

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Бобрук Елены Владимировны**
**«Наномасштабные особенности границ зерен и механизмы низкотемпературной
сверхпластичности наноструктурированных сплавов на основе алюминия»**,
представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по
специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы

Использование эффекта сверхпластичности при производстве изделий сложной формы существенно повышает его эффективность. Работа Е.В. Бобрук посвящена установлению закономерностей эволюции структуры наноструктурированных материалов и развитию представлений о механизмах сверхпластической деформации алюминиевых сплавов. Применительно к наноструктурированным материалам, получаемым при интенсивной пластической деформации и отличающимся большой объемной долей границ, выбранная тематика является весьма актуальной. Использование современных методов и техники исследования наноструктурированных материалов обеспечивает успешное решение всех поставленных в работе задач и достижение её цели.

В работе выявлены закономерности структурно-фазовых превращений с образованием наноразмерных частиц вторичных фаз и зерно-границных сегрегаций атомов легирующих элементов в наноструктурированных алюминиевых сплавах; установлены механизмы реализации сверхпластической деформации Al-сплавов разных составов при изменении температуры и скорости деформирования. При помощи электронно-микроскопических in-situ экспериментов и численного моделирования на атомном уровне установлено влияние наномасштабных особенностей тонкой структуры сплавов Al-Zn и перераспределение Zn на деформационные механизмы сверхпластичности. Установлены микромеханизмы эволюции наноструктуры при низкотемпературной сверхпластической деформации в сплавах Al-Zn-Mg, Al-Mg-Si и Al-Mg-Cu, связанные с образованием мелкодисперсных частиц и зернограницных сегрегаций атомов легирующих элементов. Показано, что в термически неупрочняемом сплаве Al-Mg-Mn сверхпластическая деформация реализуется путем активизации кооперативного зернограницного проскальзывания из-за блокировки внутрикристаллического скольжения дополнительными фазами. Наиболее интересными результатами данной работы для прикладного использования являются составленные карты температурно-скоростных условий проявления низкотемпературной сверхпластичности в алюминиевых сплавах исследованных составов, а также получение металло-матричного композита сложной формы.

В целом диссертационная работа Е.В. Бобрук выполнена на высоком научном и техническом уровнях с использованием численного моделирования и современных методов исследований материалов: рентгеноструктурного анализа, дифференциальной сканирующей калориметрии, механических испытаний, сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии, в том числе микроскопии высокого разрешения, атомной пространственной томографии. Основные результаты, изложенные в автореферате, обладают новизной и имеют научную и практическую ценность. Достоверность результатов обеспечивается большим объёмом исследований, выполненных на современном оборудовании и с использованием комплекса современных метрологически аттестованных методов. Результаты согласуются с известными экспериментальными и теоретическими данными для алюминиевых сплавов. Результаты исследований обсуждены на многочисленных российских и международных конференциях, представлены в 54

ВХОД. № 4588-13
«24» 11 2025г.

научных публикациях в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации основных результатов научных работ соискателей ученой степени кандидата и доктора наук и/или входящих в международные наукометрические базы Web of Science и/или Scopus. Практическая значимость работы подтверждена патентами на изобретение новых способов получения наноструктурированных и высокопрочных алюминиевых сплавов, а также алюмо-матричного композиционного материала, разработанных на основе проведенных исследований.

По автореферату диссертации можно сделать следующие замечания:

1. Связан ли механизм перераспределения Zn в пределах зерна с движением решеточных дислокаций? Как влияет дислокационный механизм на величину объемного и зерно-границного коэффициента диффузии при реализации сверхпластичности?

2. Не понятен механизм сверхпластичности, при котором блокируется внутризеренное скольжение и активизируется зернограницное проскальзывание. Ведь последнее реализуется благодаря поглощению границами решеточных дислокаций. Или это не так?

3. Наличие нерасшифрованных аббревиатур, присутствующих в тексте автореферата, мешает его восприятию.

Сделанные замечания не снижают ценность работы. Сформулированные диссертантом научные положения отличаются достаточной степенью новизны, теоретической и практической значимостью. Диссертационное исследование Е.В. Бобрук является самостоятельной, завершенной научно-квалификационной работой, имеющей значимость для развития разделов материаловедения наноструктурированных алюминиевых сплавов. Диссертация Елены Владимировны Бобрук полностью отвечает требованиям пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (в ред. Постановления Правительства РФ от 25.01.2024 г. № 62), предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы.

Исаенкова Маргарита Геннадьевна, д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры физических проблем материаловедения; шифр научной специальности: 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Место работы: Национальный исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт»,

Адрес организации, Москва, 115409, Каширское ш., 31. НИЯУ МИФИ

Телефон: IP 9639

электронная почта: MGIsaenkova@mephi.ru

Я, Исаенкова Маргарита Геннадьевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Подпись

Дата 10.11.2025 г.

Профессор НИЯУ МИФИ,
д.ф.-м.н., профессор

« 10 » ноября 2025 г.



Исаенкова М.Г.

