

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
99.2.039.02

созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» и федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

аттестационное дело № _____
решение объединенного диссертационного
совета от 26.06.2025 г. №6

О присуждении Трибунскому Александру Викторовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Формирование рациональной структуры в тонких листах и лентах из алюминиевых сплавов для повышения их штампуемости» по специальности 2.6.17. Материаловедение принята к защите 22 апреля 2025 г. (протокол заседания № 4), объединенным диссертационным советом 99.2.039.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки Российской Федерации, 443100, Самара, Молодогвардейская 244, и федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Минобрнауки РФ, 443086, Самара, Московское шоссе, 34, приказ Минобрнауки РФ №45/нк от 30.01.2017 г.

Соискатель Трибунский Александр Викторович, 09.08.1984 года рождения, в 2015 году окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева» по направлению подготовки Металлургия (квалификация магистр-инженер). В период с сентября 2016 года по июль 2020 года обучался в аспирантуре в ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» по направлению 22.06.01. Технологии материалов.

С 26.06.2024 г. зачислен в качестве лица, прикрепленного для сдачи кандидатских экзаменов без освоения программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки). Справка о сдаче кандидатских экзаменов по научной специальности 2.6.17. Материаловедение №СП-02.03/597 выдана 08.07.2024 г. федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Самарский государственный технический университет».

С мая 2008 по июль 2021 года работал в АО «Самарский металлургический завод» в должности ведущего специалиста. С июля 2021 года по август 2022 года работал в ООО «Димитровградский металлургический завод» в должности главного инженера. С августа 2022 по настоящее время работает в АО «Самарский металлургический завод» в должности ведущего инженера-технолога.

Диссертация выполнена на кафедре технологии металлов и авиационного материаловедения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева».

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Носова Екатерина Александровна, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», заведующий кафедрой технологии металлов и авиационного материаловедения.

Официальные оппоненты:

- Белов Николай Александрович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», кафедра «Обработка металлов давлением», главный научный сотрудник.

- Oglochkov Mikhail Sergeevich, кандидат технических наук, федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», заместитель начальника научно-исследовательского отделения.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» в своем положительном отзыве, утвержденном проректором по научной работе, кандидатом физико-математических наук, Фоминым Юрием Владимировичем, подписанным профессором Высшей школы физики и технологий материалов, д.т.н., профессором Кондратьевым Сергеем Юрьевичем и заместителем заведующего лабораторией ресурса материалов, к.т.н. Швецовым Олегом Викторовичем, указала, что разработаны и предложены режимы термической обработки листового алюминиевого сплава 3005 для получения листов с высокими показателями при изгибе с углом 180 градусов, а также предложен способ количественной оценки штампуемости в зависимости от рельефа поверхности изгиба.

Отзыв содержит следующие замечания: 1) В методическом разделе 2 автор в пункте 2.2. по рис. 2.1. описывает микроструктуру тонких листов из алюминиевых сплавов, обращая внимание на размер зерна, фаз и частиц, дисперсоиды и текстуру, однако в экспериментальном исследовании уделено внимание только размеру зерна и текстуре. В то же время, на изменение механических свойств алюминиевых сплавов определяющее влияние оказывают именно фазовый состав, размер и характер дисперсоидов. Их влияние в диссертации не рассмотрено. 2) Пункты 2.2. и 2.3. не соответствуют разделу методики экспериментальных исследований, поскольку в них не приведены конкретные режимы пластической деформации и горячей прокатки, выбранные для исследования. В этих

