

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.075.01, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОВЕДЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 01.10.2020 г., № 17

О присуждении Бадикову Кириллу Андреевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Оценка и прогнозирование роста усталостной трещины в алюминиевом сплаве и конструкционных сталях при нерегулярном нагружении» по специальности 01.02.04 — «Механика деформируемого твердого тела» принята к защите 21 января 2020 г., протокол № 3, диссертационным советом Д 002.075.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования российской федерации, 199178, Россия, Санкт-Петербург, В. О., Большой проспект, д. 61. Приказ Минобрнауки РФ № 75/нк от 15.02.2013 г.

Соискатель - Бадиков Кирилл Андреевич, 1991 года рождения. В 2014 году соискатель с отличием окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный технический университет» Министерства образования и науки Российской Федерации. Освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в очной аспирантуре по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение в 2018 году в Федеральном государственном

бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» Министерства образования и науки РФ. В настоящее время Бадиков К.А. работает в должности старшего преподавателя кафедры «Сопротивление материалов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования РФ.

Диссертация выполнена на кафедре «Сопротивление материалов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель — доктор технических наук, Савкин Алексей Николаевич, профессор кафедры «Сопротивление материалов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» Министерство науки и высшего образования, доцент.

Официальные оппоненты:

– Панин Сергей Викторович – доктор технических наук, профессор Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук» (ИФПМ СО РАН), г. Томск, заместитель директора по научной работе;

– Ильин Алексей Витальевич – доктор технических наук НИЦ, доцент «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей», г. Санкт-Петербург, заместитель генерального директора – начальник НПК-3

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация — Государственный научный центр Российской федерации, Акционерное общество «Научно-производственное объединение

«Центральный научно-исследовательский институт технологии машиностроения» (ГНЦ РФ АО «НПО» ЦНИИТМАШ») г. Москва. Отзыв, подписанный Кунавиным Сергеем Алексеевичем, кандидатом технических наук, главным научным сотрудником, доцентом, и утверждённый Косыревым Константином Львовичем, заместителем генерального директора по научной работе, доктором технических наук, был обсужден и одобрен на заседании института материаловедения АО «НПО» ЦНИИТМАШ» (протокол №3 от 16 июля 2020 года). В положительном отзыве указано, что диссертационная работа по своему содержанию, по полученным результатам и по оформлению удовлетворяет всем требованиям "Положения о присуждении ученых степеней", предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Бадиков Кирилл Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 — «Механика деформируемого твердого тела».

Соискатель имеет 126 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 39, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 15 работ; 8 статей в зарубежных журналах перечня Scopus, 6 статей перечня Web of Science, 7 свидетельств о государственной регистрации программ.

В опубликованных работах соискателем разработаны новые полуфеноменологические модели прогнозирования кинетики роста усталостных трещин на среднем участке КДУР и на всей длине роста трещины, а также модель с учетом численно-аналитической методики расчета напряжений в окрестности вершины трещины, позволяющая учитывать последовательность нагружения.

В диссертации и автореферате отсутствуют недостаточные сведения об опубликованных работах.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1) Савкин, А.Н. Кинетика роста усталостной трещины в алюминиевом сплаве 2024-T3 при переменном циклическом нагружении / А.Н. Савкин, Р.

Сундер, А.А. Седов, К.А. Бадиков // Деформация и разрушение материалов, 2019. – №12. – С. 37-43

2) Савкин, А.Н. Исследование кинетики роста усталостных трещин в сталях в зависимости от характера переменного нагружения / А.Н. Савкин, А.В. Андроник, К.А. Бадиков, А.А. Седов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов, 2018. – Т. 84, № 3. – С. 43-51.

3) Савкин, А.Н. Трещиностойкость алюминиевого сплава 2024-T3 при регулярном циклическом нагружении с различными возмущающими воздействиями / А.Н. Савкин, К.А. Бадиков, А.А. Седов // Деформация и разрушение материалов, 2018. – № 6. – С. 12-19.

4) Савкин А.Н. Оценка влияния характера нагружения и силовых параметров случайного внешнего воздействия на рост усталостной трещины в низколегированной стали / А.Н. Савкин, А.В. Андроник, К.А. Бадиков, А.А. Седов // Деформация и разрушение материалов, 2017. – № 7. С. 40-45.

