

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Трибунского Александра Викторовича по теме «Формирование рациональной структуры в тонких листах и лентах из алюминиевых сплавов для повышения их штампуемости», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 Материаловедение

Актуальность темы исследований

Применение алюминиевых сплавов в виде тонких листов и лент толщиной менее 1 мм активно используется в разных областях индустрии, включая машиностроение и строительную отрасль, поскольку такие материалы обладают хорошей гибкостью, малым весом и экономически выгодны в применении. Тем не менее, при выполнении операций гибки тонкие алюминиевые листы толщиной менее 1 мм склонны к образованию дефектов на поверхности зоны изгиба, что ведет к повреждению защитных покрытий и снижает декоративные и функциональные характеристики продукта. Причиной такой проблемы являются особенности внутренней структуры, формирующиеся в процессе производства листов, зависящие от химического состава материала и технологических параметров прокатки и последующей термической обработки. Исследование выявленных зависимостей позволило лучше понять связь между структурой материала и его механическими свойствами, что открывает перспективу внедрения новаторских решений в металлургическом и машиностроительном секторах.

Разработанный Трибунским А.В. метод оценки штампуемости на основе анализа рельефа поверхности изгиба обеспечил возможность точного измерения и выявления факторов, влияющих на пригодность тонких алюминиевых листов к процессу гибки в зависимости от степени холодной пластической деформации и параметров отжига. Дополнительные исследования позволили установить оптимальное содержание легирующих элементов (магния и марганца) в составе алюминиевых сплавов, что дало возможность производить тонкие листы с оптимальным балансом механических и технологических характеристик, необходимых для успешного осуществления операций гибки и штамповки.

Таким образом, подводя итоги, можно утверждать, что диссертация Трибунского А.В. обладает значительной актуальностью, поскольку нацелена на разработку оптимальных соотношений свойств и структурных характеристик тонких листов и лент из алюминиевых сплавов, предназначенных для изготовления изделий методом штамповки. Исследованные вопросы соответствуют современным потребностям и стандартам промышленного производства, обеспечивая фундамент для дальнейшего совершенствования технологий обработки алюминиевых материалов.

Содержание диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, 3 приложений и списка использованных источников в количестве 105 наименований. Работа

С отзывом ознакомлен

02.06.2025

[Подпись]

"Вх." 06.06.2025	
Вход. №	8/к

выполнена на 153 страницах, содержит 73 рисунка и 12 таблиц.

Во введении подробно изложена аргументация актуальности выбранной темы, чётко обозначены цели и задачи исследования, подчеркнута научное и практическое значение выполненной работы. Приводятся ключевые тезисы, выносимые на защиту, подтвержденные паспортом научной специальности 2.6.17 «Материаловедение». Описывается структура самой диссертации, указаны сведения о процедуре защиты и опубликованных работах автора.

Первая глава диссертации посвящена всестороннему анализу существующего научно-технического задела по вопросам алюминийево-марганцевых и алюминийево-магниевого сплавов. Она охватывает глубокий обзор существующей литературы, посвящённой характеристикам данных сплавов, методикам их обработки и областям практического применения. Помимо этого, в данной главе рассматриваются новейшие достижения науки, отражающие влияние химического состава и внутренней структуры листовых алюминиевых сплавов на улучшение штампуемости и гибкости материалов.

Вторая глава содержит описание использованного оборудования и методик эксперимента. Практическое исследование было направлено на изучение влияния количества магния и марганца на механические и технологические характеристики алюминиевого сплава 3005, произведённого АО «СМЗ».

В третьей главе содержатся результаты численного моделирования процесса V-образной гибки образца T0 с углом изгиба 180° в специализированной программе Deform. Компьютерное моделирование подтвердило, что при изгибе алюминиевых лент толщиной менее 0,46 мм формируются характерные трещины и волны ("эффект апельсиновой корки") в месте изгиба, тогда как образцы толщиной от 0,46 до 0,92 мм показывают устойчивое поведение без проявления дефектов.

Моделирование позволило точно оценить максимальное напряжение, возникающее при изгибе образца алюминиевого сплава 3005 толщиной 0,25 мм (приводящее к разрушению) и образца толщиной 0,82 мм (не сопровождающегося разрушением).

Четвёртая глава посвящена изучению влияния уровня пластической деформации, метода и режима термической обработки на механические свойства листовых алюминиевых сплавов марок 3005, 5182 и чистого алюминия марки А5. Глава снабжена графиками, наглядно отображающими изменение основных механических характеристик данных сплавов в зависимости от интенсивности деформации, этапов обработки (включая литьё заготовок, горячую и холодную прокатку), а также выбранного типа отжига (использование садочных печей или линий непрерывной термообработки).

Экспериментально подтверждено, что повышение уровня деформации ведёт к увеличению прочности материала, однако одновременно уменьшает его пластичность. Применение термической обработки путём отжига эффективно устраняет зависимость механических свойств от предыдущей степени деформации.

В пятой главе представлено исследование влияния кристаллографических

текстур и условий механической и термической обработки на технологические свойства алюминиевых сплавов марок А5, 3005 и 5182.

Анализируя распределение полюсных плотностей в холоднокатаных образцах, авторы установили, что основными компонентами являются три вида ориентаций: бесструктурный тип, ориентация $S''2(341)<4-58>$ и $Bs'(110)<1-12>$, совокупно представляющие собой более 80% общей плотности полюсов. В отожжённых образцах преобладают два направления: бескристаллическое состояние и ориентация $S''2(341)<4-58>$.