пунктах дано описание процессов общими словами без каких-либо конкретных данных. 3) В пункте 2.9. диссертации не уточнена методика определения размера зерна и включений, а также увеличение, при котором проводился анализ. В пункте 4.4. диссертации автор ограничился только увеличением $\times 100$, хотя для достоверного анализа исследуемой микроструктуры требовалось увеличение $\times 500$ и более и использование сканирующего электронного микроскопа. 4) Отсутствуют выводы по Главе 3 диссертации. Вызывает сомнение необходимость моделирования процесса изгиба, поскольку не ясно, как автор использовал эти результаты в своей работе и какая их сходимость с реальным процессом технологической операции. Данные по практическим экспериментам отсутствуют. 5) Автор необоснованно использует термин «оптимальный», характеризуя технологические режимы обработки и получения алюминиевых листов. В действительности, в работе не проводилась оптимизация и полученные режимы правильнее считать, как рациональные и эффективные. 6) В пункте 4.1. отсутствуют зависимости микротвердости от степени деформации технического алюминия А5 и алюминиевого сплава 5182. Такие зависимости дополнили бы понимание процессов и закономерностей при сравнении трёх сплавов. 7) В пункте 4.4. описано влияние термической и деформационной обработок на микроструктуру, однако отсутствует попытка связать полученные закономерности с механическими свойствами в пунктах 4.2. и 4.3. 8) Следует отметить небрежность в оформлении диссертации, в частности ошибочно указано количество рисунков в диссертации 73, но фактическое количество 75.

Соискатель имеет 9 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 9 работ, в том числе 4 статей опубликовано в рецензируемых научных изданиях. Зарегистрирована электронная база данных. Соискатель принимал непосредственное участие в подготовке публикаций и докладов на конференциях, на всех этапах исследований, в постановке целей и задач, в проведение анализов и измерений физико-механических свойств, разработке методологии исследования, обработке и интерпретации результатов, а также формулировке всех основных положений, определяющих научную новизну и практическую значимость работы. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Трибунский, А. В. Влияние кристаллографической текстуры на поведение листов из алюминиевого сплав 3005 при изгибе / А. В. Трибунский, Е. С. Читнаева, А. Ш. Хисраов, А. С. Вышкина // Ползуновский вестник. – 2020. – №2. – С. 160-164
2. Трибунский, А. В. Исследование влияния кристаллографической текстуры на способность листов из алюминиевого сплава 3005 к гибочным операциям / А. В. Трибунский // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2024. – №1. – С. 111–119.
3. Трибунский, А. В. Исследование кристаллографической текстуры тонких лент из алюминиевых сплавов АД0, АМЦ и Д16 / Е.А. Носова, В.А. Разживин, А.А. Кузина, А.В. Трибунский // Ползуновский вестник. – 2024. – №3. – С. 181-190.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы официальных оппонентов.

В отзыве официального оппонента **Белова Н.А.** указаны следующие замечания: 1) Поскольку в диссертационной работе рассматриваются 3 характерных термически неупрочняемых сплава 1, 3 и 5 групп (ГОСТ 4784-2019), то это следовало бы отразить в

названии («.....лентах из термически неупрочняемых алюминиевых сплавов...») и актуальности работы. 2) В научной новизне не отражена связь технологичности тонких листов при штамповке с конкретными структурными параметрами. В частности, не ясно, как небольшое изменение в химическом составе («...за счет уменьшение содержания марганца с 1,15% до примерно 1,07- 1,12% и одновременное увеличение уровня магния с 0,37% до 0,41-0,45%...») влияет на структуру. 3) Отсутствует анализ таких структурных параметров, как Fe-содержащие частицы кристаллизационного происхождения и Mn-содержащие дисперсоиды. В частности, именно последние в значительной мере определяют способность холоднокатаного листа сохранять нерекристаллизованную структуру после отжига. При этом на рис. 2.1 («Структуры алюминия при деформации») эти структурные параметры отмечены. 4) Нет объяснения причины разницы в механических свойствах лент после отжига в садочной печи и линии непрерывной термообработки (ЛНТО) (рис. 4.8, 4.11). Вероятно, это связано с разницей в фактических режимах отжига (с учетом времени прогрева и остывания рулонов). 5) В первом пункте заключения по диссертационной работе следовало бы указать объекты исследования. 6) В табл. 2.1 и 2.2 следовало бы уточнить, что указаны проценты по массе.

