

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 22.12.2023 г. № 24

О присуждении Казакову Михаилу Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Улучшение структуры и свойств алюминиевых сплавов для изделий перспективной ракетно-космической техники совершенствованием режимов технологических воздействий» по специальности 2.6.17. Материаловедение принята к защите 09 октября 2023 г. (протокол заседания № 16), 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 Казаков Михаил Сергеевич, 24.01.1992 года рождения, в 2014 г. окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный технический университет» по специальности 150105 «Металловедение и термическая обработка металлов» с присвоением квалификации инженер, в 2023 году окончил очную аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» по направлению «Технологии материалов», научная специальность «Материаловедение (машиностроение)». С 08.09.2014 г. соискатель работает в АО «РКЦ «Прогресс», Госкорпорации «Роскомос». В настоящее время занимает должность заместителя начальника цеха – начальника лаборатории.

Диссертация выполнена на кафедре «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Муратов Владимир Сергеевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», кафедра «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы», профессор.

Официальные оппоненты:

- Носова Екатерина Александровна, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», кафедра «Технологии металлов и авиационного материаловедения», заведующий кафедрой;
- Прохорович Владимир Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО», директор научно-исследовательского центра технологий контроля качества ракетно-космической техники, профессор.

Ведущая организация федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород, в своем положительном отзыве, утвержденным Куркиным Андреем Александровичем, д.ф.м.н., профессором, проректором по научной работе, подписанным Чеэровой Маргаритой Николаевной, к.т.н., доцентом кафедры «Материаловедение, технология материалов и термическая обработка металлов», Чегуровым Михаилом Константиновичем, к.т.н., доцентом этой же кафедры, Сибиряковой Еленой Всеволодовной секретарем той же кафедры указала, что в работе содержится решение проблемы повышения надежности деталей и узлов ракетно-космической техники за счет применения режимов технологических воздействий, обеспечивающих улучшенную структуру и свойства алюминиевых сплавов.

Заключение содержит следующие замечания: литературный обзор перегружен сведениями, не несущими практического смысла для темы работы; представленная в автореферате и диссертации формулировка задач исследования не совсем корректна; формулировка некоторых задач исследования практически полностью совпадает с новизной работы; отсутствует объяснение какими соображениями руководствовался автор, выбирая соотношение отходов собственного производства и сырья разных производителей для изготовления сплава для получения отливок из АК9ч; отсутствуют сведения про условия проведения испытаний (нагрузка, время, прибор) микротвердости; на рис.3.5. не обозначены фазы, присутствующие в сплаве; для получения корректных выводов о несущественности влияния исследованных режимов старения на микроструктуру сплавов системы Al-Mg-Si-Cu, необходимо проведение количественного микроструктурного анализа в разных полях зрения и при меньшем увеличении; в работе отсутствует объяснение на каком основании для торможения процессов старения была выбрана температура именно -10°C ; на графиках зависимостей механических свойств отсутствуют доверительные интервалы; на рис.4.1. сравнивают фотографии, полученные при разных увеличениях; подпись к рис 4.5 диссертации некорректна, так как эвтектика не является фазой, это структурная составляющая; в работе отсутствует теоретическое объяснение зависимостей механических свойств от температуры испытания (рис.4.6 - 4.8.); отсутствует объяснение о немонотонном поведении относительного удлинения от температуры испытания, а также о причинах увеличения прочности на катанном листе, в то время как другая прочностная характеристика – предел текучести – уменьшается при повышении температуры до 200°C .

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 9 работ, из них 6 в рецензируемых научных изданиях. Вклад соискателя: постановка целей и задач, участие на всех этапах исследования, личное проведение

анализов и измерений физико-механических свойств, интерпретация результатов и формулировка всех основных положений и выводов.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Казаков, М.С. Влияние структурно-фазового состояния исходного материала шихты на качественные характеристики отливок из сплава Al-Si-Mg/В.С. Муратов, М.С. Казаков // Безопасность техногенных и природных систем. - 2023. - №3. - С.67-76.

