

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.

В настоящее время эффект сверхпластичности и процессы на его основе активно используются при получении продукции аэрокосмической отрасли. Истоки этого направления в Советском союзе отсчитываются с середины сороковых годов прошлого века и его основателями были академик А.А. Бочвар и З.А. Свицерская. Единственный в мире специализированный институт данного направления был организован в Уфе в 1985 году под руководством академика О.А. Кайбышева. Это стало основой того, что в России процессы сверхпластической формовки и научные аспекты развития этого направления находятся под пристальным вниманием исследователей в области материаловедения. Как правило, сверхпластичность возникает при низкой скорости деформации, порядка 10^{-4} с^{-1} , и может быть энергозатратной. Кроме того, длительное воздействие высоких рабочих температур также ухудшает механические свойства материалов. Для промышленного освоения таких процессов существует острая необходимость в увеличении скорости деформации при сверхпластическом деформировании до порядка 10^{-2} с^{-1} . Такие процессы квалифицируют как высокоскоростная сверхпластичность. Увеличение скорости деформации при сверхпластической деформации обычно достигается за счет уменьшения размера зерен до ультрамелкого состояния т.е. менее 1 мкм. Уменьшение размера зерен ведет также к снижению температуры проявления эффекта сверхпластичности и напряжений течения. Представленная работа как раз является заметным теоретическим развитием проявления новых эффектов сверхпластичности в наиболее востребованных в аэрокосмической отрасли алюминиевых сплавах. Реализация низкотемпературной и высокоскоростной СП в Al сплавах в наноструктурном состоянии открывает возможности для новых инновационных применений в области обработки труднодеформируемых материалов и их формообразования, а также создания перспективных технологий получения конструкционных материалов с уникальными свойствами относительно аналогов, производимых с использованием традиционных серийных технологий и обработок. В условиях активизации освоения космоса и самолетостроения в России представленная работа решает отраслевые проблемы, является востребованной и актуальной.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка использованных источников. Изложена на 242 страницах, включает 123 рисунка и 16 таблиц. Структура диссертации традиционная, а указанный объем представляется вполне достаточным и позволяет, как правило, довольно подробно раскрыть суть проведенного исследования.

Основные результаты диссертации опубликованы в 54 научных работах, представлены соискателем в научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, международных наукометрических базах Web of Science и Scopus, получено 4 патента на изобретение. Такой объем и качество публикаций по теме диссертации, а также наличие патентов вполне отвечает требованиям предъявляемым к докторским диссертациям и в полной мере отражает новизну проведенного исследования.

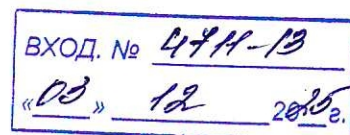
Поставленные задачи исследований и выводы отвечают содержанию диссертационной работы, полученной новизне и положениям, выносимым на защиту.

Личный вклад соискателя при постановке задач проведения исследований не вызывает сомнения, что подтверждается получением новых научных закономерностей и практических знаний, а также достаточным объемом публикаций с его участием.

Достоверность полученных результатов диссертационной работы обеспечивается применением современных аналитических приборов, стандартных методик испытаний, использованием современного технологического и исследовательского оборудования в области материаловедения. Полученные результаты согласуются с литературными данными, а также с теоретическими и практическими результатами представленного направления исследований.

Наиболее значимые результаты, представленные ниже, обладают научной и технической новизной.

1. Теоретически обоснованы подходы к получению специальных микроструктур с выделениями наноразмерных частиц вторичных фаз и ГЗ, содержащих сегрегации в НС сплавах Al для эффективного



управления механизмами деформации и обеспечения уровня пластичности, достаточного для осуществления формообразующей операции в условиях НТСП, после реализации которой сохраняется высокопрочное состояние.

2. Расширены знания об особенностях механизмов НТСП в НС сплавах систем Al-Zn, Al-Zn-Mg, Al-Mg-Mn, Al-Mg-Si, Al-Cu-Mg с наномасштабными параметрами, которые способствуют протеканию ЗГП, поддерживаемое ВДС и вращение зерен.

3. Составлена карта температурно-скоростных условий реализации НТСП НС сплавов систем Al-Zn-Mg, Al-Mg-Mn, Al-Mg-Si, Al-Cu-Mg, предназначенных для применения в перспективных конструкциях наземного и воздушного транспорта.

Практическая значимость:

1 Разработан способ получения НС листового полуфабриката в виде фольги из сплава системы Al-Mg-Mn с размером зерен 200 нм, который демонстрирует НТСП при температурах 250-300° С.

2 Разработан способ формирования НС состояния в высокопрочном сплаве системы Al-Cu-Mn, который проявляет эффект НТСП при температуре 270° С (патент: RU 2024133203C1 от 01.07.2025).

3 Разработан способ получения алюмо-матричного композиционного материала, состоящего из НС матрицы из сплава Al-Mg-Mn, армированной непрерывным высокопрочным волокном, в условиях НТСП (патент RU 2819775 C1 от 24.05.2024).

4 Разработан способ получения деталей сложной формы из НС сплава Al-Zn-Mg (патент RU 2739926C1 от 29.12.2020).

По автореферату имеется несколько замечаний.

В выводе 3 (стр.33) имеется такая фраза «... Высокоскоростная НТСП осуществляется путем сочетания кооперативного ЗГП и ВДС. Определена роль наноразмерных частиц вторичных фаз Al_3Mg_2 , Al_6Mn и Al_3Zr и сегрегаций атомов Mg на ГЗ в реализации НТСП, которые в процессе деформации подавляют миграцию ГЗ и ВДС, тем самым повышают устойчивость НС состояния к укрупнению зерен».

1. Хотелось бы понять какой вклад вносит ВДС, если процесс подавлен частицами и сегрегациями?
2. Как появилась частица Al_3Zr , если рассматривается система сплава Al-Mg-Mn?

Несмотря на высказанные замечания и на основании изложенного, считаю, что по своему теоретическому и экспериментальному уровню, объёму, актуальности, научной новизне и практической значимости полученных результатов представленная диссертационная работа Бобрук Е.В. полностью удовлетворяет требованиям ВАК предъявляемым к кандидатским 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 Викторовна заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы.

Главный научный сотрудник, доктор технических наук, руководитель лаборатории «Механика градиентных, бимодальных и гетерогенных металлических наноматериалов повышенной прочности и пластичности для перспективных конструкционных применений им. А.П. Жилеева» Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Магнитогорский Государственный технический университет им. Г.И. Носова».


Рааб Георгий Иосифович

Шифр научной специальности: 05.03.05 – Технологии и машины обработки давлением (технические науки)

455000, Челябинская область, г. Магнитогорск, проспект Денина, д. 38

Тел.: +7 (3519) 22-42-52

E-mail: mgntu@magntu.ru

