

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.252.04,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 19 апреля 2022 г., № ____
о присуждении Арышенскому Евгению Владимировичу, гражданину РФ, ученой
степени доктора технических наук.

Диссертация «Механизмы и закономерности формирования текстуры и свойств в деформируемых алюминиевых сплавах при рекристаллизации в процессах термомеханической обработки» по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния принята к защите 24 декабря 2021 г. (протокол заседания № 11) диссертационным советом Д 212.252.04, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет», Министерство науки и высшего образования РФ, 654007, РФ, Кемеровская область – Кузбасс, г. Новокузнецк, Центральный район, ул. Кирова, стр. 42, приказ № 1060-398 от 21.05.2010 г.

Соискатель Арышенский Евгений Владимирович, «23» сентября 1983 года рождения.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Разработка методики расчета накопленной деформации при горячей раскатке колец ГТД с учетом междеформационных пауз» защитил в 2009 г. в диссертационном совете Д 212.215.03, созданном на базе государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Работает доцентом кафедры технологии металлов и авиационного материаловедения» в ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре технологии металлов и авиационного материаловедения ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор Коновалов Сергей Валерьевич, ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», заведующий кафедрой технологии металлов и авиационного материаловедения,

Официальные оппоненты:

Колубаев Евгений Александрович – доктор технических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук», директор;

Белов Николай Александрович – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»; профессор кафедры обработки металлов давлением;

Исаенкова Маргарита Геннадьевна – доктор физико-математических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», профессор отделения ядерной физики и технологий офиса образовательных программ Института ядерной физики и технологий

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет)», г. Москва в своем положительном заключении, подписанном Бецофеном Сергеем Яковлевичем, доктором технических наук, профессором, профессором кафедры «Технологии и системы автоматизированного проектирования металлургических процессов», и утвержденном доктором технических наук, профессором Равиковичем Юрием Александровичем, и.о. проректора по научной работе, указала, что диссертация

Арышенского Е.В. удовлетворяет требованиям пунктов 9 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842), предъявляемым к докторским диссертациям. Диссертация является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований механизмов формирования текстуры в деформируемых алюминиевых сплавах в процессах пластической деформации и рекристаллизации разработаны теоретические положения, позволившие решить комплекс задач моделирования и управления текстурой и анизотропией механических свойств широкого спектра алюминиевых сплавов при термомеханической обработке, совокупность которых можно квалифицировать как решение научной проблемы, имеющей важное хозяйственное значение и которая вносит значительный вклад в развитие страны. Автор диссертации Евгений Владимирович Арышенский заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Соискатель имеет 115 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 107 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 63 работы (26 статей в научных журналах из перечня изданий, рекомендованных ВАК, и 37 статей в зарубежных рецензируемых изданиях), а также 2 монографии, 3 базы данных, 3 программы для ЭВМ, 5 патентов на изобретение. В публикациях отражены основные научные результаты, полученные в ходе выполнения диссертационной работы. В публикациях, включенных в список основных по теме диссертации и подготовленных в соавторстве, вклад соискателя оценивается от 50 до 70 %. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения о работах, опубликованных соискателем ученой степени.

Наиболее значительные работы по теме диссертации: 1. Арышенский, Е. В. Особенности формирования кристаллографической текстуры в алюминиевых сплавах с высоким содержанием магния на этапе проработки литой структуры / Е. В. Арышенский, С. В. Коновалов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2021. – № 3. – С. 44–61. 2. Арышенский, Е. В. Разработка новой тейлоровской модели с неполными ограничениями и учетом сложных законов упрочнения для эволюции текстуры при горячей деформации алюминиевых сплавов / Е. В.

Арышенский, С. В. Коновалов // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2021. – Т. 18. – № 3. – С. 281–288. 3. Арышенский, Е. В. Изучение особенностей эволюции текстуры при горячей прокатке в непрерывной группе авиационных алюминиевых сплавов. Часть I / Е. В. Арышенский // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2020. – Т. 17. – № 3. – С. 323–329. 4. Арышенский, Е. В. Изучение особенностей эволюции текстуры при горячей прокатке в непрерывной группе авиационных алюминиевых сплавов. Часть II / Е. В. Арышенский // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2020. – Т. 17. – № 3. – С. 350–354. 5. Арышенский, Е. В. Формирование текстуры алюминиевых сплавов в процессах прокатки : монография / Е. В. Арышенский, С. В. Коновалов, Ф. В. Гречников. – Самара : Издательство Самарского университета, 2021. – 176 с.

На диссертацию и автореферат поступило 15 отзывов. Все отзывы – положительные, отмечена новизна и научно-практическая значимость работы.