2. Казаков, М.С. Влияние режимов сварки трением с перемешиванием на структуру сварного соединения нагартованного алюминиевого сплава системы Al-Mg-Sc / В.С. Муратов, М.С. Казаков // Сварка и диагностика. - 2023. - №4. - С.45-50.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы официальных оппонентов.

В отзыве Носовой Е.А. указаны следующие критические замечания: на рисунках макроструктуры и внешнего вида образцов отсутствует масштабная линейка; в подразделе 4.3. отсутствует указание марки материала, для которого проведены ускоренные климатические испытания; для зависимостей механических свойств на большинстве рисунков отсутствует доверительный интервал; требуют пояснения полученные результаты изменения механических свойств плит и поковок опытного сплава Al-Mg-Sc; отсутствует объяснение причин повышенных механических свойств в долевом направлении катанных полуфабрикатов, относительно поперечного; отсутствует объяснение повышения относительного удлинения плит из сплава Al-Mg-Sc в долевом направлении при увеличении времени хранения свыше 5 лет; желательное проведение дополнительных исследований причин изменения свойств полуфабрикатов из сплава Al-Mg-Sc в процессе хранения; в работе не выявлены и не объяснены причины повышенной склонности к межкристаллитной коррозии плит из сплава Al-Mg-Sc.

В отзыве Прохоровича В.Е. сформулированы следующие замечания: не обосновано утверждение автора о повышении концентрации магния на поверхности излома после проведения обжатия штуцера в результате процесса распада твердого раствора в зоне термического влияния сварки; не проанализирована возможность обжатия штуцера в зоне конца участка 1 и в зоне участка 2, которые лежат вне зоны термического влияния и, следовательно, сохранили свою исходную пластичность, что могло бы обеспечить отсутствие трещинообразования при обжатии; автор учел не все известные в настоящее время механизмы структурообразования в зоне СТП; автору не удалось обнаружить оптимальные значения параметров сварки сплава Al-Mg-Sc толщиной 25 мм, позволяющие выйти на прочность шва близкой к прочности основного металла; не исследовано влияния размеров дефектов (в частности непровара и «kissing bond») на прочностные свойства сварных соединений СТП плит из сплава Al-Mg-Sc; при рассмотрении особенностей НК сварных соединений автор не рассмотрел метод вихретокового контроля; в тексте имеют место неточности, затрудняющие понимание описываемых результатов исследования.

На автореферат поступило 17 отзывов от:

Барчукова Д.А. к.т.н., доц., зав. кафедрой «Технологии металлов и материаловедение» ФГБОУ ВО «Тверской государственной технической университет» (г. Тверь); Родионова И.В. д.т.н., проф., зав. кафедрой «Сварка и металлургия» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» (г. Саратов); Свечникова А.А. к.т.н., доц., зав. кафедрой «Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения» (г. Самара); Еремина Е.Н. д.т.н., проф., заслуженного работника высшей школы РФ, декана Машиностроительного инсти-

