

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.316.01,
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 11 апреля 2025 г. № 4
о присуждении **Люй Лань**, гражданке Китайской Народной Республики,
ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Закономерности формирования и эволюции усталостного повреждения оксидных покрытий, полученных при микродуговом оксидировании алюминиевых сплавов» по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки) принята к защите 10 февраля 2025 г. протокол заседания № 1 диссертационным советом 24.2.316.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» Министерства науки и высшего образования РФ (Россия, 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, проспект Ленина, 27, приказ о создании диссертационного совета № 714/нк от «2» ноября 2012 г., приказ 350/нк от «29» июля 2013 г., приказ 419/нк от «15» июля 2014 г., приказ 633/нк от «12» ноября 2014 г., приказ 423/нк от «28» апреля 2015 г., приказ 512/нк от «28» апреля 2016 г., приказ 641/нк от «15» июня 2018 г., приказ 1046/нк от «15» октября 2021 г., приказ 86/нк от «26» января 2022 г., приказ №581/нк от «11» июня 2024 г., протокол № 889/нк от «25» сентября 2024 г., протокол 1209 от «17» декабря 2024 г.).

Соискатель Люй Лань, 20 апреля 1980 года рождения. В 2008 г. окончила магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный

технический университет» по специальности «Строительство». С 01 ноября 2021 года по настоящее время обучается в очной аспирантуре в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» по специальности 22.06.01 – Технологии материалов.

Люй Лань за время обучения сдала кандидатские экзамены по следующим дисциплинам: Иностранный язык (английский) (отрасль – технические науки) – «хорошо», История и философия науки (отрасль – технические науки) – «отлично», Специальная дисциплина – Материаловедение (в машиностроении) (отрасль – технические науки) – «отлично».

Диссертация выполнена на кафедре «Материаловедение и технология новых материалов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

Научный руководитель – Башков Олег Викторович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Материаловедение и технология новых материалов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

Официальные оппоненты:

Гордиенко Павел Сергеевич, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий лабораторией защитных покрытий и морской коррозии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИХ ДВО РАН), г. Владивосток;

Бурков Александр Анатольевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровский Федеральный исследовательский центр Институт Материаловедения Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук (ИФПМ СО РАН), г. Томск. в **своем положительном заключении**, подписанном Шаркеевым Юрием Петровичем, доктором физико-математических наук, профессором, главным научным сотрудником лаборатории физики наноструктурных биоконпозитов, Комаровой Екатериной Геннадьевной, кандидатом технических наук, научным сотрудником лаборатории физики наноструктурных биоконпозитов, утвержденном Колубаевым Евгением Александровичем, доктором технических наук, профессором РАН, директором Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, указали, что диссертационная работа по актуальности темы исследования, научной новизне, практической значимости и достоверности достигнутых результатов, по объему выполненных исследований, уровню публикаций полученных результатов соответствует требованиям п.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 в отношении кандидатских диссертаций, а ее автор – Люй Лань заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки).

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 15 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, в том числе в приравненных к ним и индексируемых в международных базах данных, определяемых в соответствии с рекомендацией ВАК РФ, опубликовано 3 работы, две из которых опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, получен один патент РФ на изобретение. Другие публикации по теме диссертационной работы представлены в виде публикаций в научных изданиях, трудах и материалах международных научных конференций. Вклад соискателя Люй Лань в работы, опубликованные в соавторстве, не вызывает сомнения и состоит в непосредственном ее участии при постановке задач исследований, проведении экспериментальных исследований, а также выполнении

теоретической части работы, интерпретации экспериментальных данных научных экспериментов. Авторский вклад соискателя – 65 %.

Наиболее значимые работы:

1. Исследование влияния режимов микродугового оксидирования на морфологию и параметры оксидного покрытия, наносимого на алюминиевый сплав Д16АТ / Ф. Бао, О.В. Башков, Д. Чжан, Л. Люй // *Frontier Materials & Technologies*. – 2023. – № 1. – С. 7-21. – DOI 10.18323/2782-4039-2023-1-7-21.

2. Усталостное разрушение алюминиевого сплава 1163 с различной морфологией оксидного покрытия / Ф. Бао, Л. Люй, О. В. Башков // *Упрочняющие технологии и покрытия*. – 2024. – Т. 20, № 1(229). – С. 3-7. – DOI 10.36652/1813-1336-2024-20-1-3-7.