На автореферат диссертации поступило 7 положительных отзывов. В отзывах указывается, что представленная работа выполнена на хорошем техническом уровне с применением современного испытательного оборудования и методов анализа и соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям.

1) Отзыв Холмогорова Сергея Андреевича, кандидата физико-математических наук, ведущего инженера кафедры прочности конструкций ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ». Имеются следующие замечания:

1. В автореферате на стр. 3 используется термин «инженестроение», возможно имелось в виду «машиностроение».

2. Из автореферата не вполне ясно, почему испытания на машине BISS Nano 25 kN проводились при комнатных температурах. Ведь реальный спектр температур работы испытываемых материалов очень широк.

2) Отзыв Сухова Алексея Владимировича, кандидата технических наук, заместителя Генерального директора – директор Научного центра «Рельсы, сварка, транспортное материаловедение» АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта». Имеются следующие замечания:

1. Большой объем автореферата, вместо 16 страниц – 24.
2. Основные выводы приведены без указания величин расхождения расчетных и экспериментальных данных.

3) Отзыв Гадиной Ирины Викторовны, кандидата технических наук, доцента, старшего научного сотрудника отдела «Конструкционное материаловедение» ФГБУН «Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук». Имеется следующее замечание:

1. Не обоснована физически предложенная автором модифицированная мера нерегулярности V , в показатель которой входит коэффициент наклона Пэриса.

4) Отзыв Кузнецовой Виктории Николаевны, доктора технических наук, профессора кафедры «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве», ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет». Имеются следующие замечания:

1. К сожалению, не приведена блок-схема алгоритма определения порогового размаха коэффициента интенсивности напряжений.
2. Не указано, в чем состоит теоретическая значимость проведенных автором исследований.

5) Отзыв Арышенского Владимира Юрьевича, доктора технических наук, профессора кафедры «Обработка металлов давлением» ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева». Имеются следующие замечания:

1. Оценка достоверности результатов исследования с экспериментальными данными проводилась путем определения коэффициента корреляции. Более подходящим для этой цели следовало было использовать построение

доверительного интервала.

2. Из автореферата неясно, каким образом автором при проведении испытаний было приложено нагружение отличное от регулярного, например квазислучайное или с перегрузочными воздействиями.

6) Отзыв Громова Виктора Евгеньевича, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой "Кафедра естественнонаучных дисциплин имени профессора В.М. Финкеля", ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет».

1. На рисунке 5 не указано увеличение, при котором были получены фрактограммы.

2. На рисунках 7-8 нет доверительных интервалов.

3. Не приведены сведения об использовании результатов диссертации на промышленных предприятиях.

7) Отзыв Плехова Олега Анатольевича, доктора физико-математических наук, профессора РАН, заместителя директора по научной работе ФГБУН «Институт механики сплошных сред Уральского отделения РАН» — филиал ФГБУН «Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения РАН». Имеются следующие замечания:

1. В формуле 5 присутствует продолжительность роста трещины при регулярном нагружении. Для нахождения ее значений проводился эксперимент или значения брались из литературных источников?

2. В основных результатах сказано, что фрактографические исследования показали, что скорости роста трещин при нагружении в виде перегрузки и недогрузки соответствуют замеру усталостных бороздок только в случае алюминиевых образцов. С чем связано несоответствие у остальных образцов?

3. На рисунке 4 имеется аббревиатура CAL, которое в тексте нигде не расшифровывается.

4. Также в тексте имеются незначительные опечатки.

Ответы на замечания в отзывах на автореферат даны в ходе защиты.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что оппоненты являются компетентными учеными, имеющими научные публикации в областях науки, затрагиваемых диссертацией, а ведущая организация широко известна своими исследованиями проблем прочности материалов и конструкций в области машиностроения и способна определить научную и практическую ценность диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **предложено** уточнение известной формулы по определению меры нерегулярности нагружения, которая позволяет оценить вклад блока циклического нагружения на распространение усталостной трещины в материале, путем замены коэффициента наклона кривой выносливости на коэффициент наклона кинетической диаграммы усталостного разрушения;
- впервые **предложено** определять эффективный коэффициент интенсивности напряжений как произведение общего размаха коэффициента интенсивности напряжений (КИН), коэффициента закрытия и предложенной меры нерегулярности, что позволяет учесть влияние характера нагружения и закрытие трещины;
- **разработаны** новые полуфеноменологические модели прогнозирования кинетики роста усталостных трещин: на среднем участке КДУР на основе принципа эквивалентности нерегулярного нагружения регулярному с помощью меры нерегулярности нагружения, а также на проведении поциклового расчета на всей длине роста трещины с учетом предложенного эффективного КИН, что позволяет осуществлять экспресс-анализ продолжительности роста трещин для исследуемых материалов без проведения дополнительных испытаний»
- **разработана** новая модель расчета усталостной трещины на всех участках КДУР, опирающаяся на новую методику определения местных напряжений на

