

ОТЗЫВ

научного руководителя, к. т. н. **Мурашкина Максима Юрьевича**
о диссертационной работе **Жуковой Ольги Олеговны**
«Механические свойства, электропроводность и термостойкость
наноструктурированных сплавов системы Al-Fe для использования в
электротехнике», представленной на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности
2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы

Жукова Ольга Олеговна 1996 года рождения, в 2020 году окончила с отличием магистратуру ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» по специальности «Материаловедение и технологии материалов». Для осуществления научно-исследовательской деятельности Жукова О.О. проходила обучение в очной аспирантуре ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» с 2020 по 2024 год. Годы обучения в аспирантуре Жукова О.О. успешно совмещала с трудовой деятельностью. За это время она овладела знаниями и навыками, необходимыми для выполнения комплексных исследований в области физики и материаловедения сплавов на основе алюминия, в том числе и в наноструктурированных состояниях. Кроме этого, Жуковой О.О. изучены и освоены основы деформационной обработки, включающей такие методы интенсивной пластической деформации (ИПД), как равноканальное угловое прессование (РКУП) и непрерывное РКУП, выполняемое по схеме Конформ. Использование ИПД в сочетании с традиционными методами холодной деформации – прокаткой или волочением, обеспечило формирование в исследуемых сплавах наноструктурированных состояний, характеризующихся УМЗ структурой алюминиевой матрицы, содержащей частицы вторых фаз (алюминидов железа) имеющих нанометрические размеры, вносящих заметный вклад в достижение повышенного уровня прочностных характеристик, а также их термической стабильности.

В процессе выполнения диссертации Жуковой О.О. проанализирован большой объем научной и методической литературы, включая основные российские и международные публикации по теме работы. Приобретенный научный кругозор позволил ей произвести обоснованный выбор материалов исследования, грамотно спланировать и выполнить эксперименты, а также осуществить теоретические расчеты.

Жукова О.О. показала себя высококвалифицированным исследователем. При выполнении диссертационной работы ей были освоены и использованы разнообразные методики аттестации микроструктуры и физико-механических свойств материалов исследования. В частности, для всестороннего анализа особенностей УМЗ структуры, Жуковой О.О. были использованы такие методы как рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ, сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия, а также энергодисперсионная

спектроскопия. Кроме этого, Жуковой О.О. впервые был проведен комплексный анализ свойств экспериментальных образцов проводников полученных из наноструктурированных сплавов системы Al-Fe, таких как микротвердость, характеристики прочности и пластичности, определенные в результате испытаний на растяжение, удельная электрическая проводимость, удельное электрическое сопротивление, а также определена устойчивость этих свойств к термическим воздействиям. Основная часть микроструктурных исследований и аттестация физико-механических свойств образцов сплавов Al-Fe в исходном состоянии, после деформационной и термической обработок была осуществлена диссертантом с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Нанотех» УУНиТ.

Привлечение разнообразных взаимодополняющих методов исследования наноструктурированных образцов сплавов, позволило корректно провести теоретические расчеты вкладов наноразмерных параметров микроструктуры (частиц вторых фаз) в уровень их прочности и электропроводности, а также установить механизмы, контролирующие изменения физико-механических свойств и дать их адекватную интерпретацию.

Помимо новых фундаментальных знаний в области физического материаловедения, результаты диссертационной работы Жуковой О.О. имеют большое прикладное значение. В частности, на основании экспериментальных исследований и теоретических расчетов, в работе впервые определено оптимальное содержание Fe (1,0-2,2 вес.%), а также основные наноразмерные параметры частиц вторых фаз наличие которых позволяет реализовать в образцах сплавов системы Al-Fe высокопрочное состояние (предел прочности 310 МПа) в сочетании со значительным уровнем электропроводности (~ 52 % IACS) и термостойкости (температура длительной эксплуатации до 150 °C). Также впервые установлено, что для достижения в сплавах системы Al-Fe диспергирования частиц второй фазы (алюминидов железа) до нанометрического диапазона размеров необходимо реализовать высокую скорость затвердевания/кристаллизации расплава ($\geq 10^3$ К/с), используя, например, метод непрерывного литья в электромагнитный кристаллизатор, и осуществить последующую деформационную обработку с использованием ИПД, реализуемую методом РКУП или РКУП-К при комнатной температуре. Продемонстрировано, что финальная холодная деформация, выполненная традиционно используемыми в кабельной промышленности методами прокатки или волочения, позволяет придать экспериментальным образцам из наноструктурированных сплавов необходимую геометрию, для изготовления широкого спектра кабельной продукции и проводов, а также повысить их прочностные характеристики без потери электропроводности. Впервые показано, что легирование сплава Al-0,5Fe (вес.%) полученного методом ЭМК, медью в количестве 0,3 вес.%, и формирование в нем наноструктурированного состояния эффективно для достижения привлекательного соотношения прочность-электропроводность (предел прочности 309 МПа – электропроводность ~ 56 %IACS).

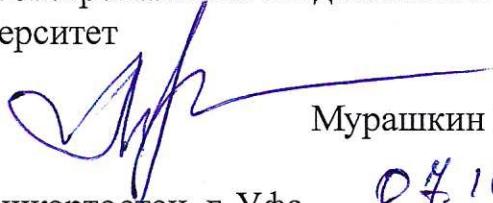
Высокая квалификация диссертанта предопределила получение результатов с высокой степенью достоверности. Достоверность полученных в диссертационной работе результатов также подтверждается их публикацией в реферируемых научных изданиях из перечня ВАК, индексируемых в базах данных «Сеть науки» (Web of Science) и «Скопус» (Scopus), а также представлением на российских и международных конференциях. По результатам исследований научно-квалификационную работу получен патент РФ на изобретение.

Считаю, что диссертация Жуковой О.О. является законченным самостоятельным научным исследованием, вносящим значимый вклад в представления о взаимосвязи микроструктуры и физико-механических свойств изучаемых алюминиевых сплавов; о наноструктурных особенностях сплавов системы Al-Fe, полученных разными методами литья и подвергнуты двухэтапной деформационной обработке, включающей ИПД; о влиянии наноразмерных параметров сплавов на их прочность, электропроводность и термическую стабильность.

На основании представленного считаю, что Жукову Ольгу Олеговну можно охарактеризовать как активного и сложившегося исследователя. Диссертация Жуковой О.О. соответствует требованиям ВАК РФ и п.9 Положения о присуждении ученых степеней. Автор диссертационной работы, Жукова Ольга Олеговна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы.

Научный руководитель:

Кандидат технических наук,
Ведущий научный сотрудник
НИЛ «Металлы и сплавы при экстремальных воздействиях»
ФГБОУ ВО «Уфимский университет
науки и технологий»



Мурашкин Максим Юрьевич

04.10.2024

Адрес: 450076 Республика Башкортостан, г. Уфа,
ул. Заки Валиди, 32
тел.: +7(927)315-55-25
e-mail: murashkinmy@uust.ru



Секретарь
доверяю
Начальник общего отдела уунит
04.10.2024 г.