3. Моделирование влияния индуктивности на параметры оксидных покрытий, формируемых на алюминиевом сплаве методом микродугового оксидирования / О. В. Башков, Л. Люй, Ф. Бао [и др.] // *Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета*. – 2024. – № 7(79). – С. 107-113.

4. Acoustic emission at the fatigue crack initiation and propagation in aluminum alloy 1163 with micro-arc oxidation coating / F. Bao, T.I. Bashkova, L. Lyu // *AIP Conf. Proc.* – 2023. – Vol. 2899. – P. 020011. DOI: 10.1063/5.0163781.

5. Research of the properties and characteristics of oxide coatings formed during the process of microarc oxidation in an electrolyte based on sodium hexametaphosphate holes / O.V. Bashkov, L. Lyu, F. Xiao, Z Zhao // *Journal Of Heilongjiang University of Science & Technology*. – 2023. – Vol. 33, № 6. – P.779-783. DOI: 10.3969/j.issn.2095-7262.2023.06.001.

6. Люй, Л. Исследование усталостных характеристик сплава 7075 до и после нанесения на него МДО покрытия / Л. Люй // *Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: Материалы VII Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 08–12 апреля 2024 года*. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2024. – С. 55-57.

7. Люй, Л. Исследование оксидных покрытий, сформированных в процессе микродугового оксидирования в электролите на основе гексаметафосфата натрия / Л. Люй, Ц. Чжао, О. В. Башков, С. Ли // Новые материалы и технологии в условиях Арктики : Материалы VI Международной конференции с элементами научной школы для молодежи, посвященной 30-летию высшего химического образования в Республике Саха (Якутия), Якутск, 27–29 ноября 2023 года. – Якутск: Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, 2023. – С. 126-128.

8. Пат. RU 2807242 С1 Российская федерация. Способ мониторинга и управления процессом микродугового оксидирования с использованием метода акустической эмиссии / О.В. Башков, Ф. Бао, Т.И. Башкова, Л. Люй, Г. Башков. – Заявка № 2023104089 от 21.02.2023, опубл. 13.11.2023, Бюл. №32 – 10 с.

На диссертацию и автореферат поступило 15 отзывов.

Отзывы на диссертацию:

1. Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск

Замечания:

1. В работе не представлено четкого обоснования выбора исследуемых материалов – деформируемых алюминиевых сплавов различных марок. При этом в разделе 2 не приведены данные на материалы Д16АТ и 1163. 2. В работе предложен новый параметр и критерий для использования метода акустической эмиссии оценке характера развития усталостных повреждений, однако не приведены границы его применимости. Однако не приведено сравнение эффективности применения предложенной методики с существующими. 3. Как указано в подписи к рисунку 2.1, на рисунке приведена схема установки для микродугового оксидирования. В тексте указано, что «Структурная схема стенда для проведения исследований приведена на рисунке 2.1» И далее текст «Фото установки приведено на рисунке 2.2 [134].» Но рис. 2.2 приведено фотоизображение ванны с образцом. Не ясно, автор работы использовал стенд или установку. Не ясен изготовитель стенда или установки. Ссылка 134 указывает на патент, где автором является руководитель соискателя. Но в патенте речь идет не об установке и стенде для

микродугового оксидирования, а о «способе мониторинга и управления процессом микродугового оксидирования с использованием метода акустической эмиссии». Отсутствуют сведения о параметрах установки, как величина напряжения, частота следования импульсов, скважность импульсов или коэффициент заполнения импульсов, какие режимы могут быть реализованы.

2. Официальный оппонент Гордиенко Павел Сергеевич, доктор технических наук, профессор, Заведующий лабораторией защитных покрытий и морской коррозии. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук. (ИХ ДВО РАН), г. Владивосток.

Замечания:

1. Во введении в разделе «Структура и объем диссертационной работы» указано, что диссертация содержит 8 таблиц и 35 рисунков. Однако, подсчет показал, что в диссертации 53 рисунка и 11 таблиц.

2. На рис. 3.11 диссертации приведена электрическая принципиальная схема измерительной ячейки при микродуговом оксидировании. В тексте закономерно отмечено, что приведенные на схеме сопротивления $R_{окс}$ и $R_{эл}$ определяются сопротивлением оксидного слоя и электролита. Также цепь содержит введенную индуктивность. Учитывая, это, общее сопротивление цепи будет определяться суммой активного и реактивного сопротивления цепи. Однако, измеренные значения сопротивления в расчетах не приведены. При этом, активное сопротивление будет зависеть от площади поверхности оксидируемой детали или образца. Возникает вопрос о том, будут ли зависеть результаты испытаний от реактивного сопротивления индуктивности при изменении площади детали.