тута, зав. кафедрой «Машиностроение и материаловедение» ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет» (г. Омск); Клевцова Г.В. д.т.н., проф., проф. кафедры «Нанотехнологии, материаловедения и механика» ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет» (г. Тольятти, Самарская область); Мордасова Д.М. д.т.н., проф., зав. кафедрой «Материалы и технологии» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» (г. Тамбов); Абабкова Н.В. к.т.н., доц., зав. кафедрой «Технологии машиностроения», Смирнова Н.С. д.т.н., проф., проф. этой же кафедры ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» (г. Кемерово); АО «Авиаагрегат» (г. Самара), утвержденный Коптевым Андреем Анатольевичем к.т.н. главным инженером, подписанный Якимовым Николаем Сергеевичем к.т.н., ведущим инженером-технологом; Ермакова С.А. к.т.н., доц, доц высшей школы физики технологий и материалов института машиностроения, материалов и транспорта ФГАОУ ВО «Санкт – Петербургский политехнический университет Петра Великого» (г. Санкт-Петербург); Святкина А.В. к.т.н., заместителя начальника управления – начальника отдела технологии металлов и термообработки управления лабораторно-испытательных работ АО «АВТОВАЗ» (г. Тольятти, Самарская область); Копцевой Н.В. д.т.н., проф., проф. кафедры литейных процессов и материаловедения ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (г. Магнитогорск); Нищева К.Н. к.т.н., доц., директора института наукоёмких технологий и новых материалов ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва» (г. Саранск); Степановой В.А. к.ф-м.н., доц., доц. кафедры физики ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (г. Москва; Боевой Л.С. к.т.н., доц., доц. кафедры «Технологии металлов и судоремонта» ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет» (г. Мурманск); Ревякина В.А. к.х.н., директор по науке ООО «ИТ-Сервис» (г. Самара); Кокорина В.Н. д.т.н., проф., зав. кафедрой «Материаловедение и обработка металлов давлением», Морозова О.И. к.т.н., доц., доц. этой же кафедры ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» (г. Ульяновск); Кургановой Ю.А. д.т.н., проф., зам. зав. кафедрой, руководителя лаборатории композиционных и неметаллических материалов ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (г. Москва).

В замечаниях указано:

отсутствует оценка экономического эффекта; не указано количество образцов, подверженных испытаниям; отсутствует обоснование выбора температуры выдержки после закалки для сохранения свежезакаленного состояния; использованы не совсем удачные формулировки, касающиеся цели исследования, задач и научной новизны; на ряде рисунков не отмечены описываемые фазы, не оговорен учтенный доверительный интервал, по тексту имеют место опечатки. Остальные замечания связаны с ограниченным объемом автореферата, на которые даны полные комментарии в тексте диссертации.

Все отзывы положительные и отмечают актуальность темы диссертации, научную новизну, большую практическую значимость, соответствие диссертационной работы требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор – Казаков Михаил Сергеевич, 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 исследований связей состава и строения металлических материалов с комплексом физико-механических эксплуатационных свойств с целью обеспечения их надежности и долговечности, установления влияния режимов технологических воздействий при производстве на их структуру, а также в вопросах посвященных сварке трением с перемешиванием и, более конкретно, для алюминиевых сплавов, что подтверждается публикациями в научных изданиях в сфере исследования соискателя.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработаны** новые научно обоснованные подходы к совершенствованию технологических процессов обработки алюминиевых сплавов для ракетно-космической техники, обогащающие концепцию материаловедения о связи между составом, структурой и свойствами используемых материалов и закономерности их изменений, позволяющие: повысить качество отливок, сократить цикл термической обработки, оптимизировать логистический переход между процессом закалки и деформации, обеспечить качество сварных соединений, полученных сваркой трением с перемешиванием, а также прогнозировать изменение свойств изделий из сплава Al-Mg-Sc в условиях эксплуатации;

- **предложены** оригинальные эффективные режимы термической обработки для сплавов Al-Cu-Mg, Al-Mg-Si-Cu, рекомендации по повышению качества отливок из сплава Al-Mg-Si за счет применения шихтовых материалов с предварительно модифицированной структурой, способ изготовления сварных деталей из сплава Al-Mg-Si для термостабилизирующих систем, исключая разрушение при холодной пластической деформации в процессе герметизации, режимы сварки трением с перемешиванием, формирующие качественные соединения в толстостенных изделиях из нагартованных плит сплава Al-Mg-Sc;

- **доказана** перспективность предложенных режимов получения отливок, сварки, деформирования и термической обработки для предупреждения случаев брака деталей ракетно-космической техники, а также оптимизации технологических циклов;

- **введены** новые представления об особенностях формирования структуры и свойств перспективного экономнолегированного сплава системы Al-Mg-Sc, в зависимости от способа получения полуфабриката, режимов сварки трением с перемешиванием, а также влияние температуры и времени хранения на свойства изделий из него.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **доказаны** положения, вносящие вклад в расширение представлений о влиянии структурно-фазового состояния исходных материалов на качество отливок, режимов сварки трением с перемешиванием, деформирования и термической обработки алюминиевых сплавов на особенности формирования фазового состава, структуры и свойств, а также расширяющие границы применимости полученных результатов;

