореферате диссертации.

Официальный оппонент,
Попель Петр Станиславович,
профессор кафедры физики
и математического моделирования
Уральского государственного
педагогического университета
620017 Россия, Екатеринбург,
пр.Космонавтов, 26
e-mail: pspopel@mail.ru,
тел.: 8 922 204 44 22

20 апреля 2019 г.