3. В главе 4 приведены результаты анализа сигналов акустической эмиссии, зарегистрированных при усталостных испытаниях образцов деформируемых алюминиевых сплавов. Однако, полученные результаты использования акустической эмиссии не приведены в выводах. В связи с чем возникает вопрос о необходимости использования данного метода в разделе 4.

4. В первой главе, посвященной обзору литературы, проведена информация о результатах применения микродугового оксидирования алюминиевых сплавов. Однако, не содержится информации о вкладе Российских ученых Института химии ДВО РАН, внесших вклад в изучение процесса оксидирования алюминия и его сплавов при потенциалах искрения и пробоя.

3. Официальный оппонент Бурков Александр Анатольевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровский Федеральный исследовательский центр Институт Материаловедения Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск.

Замечания:

1. В тексте диссертации много орфографических и грамматических ошибок, которые снижают скорость прочтения текста диссертации, однако не искажают логику восприятия.

2. На рисунке 1.6 не указано время МДО обработки для отдельных изображений.

3. В диссертации слишком большое внимание уделено методам анодирования алюминия (С. 10 – 22), что больше чем для МДО.

4. В таблице 1.1 в качестве единиц измерения толщины пленки для МДО указаны нм (от 10 до 300 нм).

5. Судя по рисункам 3.16 микроструктура подложки из сплава 7075, полученная при одинаковом увеличении, существенно различается.

6. В разделе 3.2 проводили расчет энергии, потребленной ячейкой МДО. Почему экспериментально не измерили потребление энергии при МДО с помощью счетчика. Какова удельная энергоэффективность МДО по сравнению с другими методами нанесения покрытий.

7. В разделе 3.2 указывается: «Твердость материала косвенно коррелирует с износостойкостью, поэтому при определенном допущении можно данный параметр использовать при экспресс косвенной оценке износостойкости покрытий». Это некорректно, поскольку величину износостойкости невозможно вычислить, опираясь

на значения твердости. В вашем контексте корректнее было сказать, что согласно модели Архарда, повышение твердости материала приводит к увеличению его износостойкости.

8. Чем обусловлено резкое снижение твердости покрытий при повышении индуктивности от 17,6 до 28 мГн, особенно при периоде 120 минут?

9. На С. 90 делается заключение «Таким образом, рост твердости покрытий, не является функцией пропорциональной зависимости от толщины». Какую функцию можно было ожидать от этих двух параметров?

10. Данные полученные методом акустической эмиссии не отражены в основных результатах или выводах диссертации. Поэтому неясно, какие результаты получены с помощью данного метода?

11. В работе не выдержана парадигма материаловедения: «технология-состав-структура-свойства-эксплуатационная эффективность», в части отсутствия состава (химического, фазового) и микроструктуры (форма и размер зерен оксида алюминия) разработанных покрытий. В первой главе сообщается, что МДО покрытия на алюминиевых сплавах состоят из оксида алюминия в α и γ фазах с различным соотношением, но данные химического и фазового анализов разработанных покрытий не приводятся. Кроме того, электролит содержит силикаты и фосфаты, которые согласно литературным данным, могут присутствовать в составе оксидированного слоя и оказывать влияние на его свойства.

12. В части описания структуры оксидированного слоя упоминается присутствие дефектов в виде пор, однако не приведена их количественная оценка. Почему не строили напрашивающиеся корреляции режимы – пористость – свойства?

Отзывы на автореферат:

1. Федюк Роман Сергеевич, доктор технических наук, доцент, профессор военного учебного центра, Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток

Замечания:

1. Результаты исследований можно было подтвердить «тонкими» исследованиями химического состава, например, рентгеновской дифракцией и энергодисперсионной спектроскопией.

2. Отмечаю отсутствие докладов на международных конференциях, но это можно объяснить текущей геополитической обстановкой. С другой стороны, китайский автор вполне могла доложить на Родине.

3. Имеются опечатки: например, на с. 3: «развитие теоретических механизмов и совершенных практических технологий»

2. Астащенко Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор Набережночелнинского института (филиала) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Набережные Челны.

Швеёва Татьяна Владимировна, кандидат технических наук, доцент Набережночелнинского института (филиала) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Набережные Челны.

Замечания:

1. Какой раствор для травления использовали в работе для выявления микроструктуры?

2. Имеются опечатки - несоответствия на рис. 12 и 15 подрисуночных подписей рисункам, рис. 8 а плохо читаем, а на рис. 20 не указан масштаб (увеличение).