В отзыве официального оппонента **Оглодкова М.С.** замечания отсутствуют.

На автореферат поступило 7 отзывов от: **А.Н. Володченко**, д.т.н., профессора кафедры «Теоретической и прикладной химии» ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (г.Белгород); **Ю.Л. Крутского**, д.т.н., доцента кафедры «Химии и химической технологии» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» (г.Новосибирск); **О.И. Морозова**, к.т.н., и.о. зав. кафедрой «Материаловедение и обработка металлов давлением» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» (г.Ульяновск); **Л.М. Гуревича**, д.т.н., заведующего кафедрой «Материаловедение и композиционные материалы» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» (г.Волгоград); **О.В. Новиковой**, к.т.н., главного специалиста Управления главного металлурга ПАО «ОДК-Сатурн» (г.Рыбинск); **И.Р. Кузеева**, д.т.н., профессора кафедры «Технологические машины и оборудование» и **В.А. Гафаровой**, к.т.н., доцента кафедры «Технологические машины и оборудование» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (г.Уфа); **В.И. Юхвида**, д.т.н., заведующего лабораторией жидкофазных СВС-процессов и литых материалов ФГБН «Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова Российской академии наук» (г. Черноголовка Московской обл.).

В замечаниях отмечено: В пункте 1 научной новизны, желательно было указать, какие особенности структуры и кристаллографической текстуры листов толщиной менее 1,0 мм из сплавов А5, 3005, 5182 влияют на способность к гибочным операциям и на штампуемость; В ряде случаев автор называет технический алюминий А5 алюминиевым сплавом; На некоторых рисунках плохо читаются надписи и обозначения; В первом пункте констатируется наличие взаимосвязи структуры и кристаллографической текстуры тонких листов из сплавов А5, 3005, 5182 и их штампуемостью. Однако не раскрыта природа этой взаимосвязи или её количественные характеристики; в 4 пункте показано, что разработана методика количественной оценки способности тонких листов и лент из алюминиевых сплавов к гибочным операциям. Но это скорее практическая

ценность, а не научная новизна; В автореферате было бы целесообразно представить информацию об экономическом эффекте от внедрения предлагаемой технологии. Остальные замечания связаны с ограниченным объемом автореферата, ответы на которые даны в диссертации.

Все отзывы положительные, отмечают актуальность темы диссертации, научную новизну и практическую значимость основных положений работы, а также соответствие диссертационной работы критериям Положения о присуждении ученых степеней. Автор диссертационной работы Трибунский А.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетентностью в области вопросов материаловедения, свойств металлов и исследования их структурных превращений, что подтверждается публикациями в научных изданиях в сфере исследования соискателя, а также наличием в ведущей организации диссертационного совета У.2.6.17.25 по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработана** новая методика количественной оценки штампуемости в зависимости от рельефа поверхности изгиба, позволившая выявить благоприятные режимы деформации и отжига для обеспечения высокой штампуемости листов и лент из алюминиевых сплавов толщиной менее 1,0 мм;

- **предложена** оригинальная научная гипотеза об особенности влияния условий отжига листового алюминия не только на механические свойства, но и на способность листов к гибочным операциям и штампуемость;

- **доказана** перспективность использования термически неупрочняемых алюминиевых сплавов со сниженным содержанием марганца и одновременным повышенным содержанием магния для производства строительных гнутых конструкций;

- **введены** новые представления об особенностях кристаллографической текстуры тонких алюминиевых листов и их влиянии на способность к гибочным операциям и штампуемость;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **доказано** положение, что обжатия свыше 50% при холодной прокатке для получения тонких листов и лент толщиной менее 1 мм из деформируемых алюминиевых сплавов формируют деформированную структуру, которая при последующем отжиге на ЛНТО при температуре 270°C не рекристаллизуется полностью, что сохраняет высокий уровень нормируемых механических свойств, но снижает технологические характеристики, такие как штампуемость и способность к гибочным операциям.

