

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Русанова Бориса Андреевича
«Влияние редкоземельных металлов на теплофизические свойства и
стеклообразующую способность сплавов Al-Ni-Co-R»,
представленную на соискание учёной степени кандидата физико-
математических наук по специальности
1.3.8. Физика конденсированного состояния

Актуальность. Промышленность постоянно испытывает потребность в новых материалах. В частности большой интерес вызывают сложные композиции на основе алюминия с добавками переходных и редкоземельных металлов. Эти сплавы обладают многими замечательными механическими свойствами, что требует изучения их теплофизических свойств. Знание теплофизических характеристик материалов открывает путь к широкому внедрению. Естественно, что изучение теплофизических свойств позволяет решить многие важные проблемы фундаментальной физики этих веществ. Таким образом, тема диссертационного исследования Русанова Б. А. является актуальной.

Научная новизна. Диссертантом модернизирован ряд имевшихся экспериментальных установок, благодаря чему они получили новые качества. С помощью модернизированных установок им получен комплекс сведений о теплофизических свойствах (плотности, удельном электрическом сопротивлении) кристаллических сплавов, а также многие сведения о свойствах аморфных сплавов. Диссертантом установлены основные закономерности изменения этих свойств, в частности, установлено, что после температуры ликвидуса плотность сплавов скачкообразно повышается, а удельное электрическое сопротивление снижается.

Значимость для науки и практики. Диссертантом модернизированы средства измерения теплофизических свойств, благодаря чему значительно повысилась надежность результатов измерений. Данные экспериментальные установки пригодны для изучения свойств широкого класса материалов. Установленные свойства сплавов алюминия с переходными и редкоземельными металлами имеют ценность для изучения физики этих соединений и для их промышленного использования. Естественно, что полученные результаты экспериментального исследования представляют интерес и как справочный материал.

Общая характеристика диссертации. Объем диссертации – 160 страниц. Структурно она разделена на Введение, четыре Главы, Заключение, и Список литературы. Во Введении приведена общая характеристика работы.

Первая Глава посвящена литературному обзору. Из анализа опубликованных работ следует, что сплавы алюминия с небольшими добавками переходных и редкоземельных металлов проявляют хорошие свойства в области прочности и коррозионной стойкости, а также представляют интерес как материалы с высокой стеклообразующей способностью. Это

открывает путь для создания новых покрытий. В заключении главы формулируется задача исследования и определяются объекты исследования.

Глава 2 посвящена описанию экспериментальных установок, предназначенных для проведения исследований свойств материалов. Две из этих установок (для измерения плотности и бесконтактного измерения удельного электрического сопротивления) подвергнуты коренной переработке диссертантом, благодаря чему приобрели новые качества. Надежность и точность результатов измерения существенно возросли. Далее в главе описаны использованные автором существующие экспериментальные установки, предназначенные для получения аморфных материалов, для проведения измерений методом дифференциального термического анализа, дифференциальной сканирующей калориметрии, рентгеновских методов оценки параметров структуры, электронной микроскопии и метода измерения удельного электрического сопротивления по 4-зондовой схеме.

В Главе 3 представлены результаты измерения плотности и удельного электрического сопротивления кристаллических сплавов. Полученные диссертантом сведения о свойствах алюминиевых сплавов с добавками переходных и редкоземельных металлов свидетельствуют о новых свойствах этих материалов, не встречавшихся ранее. Среди них, в частности, широкая температурная область двухфазного состояния и снижение электрического сопротивления, и возрастание плотности при температуре ликвидуса. Между результатами исследования плотности и удельного электрического сопротивления имеется отчетливая корреляция.

Обсуждение полученных в данной главе результатов позволило диссертанту обосновать первые три научных положения, вынесенных на защиту.

Глава 4 посвящена изучению свойств аморфных сплавов алюминия с переходными и редкоземельными металлами. В качестве экспериментальной базы для проведения обсуждения автором получены сведения о рентгеновских дифрактометрических спектрах, электронной микроскопии, дифференциальной сканирующей калориметрии, дифференциальном термическом анализе и удельном электрическом сопротивлении. Большой объем информации позволяет сделать вывод об аморфной структуре полученных материалов. Дальнейший их нагрев позволил установить значения температур, свидетельствующих о начале образования тех или иных упорядоченных фаз. В этой главе диссертантом обосновано четвертое научное положение, вынесенное на защиту.

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

Список литературы достаточно полный, содержащий 110 источников, свидетельствует о широком научном кругозоре диссертанта.

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 Русанова Б. А. по оформлению соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11–2011. Содержание разделов диссертации соответствует теме и подчинено цели работы. По теме диссертации опубликовано 22 работы, отражающих основные положения исследования. Среди них 8 работ в журналах, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, индексируемых в международных цитатно-аналитических базах Web of Science и Scopus, 14 докладов в материалах Российских и Международных научных конференций.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, выносимых на защиту. Диссертантом вынесено на защиту четыре научных положения (стр. 9 диссертации). Каждое из них имеет научное содержание и обосновано в диссертационной работе, о чем было отмечено выше. Иными словами, проведенная автором работа обладает научным смыслом, который может быть изложен в виде научных положений, обладающих научной новизной.

Достоверность научных положений и результатов, сформулированных в диссертации, базируется на использовании апробированных научных экспериментальных методик, а также на использовании современных теоретических моделей, позволяющих судить о связи наблюдаемых величин со свойствами изучаемого вещества. Вся совокупность изученных свойств является взаимосвязанной.

Основные замечания. Диссертация не свободна от недостатков. Рассмотрим некоторые.

1. На стр. 61 отмечено: *«В процессе переплавки образцы перемешивались с помощью погружной контрольной термопары не менее 3-х раз для удаления газовых пузырей и пор, отсутствие которых контролировалось сканированием тигля по высоте от дна до поверхности расплава»*. Имеются ли еще какие-либо сведения об особенностях структуры сплавов, изученных в Главе 3? Являются ли они растворами или интерметаллидами?

2. Во всех сплавах, изученных в Главе 3, наблюдается эффект снижения плотности в интервале температур от солидуса до ликвидуса. Как известно, эта область температур характеризуется нестабильностью структуры расплава. В тексте диссертации не упомянуто, проводились ли измерения плотности в сканирующем режиме по высоте тигля, для двухфазной области температур? Если да, то каковы результаты?

3. На рис. 77 (стр. 145), в верхней его части представлена зависимость температуры начала кристаллизации от атомного номера редкоземельного элемента, вносимого в расплав. Из этого рисунка видно, что наименьшей температурой обладает сплав с тербием. Однако, из рис. 51 (стр. 113) этого не следует. Скорее всего, температура начала кристаллизации ниже у сплава с иттербием.

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

Заключение. Диссертация соответствует специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния, и отрасли наук – физико-математические.

В диссертационной работе Русанова Бориса Андреевича «Влияние редкоземельных металлов на теплофизические свойства и стеклообразующую способность сплавов Al-Ni-Co-R» на основании выполненных исследований решена научная задача, имеющая значение для развития физики.

Таким образом, диссертационная работа полностью соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней в УрФУ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Русанов Борис Андреевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Доктор физико-математических наук (специальности: 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника; 01.04.07 – Физика конденсированного состояния), профессор, профессор кафедры математических и естественнонаучных дисциплин, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный профессионально педагогический университет», 620143, Екатеринбург, ул. Машиностроителей, 11, +7(343) 221-19-51, e-mail: ad_i48@mail.ru

Андрей Дмитриевич Ивлиев

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

А. В. Феоктистов

16 февраля 2022 г.
г. Екатеринбург