3. Выполнялись ли фрактографические исследования поверхности изломов образцов?

3. Лазарева Надежда Николаевна, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник учебно-научно-технологической лаборатории «Технологии полимерных нанокомпозитов» имени доцента С.А. Слепцовой химического отделения Института естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», г. Якутск.

Замечания:

1. Была ли исследована коррозионная стойкость алюминиевых покрытий, модифицированных методом МДО?

2. Каковы значения микротвердости и шероховатости сплавов до обработки методом МДО?

4. Мерсон Дмитрий Львович, доктор физико-математических наук, профессор, директор Научно-исследовательского института прогрессивных технологий, Научно-исследовательская часть Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тольяттинский государственный университет», г. Тольятти,

Растегаев Игорь Анатольевич, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского отдела № 2, Научно-исследовательский институт прогрессивных технологий, Научно-исследовательская часть Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тольяттинский государственный университет», г. Тольятти

Замечания:

1. При описании главы III и IV однозначно указано, что исследования проведены на сплаве 7075, но при трактовке результатов полученные выводы аппроксимируются на сплавы Д16АТ и 1163. При этом в автореферате не указано какие обобщённые зависимости дают право распространить полученные на сплаве 7075 результаты на сплавы Д16АТ и 1163?

2. При усталостном разрушении пластичных сплавов 7075 и 1163 без покрытия АЭ сигналов от хрупкой трещины, распространяющейся в МДО-покрытии (по установленному признаку $RMS > 10/Kf < 6$), по логике, не должно быть. Однако, при усталостном разрушении сплавов без МДО-покрытия (рисунки 16б и 16в) такие сигналы не только присутствуют, но их количество больше чем в сплаве с МДО-покрытием (рисунок 16а). Чем это можно объяснить?

3. В работе получен новый результат повышения усталостной прочности Al сплава после нанесения МДО-покрытия. Однако приведенное обоснование того, что трещина, идущая с МДО-покрытия, останавливается в пластичной основе

требует пояснения, т.к. оно противоречит литературным данным, например, <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2013.12.019>; <https://www.mdpi.com/2079-6412/10/12/1180>; <https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2024.108157>; <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1666/1/012019>; <https://doi.org/10.1002/maco.201609088>; <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/118/1/012033>. В данных работах показывается, что нанесение МДО-покрытий должно приводить к снижению усталостной прочности, т.к. трещина зарождается в хрупком покрытии или на дефектах у границы с покрытием быстрее, чем в материале-основе без покрытия, а затем растет с примерно одинаковой скоростью. Исключенис составляет лишь пример создания на поверхности материала остаточных сжимающих напряжений перед МДО.

5. **Казанцева Наталья Васильевна**, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории «Аддитивных технологий» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики металлов им. М.Н. Михеева Уральского отделения Российской Академии наук, г. Екатеринбург.

Замечания:

1. Личный вклад автора написан не корректно. При данном написании не очень понятна роль научного руководителя.

2. Из автореферата не понятно, структура поверхности какого сплава приведена на рисунке 1.

3. На рисунке 15 автореферата подписи к рисунку не соответствуют приведенным диаграммам.

6. **Громов Виктор Евгеньевич**, доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, заведующий кафедрой естественно-научных дисциплин имени профессора В.М. Финкеля Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк,

Невский Сергей Андреевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры естественно-научных дисциплин имени профессора В.М. Финкеля Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк.

Замечания:

1. Характер формирования оксидного слоя методом микродугового оксидирования предполагает наличие каналов, что не позволяет получить беспористый оксидный слой. Оказывают ли каналы провоцирующее действие, снижающее циклическую долговечность полученного материала?

2. В работе приводятся результаты исследований, связанные с проведением усталостных испытаний образцов, которые изготовлены из листов сплавов 7075 и Д16АТ. Листы Д16АТ согласно маркировке плакируются чистым алюминием для предотвращения коррозии в процессе хранения и транспортировки. Состояние поверхности сплава 7075 не указано, что предполагает, что материал не плакирован. Каково влияние наличия плакирующего слоя на характер формирования оксидных покрытий методом микродугового оксидирования?

7. Джемилов Эшреб Шефикович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии машиностроения Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Республики Крым «Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова», г. Симферополь

Замечания:

1. Компенсируют ли полученные результаты исследований высокие энергозатраты процесса микродугового оксидирования поверхности алюминиевого сплава?