удалении от вершины трещины, позволяющая учесть величину нагрузки, закрытие трещины и последовательность циклов нагружения и улучшающая таким образом точность прогнозов долговечности материалов с трещинами, что подтверждено сравнительным анализом экспериментальных и расчетных значений продолжительности роста трещин.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что

- **изложены** методы оценки ресурса материалов при переменном нагружении, модели повреждаемости материалов и технических элементов при переменном нагружении и их сравнительная оценка;
- **применительно к проблематике диссертации** эффективно, с получением обладающих новизной результатов, использован экспериментальный метод исследования, аналитическое моделирование, статистический метод, а также экспериментальный метод податливости для определения длины трещины, фактографический анализ поверхностей разрушения;
- **раскрыты** возможности применения предложенных моделей по определению продолжительности роста усталостных трещин при разных типах нагружения;

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что

- **проведена** серия новых экспериментальных исследований усталостных характеристик трещиностойкости алюминиевых и стальных конструкционных материалов при различных видах переменного нагружения;
- **предложена** и апробирована новая численно-аналитическая методика расчета напряжений в окрестности вершины трещины, которая позволяет более точно учитывать влияние последовательности нагрузок в истории нагружения;
- **представленные** разработанные модели могут быть использованы для разработки дальнейших теоретических методов оценки развития трещин при различных типах нерегулярного циклическом нагружения, в том числе и спектральных для более широкого спектра конструкционных материалов и

позволяют сократить трудоемкость получения расчетных результатов роста усталостных трещин.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- для экспериментальных работ использованы современные методики сбора, обработки исходной информации и результатов исследований;
- предлагаемые модели согласуются с опубликованными и собственными экспериментальными данными по теме диссертации;
- экспериментальные результаты получены на современном сертифицированном испытательном оборудовании с применением научного и инженерного программного обеспечения, датчики своевременно проходили калибровку;
- сравнение расчётных и экспериментальных данных показало высокую сходимость результатов исследований;
- выводы работы основываются на обобщении экспериментальных и расчетных результатов, полученных при испытаниях материалов при различных режимах нагружения.

Личный вклад соискателя состоит в формулировке целей и задач диссертационной работы; выборке объектов исследования и методов их изучения; выборе схем нагружений, проведении испытаний, обработке экспериментальных результатов, их анализе и интерпретации на основе разработанных теоретических положений; расчете продолжительности роста трещин по предлагаемым моделям; подготовке основных публикаций и личном участии в апробации результатов исследований; участии в экспериментальных работах по фрактографическому анализу поверхностей разрушения.

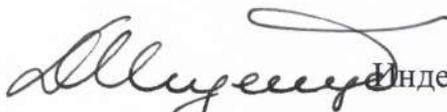
Диссертационная работа Бадикова Кирилла Андреевича является научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне, в которой на основании проведенных автором исследований получены принципиально новые результаты, имеющие существенное теоретическое и прикладное значение в области механики деформируемого твердого тела. По своему содержанию

квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне, в которой на основании проведенных автором исследований получены принципиально новые результаты, имеющие существенное теоретическое и прикладное значение в области механики деформируемого твердого тела. По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 01.02.04 — «Механика деформируемого твердого тела». Работа полностью соответствует требованиям, установленным "Положением о порядке присуждения ученых степеней", утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (ред. от 01.10.2018), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

На заседании 01 октября 2020 года диссертационный совет принял решение (протокол № 17) присудить Бадикову Кириллу Андреевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 01.02.04 — «Механика деформируемого твердого тела». При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за — 16, против — нет, недействительных бюллетеней — нет.

Председатель
диссертационного совета Д 002.075.01




Индейцев
Дмитрий Анатольевич

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 002.075.01


Мещеряков
Юрий Иванович

01.10.2020 г.