- **применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс существующих базовых и современных методов исследования процессов получения отливок, сварки, деформирования и термической обработки алюминиевых сплавов, их состава, структуры и свойств, что позволило получить новые научные и практические результаты;

- **изложены** новые закономерности формирования структуры и свойств алюминиевых сплавов при варьировании режимов технологических воздействий в процессах получения отливок, сварки, деформирования и термической обработки;

- **раскрыто** влияние варьирования режимов получения отливок, сварки, деформирования и термической обработки на особенности формирования структуры и свойств алюминиевых сплавов, применяемых при изготовлении деталей перспективной ракетно-космической техники;

- **изучены** факторы, определяющие для алюминиевых сплавов качество отливок, кинетику старения, изменение свойств и разрушение герметизирующих деталей, влияние температуры на механические свойства, влияние режимов сварки трением с перемешиванием на структуру и свойства сварных соединений;

- **проведена модернизация** существующих способов получения отливок, сварки, деформирования и термической обработки алюминиевых сплавов за счет использования новых разработанных режимов их проведения, обеспечивающих получение новых результатов по теме диссертации;

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

- **разработаны и внедрены** в АО РКЦ «Прогресс» (г. Самара): требования к входному контролю качества структурно-фазового состояния поставляемых на предприятие исходных чушек сплава АК9, мероприятия по устранению причин брака заправочных штуцеров из сплава АД31Т, технологический процесс с применением ускоренного старения для штамповок из сплава АК6, оптимизация технологического цикла изготовления деталей из сплава Д16, технологические процессы формообразования, термической обработки, и методики оценки качества для полуфабрикатов из сплава 1580, технологический процесс сварки трением с перемешиванием, методика и технологическая карта неразрушающего контроля сварных соединений, выполненных сваркой трением с перемешиванием;

- **определены** пределы и перспективы практического использования предложенных технологических решений в области металловедения и обработки алюминиевых сплавов;

- **создана** система практических рекомендаций, повышающих качество изделий, по разработке и реализации многоэтапных технологических процессов, включающих получение отливок, сварку, деформирование, термическую обработку алюминиевых сплавов и имеющих критичный характер;

- **представлены** предложения по совершенствованию процессов получения отливок, сварки, деформирования и термической обработки алюминиевых сплавов для изделий ракетно-космической техники с целью улучшения их структуры и свойств, что обеспечит дальнейшее повышение качества изделий ракетно-космической техники.

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** основана на известных базовых положениях и постулатах материаловедения, теории и технологии литья, термической обработки, деформирования, сварки, лежащих в основе регулирования структуры и свойств алюминиевых сплавов;

- **идея базируется** на анализе составов, структур и свойств алюминиевых сплавов, представленных в научных статьях и базовых экспериментальных исследованиях отечественных и зарубежных ученых;

- **использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации, представительные выборочные совокупности с обоснованием подбора объектов наблюдения и измерения.

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

Личный вклад соискателя состоит в постановке целей и задач, определяющих научную новизну и практическую значимость работы; участии на всех этапах процесса исследования рассматриваемых в диссертационной работе технологических операций; интерпретации результатов и формулировке основных положений; непосредственном участии в подготовке опубликованных работ по результатам диссертации, выполненных в соавторстве, что отражено в составе авторов.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было. Казаков М.С. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 22 декабря 2023 года диссертационный совет принял решение присудить Казакову Михаилу Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение за новые научно обоснованные технологические решения и разработки в области получения отливок, сварки трением с перемешиванием, деформирования и термической обработки алюминиевых сплавов, обеспечивающие улучшение их структуры и свойств, повышающее качество изделий перспективной ракетно-космической техники и имеющие существенное значение для развития страны.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за - 17, против - 0.

Председатель диссертационного
совета 99.2.039.02

Клебанов Яков Мордухович

Секретарь диссертационного
совета 99.2.039.02



Луца Альфия Расимовна

22 декабря 2023 г.