2. Одним из критериев качества является шероховатость, которая измерялась профилометром TR-200. Целесообразно было бы провести профилометрию исходной и оксидированной поверхностей на определенной площади с предоставлением 3D изображения.

8. **Негров Дмитрий Анатольевич**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой Материаловедения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный технический университет», г. Омск

Замечание:

1. Из текста автореферата остаётся не ясным, в каком состоянии (после закалки и старения; отжига или в состоянии поставки) находились образцы алюминиевых сплавов перед оксидированием? Исходная микроструктура поверхности сплава может оказывать влияние на особенности протекания процесса оксидирования. Например, после отжига на поверхности сплава Д16 могут присутствовать кристаллы Ф-фазы (CuAl_2).

9. **Дудко Ольга Владимировна**, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Владивосток

Замечание:

1. При проведении физических экспериментов необходимо исследовать повторяемость результатов с целью исключить случайные погрешности измерений, возможную неустойчивость технологического процесса и т.д. В автореферате отсутствуют сведения, проводились ли подобные испытания с одинаковыми наборами входных параметров (если проводились, то в каком объеме).

10. **Коновалов Сергей Валерьевич**, доктор технических наук, профессор, Проректор по научной и инновационной деятельности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк.

Шляров Виталий Владиславович, младший научный сотрудник управления научных исследований Федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк.

Замечания:

1. В тексте работы встречаются отдельные ошибки и опечатки, например, фраза «из них 3 публикация в издания». Такие неточности снижают общее восприятие научной работы и требуют корректировки.

2. Вторая глава описывает методики и экспериментальные исследования, но в некоторых местах (например, при описании установок и электролитов) уже появляются выводы. Рекомендуется четче разделить описание методологии и представление результатов.

3. В третьей главе текст содержит противоречие: с одной стороны, указывается высокая значимость регрессионных моделей ($p < 0,05$), с другой — отмечается их недостоверность для некоторых режимов индуктивности. Хотя низкое значение p подтверждает статистическую значимость коэффициентов, это не гарантирует адекватности модели во всей области исследования. Поскольку для $L=28\text{мГн}$ наблюдаются отклонения расчетных данных от экспериментальных, следует либо уточнить применимость линейной аппроксимации, либо рассмотреть более точные модели (например, полиномиальные).

11. Гоголева Ольга Владимировна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник обособленного подразделения Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Якутск

Замечание:

1. Проверяли разработанный вами способ мониторинга и управления процессом микродугового оксидирования с использованием метода акустической эмиссии на других видах сплавов? Например, на железных или медных сплавах?

12. Алибеков Сергей Якубович, доктор технических наук, профессор заведующий кафедрой машиностроения и материаловедения Федерального

государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный технологический университет»

Замечаний нет.

Все отзывы положительные. В отзывах отмечены актуальность выбранной темы исследования, научная новизна работы, а также практическая значимость полученных результатов исследования для различных отраслей промышленности (машиностроение, судостроение, авиакосмическая техника и др.).

Выбор официальных оппонентов обосновывается высокой квалификацией специалистов в области Материаловедения, наличием публикаций в соответствующей сфере исследований.

Выбор ведущей организации обусловлен известными достижениями Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук достижениями в области материаловедения, в том числе исследованиями в области микродугового оксидирования металлов и сплавов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методология формирования оксидных покрытий с использованием индуктивности, позволившая установить закономерности изменения их параметров при микродуговом оксидировании алюминиевых сплавов;

предложена оригинальная научная гипотеза, позволившая выявить причины влияния индуктивности на нелинейное изменение технологических параметров и микротвердости оксидных покрытий, формируемых при микродуговом оксидировании на высокопрочном деформируемом алюминиевом сплаве 7075;

Доказано, что оксидные покрытия толщиной до 30 мкм, сформированные методом МДО на деформируемом алюминиевом сплаве, способствуют повышению показателя усталостной долговечности;

введены новые параметры оценки усталостной долговечности алюминиевых сплавов с оксидным покрытием, сформированными методом микродугового

оксидирования, основанные на установлении зависимости периода начала развития и длины трещин от частоты циклических автоколебаний.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что предложенная методика позволяет дать оценку циклической долговечности алюминиевых сплавов при формировании на их поверхности оксидного слоя заданной толщины, обеспечивающего сдерживание процесса накопления усталостных повреждений в инкубационных период развития усталости;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс современных методов формирования на алюминиевых сплавах упрочняющего оксидного слоя и базовых методов исследования структуры, механических свойств и поведения материалов с покрытиями в условиях действия циклических нагрузок;

