

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

Работа Бобрук Елены Владимировны направлена на изучение структурно-фазовых превращений при воздействии высоких степеней деформации, а также особенностей механизмов реализации сверхпластичности при понижении температуры и повышении скорости деформации в наноструктурированных сплавах систем легирования Al-Zn, Al-Zn-Mg, Al-Mg-Mn, Al-Mg-Si, Al-Cu, Al-Cu-Mg. При наноструктурировании металлических материалов особенно важными характеристиками становятся не только средний размер структурных элементов, дефектность структуры, но и непосредственно фазовый состав, его изменения в процессе получения изделий и их последующей эксплуатации. В этой связи, диссертационная работа Бобрук Е.В. является весьма своевременной и актуальной, поскольку в ней изучены основные закономерности распада твердого раствора с образованием вторых/вторичных фаз и прослоек/сегрегаций атомов легирующих элементов при воздействии высоких степеней деформации, определена роль фазовых превращений в реализации низкотемпературной сверхпластичности.

Диссертационная работа Бобрук Е.В. выполнена на высоком научном уровне с привлечением современных методов исследований: с помощью рентгеноструктурного анализа, высокоразрешающей просвечивающей и сканирующей микроскопии, в том числе in-situ экспериментов, трехмерной атомной пространственной томографии. Результаты исследований, представленных в диссертационной работе, апробированы на российских и международных конференциях, результаты опубликованы как в российских, так и в зарубежных рецензируемых научных журналах и хорошо известны научной общественности.

В качестве научной новизны диссертационной работы Бобрук Е.В. стоит отметить следующее:

- закономерности ранее не наблюдавшегося изменения фазового состава в наноструктурированных сплавах системы Al-Zn вследствие пластической деформации, а именно, распад пересыщенного твердого раствора с образованием наноразмерной второй фазы в теле и в тройных стыках алюминиевых зерен, сопровождающегося распределением атомов легирующего элемента Zn в область границ зерен в процессе деформационно-термической обработки, что приводит к понижению температуры сверхпластичности вплоть до комнатной температуры за счет стимуляции зернограницного проскальзывания;
- ключевые факторы формирования наноструктурированных состояний сплава системы Al-Mg-Mn, сопровождающегося распадом пересыщенного твердого раствора с образованием вторичной фазы Al_3Mg_2 и сегрегацией атомов Mg на границе зерна для

ВХОД. №	3912 - 13
«15»	10. 2025г.

достижения высокоскоростной низкотемпературной сверхпластичности, которая осуществляется путем кооперативного зернограницного проскальзывания и внутризеренного дислокационного скольжения, затрудненного внутризеренными наночастицами.

По автореферату диссертации можно сделать следующие замечания:

1. Затруднение внутризеренного дислокационного скольжения (ВДС) частицами второй фазы рассматривается диссертантом как положительный фактор, приводящий к активизации зернограницного проскальзывания (стр.7автореферата). С этим трудно согласиться, поскольку процессы ЗГП и ВДС в условиях сверхпластичности тесно связаны и взаимообусловлены. Так в ряде публикаций было показано, что подавление ВДС (путём увеличения объёмной доли специальных границ, в частности, когерентных двойников в теле зёрен, препятствующих движению решёточных дислокаций и попаданию их в границы зёрен) приводит к уменьшению коэффициента скоростной чувствительности и, в конечном итоге, к выходу материала из сверхпластического состояния.
2. В диссертационной работе на примере алюминиевых сплавов разных систем легирования установлено, что причиной смещения скоростного интервала сверхпластичности в область более низких температур (при фиксированном размере зёрен) могут быть выделения дисперсных частиц второй фазы на границах и в стыках зёрен. Растворение этих частиц в процессе деформации приводит к диффузионным потокам по границам зёрен, дестабилизирующим атомную структуру границ, уменьшая тем самым сопротивление зернограницному проскальзыванию. Впервые влияние диффузионных потоков примеси по границам зёрен на СПД был систематически исследовано в работах профессора Колобова Ю.Р. и сотрудников. Было бы уместно, на мой взгляд, упомянуть об этом в разделе «современное состояние проблемы».

Сделанные замечания ничуть не снижают общей весьма положительной оценки работы. Судя по автореферату, диссертационная работа Бобрук Е.В. выполнена на высоком научном уровне. Основные результаты, изложенные в автореферате диссертации, представляются вполне достоверными и имеют как практическую, так и научную ценность.

По объему представленных экспериментальных данных, по их достоверности и новизне, по глубине их теоретической проработки, по научной и практической значимости результатов, подтвержденных научными статьями, опубликованными в рецензируемых журналах, диссертация Бобрук Е.В. соответствует требованиям, предъявляемым к работам на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. Диссертация является законченным исследованием и отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, что соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых

степеней» постановления Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Бобрук Елена Владимировна, заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы.

Доктор физико-математических наук, профессор,
руководитель научного направления Института проблем машиностроения РАН,
Заслуженный деятель науки РФ, Заслуженный профессор ННГУ им. Лобачевского



Перевезенцев Владимир Николаевич

06 октября 2025 г.

Докторская диссертация «Деформационно-стимулированные превращения структуры межзеренных границ и сверхпластичность металлических сплавов» защищена по специальности 01.04.07. Физика конденсированного состояния.

Институт проблем машиноведения РАН - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук» (ИПМ РАН).

603024, г. Нижний Новгород, ул. Белинского 85, ИПМ РАН

e-mail: v.n.perevezentsev@gmail.com

тел.: 8(831) 432-23-40

Подпись Перевезенцева Владимира Николаевича удостоверяю

Зам. директора ИПМ РАН по научной работе



 Палов И.С.