Отзывы без замечаний: 1) д.т.н., профессора, академика Академии инженерных наук РФ, Заслуженного работника высшей школы РФ, профессора кафедры сопротивления материалов ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» Багмутова Вячеслава Петровича и д.т.н., доцента, заведующего кафедрой сопротивления материалов ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» Захарова Игоря Николаевича; 2) д.т.н., чл.-корр. НАН Беларуси, заведующего лабораторией физики металлов государственного научного учреждения «Институт технической акустики Национальной академии наук Беларуси» Рубаника Василия Васильевича и д.ф.-м.н., доцента, ведущего научного сотрудника лаборатории физики государственного научного учреждения «Институт технической акустики Национальной академии наук Беларуси» Кулака Михаила Михайловича.

Отзывы с замечаниями: 1) д.т.н., доцента, старшего научного сотрудника научно-исследовательской лаборатории физико-химических технологий и функциональных материалов, доцента кафедры материаловедения в машиностроении ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» Лазуренко Дарьи Викторовны: 1. Микрофотографии, представленные на рисунках 3 а и б, совпадают. Также, при анализе сплава 1565ч автор в тексте ссылается на рисунок 4, хотя в подрисуночной подписи указан сплав 1570. 2. На стр. 16 автореферата делается предположение о фазовом составе частиц, выделившихся в объеме зерен. Состав частиц можно было бы легко подтвердить методом электронной дифракции; 2) к.т.н., начальника лаборатории 129 научно-производственного экспериментального комплекса НИЦ «Курчатовский институт»-ЦНИИ КМ «Прометей» Алифиренко Евгения Анатольевича: 1 В тексте присутствуют опечатки и повторения: - содержание подрисуночных надписей на рисунке 4 (стр. 15 - 16); - содержание подписей на рисунке 7 (стр.21) и «смысл обозначений» графиков на рис.7 и 8 (стр.20); - отсутствие кривых испытания образцов на комплексе Gleble 3800 и расчета значений параметра Зинера-Холломона; - повторения в списке результатов интеллектуальной деятельности

(стр. 36): пп. 66 и 68, пп. 69 и 72; 3) д.т.н., профессора, Заслуженного деятеля науки РФ, заведующего кафедрой «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики» ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова» Муравьева Виталия Васильевича: 1. На рисунках 5, 13, 14 автореферата не представлены доверительные интервалы экспериментальных измерений, по которым можно судить о достоверности выявляемых зависимостей; 4) д.ф.-м.н., профессора, директора научно-исследовательского института прогрессивных технологий, профессора кафедры «Нанотехнологии, материаловедение и механика» ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет» Мерсона Дмитрия Львовича: 1. В таблице 1 автореферата приведены найденные значения параметров выражения Селларса для исследованных сплавов. При этом, например, для сплавов 1570 и 1565ч, которые имеют близкий друг к другу химический состав, значения параметра n отличается в полтора раза, а A – почти на порядок. Вопрос: насколько значения указанных параметров будут изменяться для данной марки сплава в связи с естественным разбросом химсостава от плавки к плавке и насколько оправдано определение этих параметров с точностью до четвертого знака? 5) д.т.н., заместителя генерального директора - руководителя центра разработок ООО «С 7 Космические Транспортные системы» Иванова Максима Борисовича: 1. В качестве замечания можно указать то, что в автореферате не приведены оптические изображения зеренной структуры, кроме того, на ФРО можно было бы обозначить идеальные текстурные компоненты Cube, Si, S и Bs; 6) д.ф.-м.н., доцента, заведующего лабораторией космического материаловедения ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет» Нещименко Виталия Владимировича: 1. Несмотря на то, что состав исследуемых сплавов 8011, 5182, 1565ч, 1570 известен, тем не менее, в автореферате эту информацию следовало бы включить, поскольку она имеет важное значения, методологической парадигмы исследования материалов «состав-структура-технология-свойства»; 2. При указании катода из борида лантана для сканирующего электронного микроскопа имеется опечатка индекса в химической формуле «LaB₆», следует писать «LaB₆»; 3. Из автореферата не ясно, в какой среде и при какой температуре производили резкое охлаждение заготовок при изучении вопросов формирования текстуры в реальных технических системах при проведении промышленного эксперимента по непрерывной горячей прокатке сплавов А5, 3104, 1565ч, 5182, 6016, 8011; 4. как можно объяснить одинаковый характер распределения частиц на рисунке 3 при горячей деформации при температуре 350 °С с последующей закалкой (рисунок 3 (а)) и горячей деформации при температуре 450 °С с последующей закалкой (рисунок 3 (б))? 5. на странице 15 и 16 имеется ряд опечаток, так при описании субзеренной структуры сплава 1565ч, автор ссылается на рисунок 4, который соответствует сплаву 1570; 7) д.т.н., в.р.и.о. директора обособленного учреждения «Институт материаловедения ДВО РАН» ФГБУН «Хабаровский федеральный исследовательский центр» Николенко Сергея Викторовича: 1. Не сформулирована гипотеза научной работы. 2. Нет методологии или методологической схемы научной работы. 3. Использованное понятие «β-фибер», на наш взгляд, следует заменить на «β-файбер»; 8) д.ф.-м.н., профессора, Заслуженного деятеля науки РФ, главного научного сотрудника ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» Старостенкова Михаила Дмитриевича: 1. К замечаниям можно отнести отсутствие в автореферате кривых текучести, а граничные условия недостаточно четко