изложены факторы микродугового оксидирования (период оксидирования, индуктивность, плотность тока), влияющие на характеристики и свойства оксидных покрытий, формируемых при микродуговом оксидировании алюминиевых сплавов и на усталостную долговечность модифицированных сплавов с покрытиями;

раскрыта связь между показателями качества оксидного покрытия и факторами микродугового оксидирования (период оксидирования, индуктивность, плотность тока);

изучены причины, вызывающие нелинейное влияние индуктивности на характеристики оксидных покрытий, и позволяющие установить граничные значения индуктивности, при которой обеспечивается повышение микротвердости и снижение шероховатости поверхности оксидного слоя;

получены регрессионные уравнения, устанавливающие связь между факторами оксидирования (период оксидирования, индуктивность, плотность тока) и характеристиками оксидного слоя, имеющие высокую достоверность линейной аппроксимации.

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

разработана методика, позволяющая повысить циклическую долговечность алюминиевых сплавов в 2 и более раз путем формирования на них оксидного слоя не превышающего толщины 20 мкм;

определены перспективы практического использования микродугового оксидирования при формировании на деформируемых алюминиевых сплавах защитных оксидных покрытий с заданными характеристиками, позволяющими использовать алюминиевые сплавы в условиях циклической деформации без снижения долговечности;

создана система практических рекомендаций, позволяющих повысить точность получаемых при микродуговом оксидировании характеристик оксидных покрытий на деформируемых алюминиевых сплавах;

представлены технологические рекомендации по выбору режимов микродугового оксидирования, обеспечивающих получение оксидных покрытий с заданными характеристиками;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты получены на современном высокоточном сертифицированном оборудовании, показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях;

теория построена на известных положениях материаловедения и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на анализе практики использования технологии микродугового оксидирования;

использованы современные методики получения и обработки экспериментальных данных, обеспечивающие воспроизводимость результатов исследований, их корректное сравнение с ранее полученными данными;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

Личный вклад соискателя состоит в: подготовке литературного обзора по теме диссертации, проведении экспериментальных исследований, анализе

полученных результатов, формулировании научных положений и выводов, в апробации результатов исследования и подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертационная работа охватывает основные вопросы сформулированной цели исследования и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается логичной структурой разделов диссертации, непротиворечивостью используемых методик и процедур, взаимосвязью полученных результатов и выводов.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Данные полученные методом акустической эмиссии не отражены в основных результатах или выводах диссертации. Поэтому неясно, какие результаты получены с помощью данного метода.

2. В работе получен новый результат повышения усталостной прочности Al сплава после нанесения МДО-покрытия. Однако приведенное обоснование того, что трещина, идущая с МДО-покрытия, останавливается в пластичной основе требует пояснения, т.к. оно противоречит литературным данным.

Соискатель Люй Лань ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертационная работа **Люй Лань** является законченной научно-квалификационной работой и отвечает требованиям, установленным пунктом 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям.

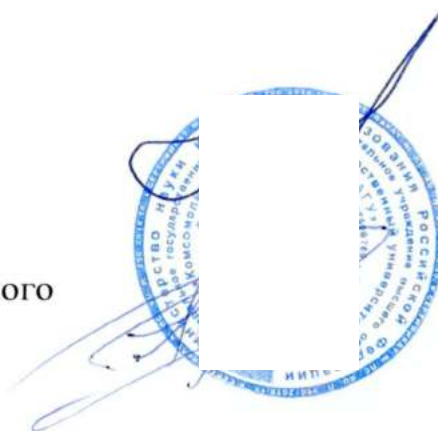
На заседании 10 февраля 2025 г. диссертационный совет 24.2.316.01 принял решение присудить **Люй Лань** ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение за новые научно-обоснованные технические и технологические решения и разработки, заключающиеся в установлении влияния электрических режимов и параметров формирования оксидных покрытий, полученных при микродуговом оксидировании на особенности развития усталостных повреждений и циклическую долговечность

деформируемых алюминиевых сплавов с оксидными покрытиями, имеющие существенное значение для развития страны.

При проведении тайного голосования в удаленном интерактивном режиме с использованием информационно – телекоммуникационных технологий диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки), участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 14, против «нет».

Председатель диссертационного
совета, д.т.н., профессор

Ученый секретарь диссертационного
совета, к.т.н.



Э.А. Дмитриев

А.Е. Проценко

Дата оформления заключения 11 апреля 2025 г.