- **применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс существующих базовых и современных методов исследования, лабораторных и производственных испытаний, экспериментальных методик с использованием статистических методов анализа результатов, что позволило получить новые научные и практические результаты для разработки режимов прокатки и отжига алюминиевых термически не упрочняемых алюминиевых сплавов для производства строительных гнутых конструкций;

- **установлены и изложены** особенности микроструктуры тонких алюминиевых листов и лент, влияющие на способность листовых материалов к операциям гибки и штампуемость;

- **раскрыты** существенные проявления теории в поведении тонких листов из деформируемых алюминиевых сплавов толщиной менее 1 мм при гибке на 180° , выявлены противоречия и несоответствия, которые в результате приводят к появлению трещин и волнистости на наружной поверхности гнутых изделий;

- **изучена** последовательность изменения структуры и свойств тонких алюминиевых листов с изменением условий (скорости и температуры) отжига;

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

- **разработаны и внедрены** рекомендации к составу и структуре листовых изделий из термически не упрочняемых алюминиевых сплавов А5, 3005, 5182 толщиной менее 1 мм для производства строительных гнутых конструкций, что обеспечило повышение в 2 раза балла штампуемости. Данные рекомендации успешно апробированы на практике и внедрены в процессы производства АО «Самарский металлургический завод» и АО «АлТи Фордж», что подтверждает их эффективность и полезность для отрасли;

- **определены** перспективы практического использования теории на практике для установления наиболее рационального содержания магния и марганца, а также условий отжига листового алюминиевого сплава 3005, позволяющие снизить риск возникновения трещин при гибке и улучшить качество готовой продукции;

- **представлены** методические рекомендации на основе полученного от АО «Самарский металлургический завод» (АО «СМЗ») подтверждения о внедрении результатов диссертационного исследования А.В. Трибунского в АО «СМЗ» для количественной оценки штампуемости в зависимости от рельефа поверхности изгиба, которые направлены на оптимизацию производственного процесса для обеспечения высокой штампуемости тонких листов и лент из алюминиевых сплавов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- для **экспериментальных работ** результаты получены на сертифицированном оборудовании с использованием аттестованных методов и методик, с применением современного программного обеспечения;

- **теория построена** на известных данных и согласуется с опубликованными данными по теме диссертации;

- **идея базируется** на анализе практики и обобщении передового опыта в выборе химического состава и формировании структурного состояния термически не упрочняемых алюминиевых сплавов с помощью методов термической обработки, что позволяет обеспечить максимально высокие технологические свойства;

- **использовано** сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

- **установлено** качественное и количественное совпадение полученных экспериментальных и теоретических результатов между собой и с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

- **использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации и сочетание производственных и лабораторных испытаний.

Личный вклад соискателя состоит в участии в постановке целей и задач, в разработке методологии исследования, в разработке и интерпретации результатов, а также формулировке основных положений, определяющих научную новизну и практическую значимость работы; подготовке публикаций и докладов на конференциях. Более 90% экспериментов было выполнено при участии автора.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было. Соискатель Трибунский А.В. ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 26 июня 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Трибунскому Александру Викторовичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки) за новые научно обоснованные технологические решения и разработки по повышению пригодности тонких алюминиевых листов из сплавов А5, 3005, 5182 к проведению операции гибки на основе выявления закономерностей, определяющих влияние состава сплавов, их термической и деформационной обработки на структуру, кристаллографическую текстуру, механические и технологические свойства тонких листов, что имеет существенное значение для развития страны.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 16, против - 0.

Председатель диссертационного
совета 99.2.039.02



Клебанов Яков Мордухович

Секретарь диссертационного
совета 99.2.039.02

Луц Альфия Расимовна

26 июня 2025 г.