расписаны; 9) д.ф.-м.н., доцента, главного научного сотрудника лаборатории плазменной эмиссионной электроники ФГБУН «Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук» Иванова Юрия Федоровича: 1. в автореферате представлены лишь изображения мелкодисперсных частиц, полученные с использованием просвечивающей электронной микроскопии, в то же время изображения крупных частиц, данные о которых приведены в Таблице № 2, отсутствуют; 2. в автореферате следовало бы привести результаты апробации математической модели на реальном промышленном оборудовании; 10) д.т.н., доцента, заведующего кафедрой «Материаловедение и технология новых материалов» ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» Башкова Олега Викторовича: 1. Среди замечаний можно назвать отсутствие в автореферате иллюстраций, демонстрирующих интерфейс и этапы функционирования программного обеспечения «Программа texture_def_rx для моделирования формирования текстуры и размера рекристаллизованного зерна при горячей, многопроходной прокатке», и ФРО построенных помощью программы «Программа rx_tx_fro для расчета температурного режима и преимущественных кристаллографических ориентировок с представлением в виде Функции Распределения Ориентировок (ФРО) при горячей, многопроходной прокатке алюминиевых сплавов»; 11) д.т.н., профессора, профессора кафедры литейных процессов и материаловедения ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» Емелюшина Алексея Николаевича: 1. На стр. 19 автореферата отмечается, что в рамках модели не учитывались такие важные на мой взгляд параметры как морфология и химический состав интерметаллидов. Возникает вопрос на сколько в этом случае модель соответствует действительности? 12) д.т.н., профессора, главного научного сотрудника Управления научно-исследовательской деятельностью ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» Муравьева Василия Илларионовича: 1. В автореферате не указано, чем обусловлен выбор конкретных сплавов: 8011, 5182, 1565ч и 1570 для исследования формирования субструктуры в процессе деформации. Задание граничных условий модели необходимо было расписать более развернуто; 13) д.ф.-м.н., профессора, Заслуженного деятеля науки РФ, главного научного сотрудника, и.о. зав. лабораторией физико-химической инженерии композиционных материалов ФГБУН «Институт проблем химической физики РАН» Колобова Юрия Романовича и к.т.н., старшего научного сотрудника лаборатории физико-химической инженерии композитных материалов ФГБУН «Институт проблем химической физики РАН» Манохина Сергея Сергеевича: 1. Отсутствие в автореферате интерфейса разработанного программного продукта. 2. Значения коэффициентов, описывающие зависимость размера субструктуры от параметра Холмона-Зинера на странице 17 целесообразно было бы поместить в таблицу. 3. На рисунках 3, 4 приведены изображения, которые получены с помощью просвечивающей электронной микроскопии. На изображениях наблюдаются многочисленные частицы вторичных фаз. Утверждается, что частицы имеют пластинчатую и стержневую морфологию и обогащены марганцем. При этом делается предположение, что частицы являются фазой Al_6Mn , но не приводятся данные микрорентгеноспектрального анализа и микродифракций с указанных частиц, соответственно не приведен анализ их морфологии и индентификация. Аналогично, на рисунке 6 показаны наноразмерные частицы Al_3Sc , но не приведены соответствующие данные для подтверждения наличия

указанной фазы. Не указано как они связаны с матрицей (степень когерентности или её отсутствие). Поэтому не рассмотрен вопрос о влиянии этого фактора на рекристаллизацию в рамках разработанной модели, как и влияние морфологии и химического состава частиц.