Исследование показало, что при постепенном утоньшении холоднокатаного материала доля отдельных компонентов меняется следующим образом: доля ориентаций без четкой структуры и текстуры $S''2(341)<4-58>$ остаётся постоянной, доля текстуры $Ba'(493)<5-47>$ слегка снижается, а доля текстуры $Bs(110)<1-12>$ растёт. Особенно примечательно, что уменьшение объёма ориентации $S''(385)<7-54>$ почти до полного исчезновения и параллельное увеличение доли текстуры $Bs(110)<1-12>$ при толщине листа 0,25 мм приводит к резкому снижению способности материала к гибке — почти в 2,8 раза.

В заключении представлены выводы по полученным результатам работы.

Выводы, представленные в конце диссертации, последовательно обобщают её основную мысль и строго согласуются с поставленными целями и достигнутыми результатами. Работа выполнена качественно и ясно изложена с применением современной научной терминологии.

Полученные результаты нашли отражение в девяти научных публикациях, среди которых четыре статьи опубликованы в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией (ВАК) для соискателей ученой степени по специальности 2.6.17 «Материаловедение». Диссертантом зарегистрирована оригинальная электронная база данных. Ключевые положения, вынесенные на защиту, получили широкое обсуждение на четырех крупных форумах, включая две международные и две всероссийские конференции.

Автореферат подготовлен грамотно и полностью отражает содержание основной рукописи. Основной материал, заключительные выводы и защищаемые положения хорошо раскрыты и понятны читателю.

Научная новизна и научная значимость

В диссертационной работе Трибунского А.В. представлены результаты, обладающие научной новизной, имеющие высокую достоверность и научную значимость:

1. **Выделены важнейшие факторы:** Обнаружены принципиальные особенности строения и кристаллографической текстуры тонких алюминиевых листов (толщина менее 1 мм) из сплавов А5, 3005 и 5182, оказывающих решающее влияние на процессы гибки и штамповки.

2. **Количественный анализ:** Установлено точное количественное

соотношение между содержанием марганца и магния, а также параметрами термического отжига, позволяющее формировать требуемые механические и технологические свойства тонких алюминиевых листов.

3. Изменение текстуры при отжиге: Подтверждено, что при отжиге алюминиевых листов толщиной 0,25 мм, 0,46 мм и 0,82 мм из сплава 3005 наблюдается удвоение доли беспорядочной (бестекстурной) фазы, при параллельном уменьшении объемов других кристаллографических текстур.

4. Методика оценки штампуемости: Создана уникальная методика количественной оценки способности тонких алюминиевых листов и лент к операции гибки, базирующаяся на тщательном исследовании дефектов поверхности, появляющихся в зоне изгиба.

Практическая значимость

Оптимизированный режим термической обработки (отжига) для листового алюминиевого сплава 3005 был установлен таким образом, чтобы обеспечить наилучшие показатели при гибке с углом 180° . Был предложен инновационный метод количественной оценки штампуемости, основанный на детальном анализе характера рельефа поверхности в зоне изгиба. Этот подход позволяет выбирать наиболее эффективные комбинации условий деформации и отжига, направленные на повышение качественных характеристик штампуемости тонких алюминиевых листов и лент.

Рекомендации по выбору режимов прокатки и отжига для алюминиевых сплавов А5, 3005 и 5182 успешно реализованы на предприятиях АО «АлТи Фордж» и АО «Самарский металлургический завод», доказав свою высокую эффективность и полезность в реальных производственных процессах.

Соответствие паспорту заявленной специальности

Тема диссертационной работы и ее содержание полностью соответствует паспорту специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки) по пунктам:

- п.3 Разработка научных основ выбора материалов с заданными свойствами применительно к конкретным условиям изготовления и эксплуатации изделий и конструкций;

- п.5 Установление закономерностей и критериев оценки разрушения металлических, неметаллических и композиционных материалов и функциональных покрытий от действия механических нагрузок и внешней среды.

- п.6 Разработка и совершенствование методов исследования и контроля структуры, испытание и определение физико-механических и эксплуатационных свойств материалов на образцах и изделиях.

Обоснованность и достоверность полученных результатов

Обоснованность и достоверность выводов, сделанных автором Трибунским А.В., подтверждаются значительным количеством экспериментальных данных, правильным выбором существующих методик исследования, применением передового лабораторного оборудования с автоматизированным управлением, а также тесным соответствием теоретических расчетов данным, полученным в рамках собственных

экспериментов автора.

Заключение

Диссертационная работа Трибунского Александра Викторовича «Формирование рациональной структуры в тонких листах и лентах из алюминиевых сплавов для повышения их штампуемостив» соответствует научной специальности 2.6.17 Материаловедение, пп. 9-14 «Положение о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (в редакции от 16 октября 2024 г.), а её автор, Трибунский Александр Викторович заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки).

Согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации Трибунского Александра Викторовича.

Официальный оппонент

Заместитель начальника НИО

«Титановые, магниевые, бериллиевые
и алюминиевые сплавы»

НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ,

кандидат технических наук

специальность 05.16.01 «Металловедение и
термическая обработка металлов и сплавов»

Оглодков

Михаил Сергеевич

20.05.2025

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ)

Адрес: 105005 г. Москва, ул. Радио, д.17

E-mail: priem@viam.ru

Телефон: 8(499) 748-97-94

Подпись Оглодкова Михаила Сергеевича удостоверяю

Зам. председателя «Ученого совета»

к.т.н., доцент

Свириденко

Данила Сергеевич