В отзывах отмечены актуальность, большой объем проведенной научной работы, значимость полученных результатов. Отмечается, что замечания не снижают общего положительного впечатления о работе.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области физического металловедения и физики конденсированного состояния, связанных с исследованием различных энергетических воздействий на текстуру и структурно-фазовый состав алюминиевых сплавов и других металлических материалов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана научная концепция, раскрывающая связь механизмов и закономерностей формирования текстуры в деформируемых алюминиевых сплавах и режимов их термомеханической обработки, а также особенностей микроструктуры, таких как субзерно и интерметаллидные частицы;

предложена математическая мезомодель, позволяющая воспроизвести механизмы и закономерности формирования текстуры в алюминиевых сплавах при деформационных воздействиях и при рекристаллизации;

доказана возможность получения равномерного распределения текстуры по толщине полуфабрикатов при промышленных процессах термомеханической обработки алюминиевых сплавов, использующих схему плоской деформации.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в расширение существующих представлений о закономерностях и механизмах формирования текстуры в алюминиевых сплавах в процессе рекристаллизации при их термомеханической обработке;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс взаимодополняющих методов современного физического материаловедения изучения структуры и свойств деформируемых алюминиевых сплавов;

изложены механизмы и закономерности формирования текстуры деформируемых алюминиевых сплавов в зависимости от режимов их термомеханической обработки, размера и количества в них субзерен и интерметаллидных частиц;

раскрыта взаимосвязь между режимами термомеханической обработки, размером и количеством субзерен и интерметаллидных частиц с типом зародышей текстуры, формирующейся при рекристаллизации;

изучено влияние режимов термомеханической обработки на микроструктуру, мобильность межзеренных границ, а также на механические свойства в исследуемых деформируемых алюминиевых сплавах;

проведена модернизация Тейлоровской модели с частичными ограничениями при расчете текстур деформации и JMAK (Джонсона – Мела – Аврами – Колмогорова) подхода при расчете текстуры рекристаллизации.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены технологические режимы термомеханической обработки алюминиевых сплавов 3104, 8011, 5182, 1564 ч и 6016, позволяющие снижать такой функциональный показатель анизотропии, как фестонистость. Согласно разработанной технологии на ЗАО “Аркони́к СМЗ” было произведено более чем 585 тыс. т продукции с общим экономическим эффектом на сумму 57 млн. руб. Кроме того, ожидаемый экономический эффект на ЗАО «Сеспель» от использования листов из сплава 1565 ч, поставленных согласно рекомендациям, предложенным в работе диссертанта, составил 6 млн. руб. Результаты диссертационной работы используются в образовательной сфере при подготовке аспирантов по направлению подготовки 22.06.01 – Технологии материалов и в программе двойного дипломирования с Техническим университетом «Фрайбергская горная академия»;

определены перспективы практического использования теории зародышеобразования в промышленных процессах термомеханической обработки;

создана система практических рекомендаций по реализации разработанных режимов термомеханической обработки, позволяющих получить заданную текстуру куба;

представлены рекомендации по выбору режимов термомеханической обработки, позволяющей получать заданные показатели такого функционального показателя, как фестонистость.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ применялся комплекс стандартных и современных методов исследования, характерных для физического материаловедения и физики конденсированного состояния, результаты получены на сертифицированном оборудовании с применением всех необходимых положений теории планирования эксперимента, имеют хорошую воспроизводимость и опираются на достижения физики конденсированного состояния, физического материаловедения и теорию кристаллографической пластичности, а также хорошо согласуются с опубликованными теоретическими положениями и экспериментальными данными других исследователей;

теория построена на известных проверяемых данных, согласуется с опубликованными данными по теме диссертации;

идея базируется на сравнительном анализе и обобщении данных о влиянии параметров термомеханической обработки на микроструктурную композицию, механические свойства и текстуру в деформируемых алюминиевых сплавах;

использовано сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по тематике диссертации;

установлена качественная и количественная согласованность авторских результатов с основными результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, в тех случаях, когда такое сравнение является обоснованным;

использованы современные методики сбора и обработки информации с обоснованием выбора объектов изучения и измерения.

Личный вклад соискателя состоит в: научной постановке цели и задач исследования, планировании, проведении и интерпретации лабораторных экспериментов и промышленных опытов, обработке и анализе результатов исследований методами современного физического материаловедения, разработке математической модели, написании научных статей и тезисов докладов, формировании выводов по работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: о большом количестве терминологии, использующейся за рубежом, однако отсутствующей в отечественной научно-технической литературе, о необходимости более тщательного обоснования выбора сплавов для исследования, о том, что в названии диссертационной работы слово текстуры лучше заменить на структуру, об отсутствии в разработанной модели учета морфологии и химического состава интерметаллидных частиц.

Соискатель Арышенский Е.В. ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы, привел собственную аргументацию и согласился с критическими замечаниями, которые будут учтены в дальнейшей работе.

На заседании 19 апреля 2022 г. диссертационный совет принял решение за решение научной проблемы управления текстурой и свойствами в деформируемых алюминиевых сплавах при рекристаллизации в процессах термомеханической обработки, имеющей важное хозяйственное значение, присудить Арышенскому Е.В. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности 01.04.07, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 17, против – 1, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета
д-р техн. наук, профессор



Темлянцев
Михаил Викторович

Ученый секретарь
диссертационного совета
д-р хим. наук, профессор



Горюшкин
Владимир Федорович

19.04.2022 г.