

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.075.01
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОВЕДЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

аттестационное дело № _____

**решение диссертационного совета от 16 июня 2016, протокол № 4
о присуждении Гучинскому Руслану Валерьевичу, гражданину Российской
Федерации, ученой степени кандидата технических наук**

Диссертация «Прогнозирование развития трещин усталости на основе численного моделирования накопления повреждений» по специальности 01.02.04 — «Механика деформируемого твердого тела» принята к защите 29 марта 2016 г., протокол № 2, диссертационным советом Д 002.075.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук, 199178, Россия, Санкт-Петербург, В.О., Большой пр-т, д. 61, диссертационный совет создан согласно приказу Минобрнауки № 1902-1321 от 10.10.2008, приказом № 75/нк от 15.02.2013 утвержден новый состав совета.

Соискатель Гучинский Руслан Валерьевич 1987 года рождения. В 2010 году соискатель окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет». В 2013 году освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук. Работает младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук (Федеральное агентство научных организаций).

Диссертация выполнена в лаборатории «Численные модели механики материалов и конструкций» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук (Федеральное агентство научных организаций).

Научный руководитель – доктор технических наук, Петин Сергей Владимирович, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», кафедра сопротивления материалов, профессор.

Официальные оппоненты:

Фёдоров Александр Сергеевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет», кафедра теоретической механики и сопротивления материалов, профессор, и

Рыбакина Оксана Григорьевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ФГУП «Крыловский государственный научный центр», отделение прочности и надежности конструкций, старший научный сотрудник дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей», г. Санкт-Петербург, в своем положительном заключении, подписанном Ильиным Алексеем Витальевичем, доктором технических наук, доцентом, заместителем генерального директора – начальником НПК-3, а также Хлусовой Еленой Игоревной, доктором технических наук, профессором, заместителем начальника НПК-3 по научной работе, начальником лаборатории 32 НПК-3, указала, что диссертация может рассматриваться как законченная научная квалификационная работа, имеющая практическое и теоретическое значение, в которой изложены научно обоснованные технические решения в области прогнозирования ресурса безопасной эксплуатации конструкций, а ее автор – Гучинский Руслан Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела».

Соискатель имеет 18 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 13 работ, из них 5 в рецензируемых научных изданиях:

1. Petinov, S.V. Fatigue of fillet-welded joint assessment by the FEA simulation of damage accumulation / S.V. Petinov, R.V. Guchinsky // Инженерно-строительный журнал. – 2011. – №4(22). – С. 5–9 (автора – 0,1 п. л.).

2. Гучинский, Р.В. Прогнозирование развития четвертьэллиптической трещины усталости с помощью конечно–элементного моделирования накопления повреждений / Р.В. Гучинский, С.В. Петин // Журнал Сиб. фед. ун-та. Серия: техника и технологии. – 2015. – Т. 8, №7. – С. 890–900 (автора – 0,4 п. л.).

3. Гучинский, Р.В. Численное моделирование распространения полуэллиптической трещины усталости на основании оценки накопления повреждений / Р.В. Гучинский, С.В. Петин // Вычисл. мех. спл. сред. – 2015. – Т. 8, № 4. – С. 376–385 (автора – 0,5 п. л.).

4. Прогнозирование усталостной долговечности металлов с учетом неоднородности микроструктуры / Р.В. Гучинский, С.В. Петин, Ш. Сиддик и др. // Науч.-техн. вед. СПбГПУ. – 2015. – №4(231). – С. 134-143 (автора – 0,4 п. л.).

5. Guchinsky, R.V. Fatigue assessment of the fillet-welded joint including the material inhomogeneity / R.V. Guchinsky, S.V. Petinov // Университетский научный журнал. – 2016. – №17. – С. 22–34 (автора – 0,4 п. л.).

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На автореферат поступило 14 отзывов (все положительные):

1. Отзыв Бойко М.С., кандидата технических наук, начальника научно-исследовательского отдела ФАУ «Российский морской регистр судоходства».

Замечание: указано, что автору следовало бы уделить больше внимания анализу требований нормативных документов Регистра, касающихся усталостной прочности; дополнительно обосновать выбранные в работе материалы и указать перспективы применения методики при освидетельствовании конструкций судов.

2. Отзыв Дьякова И.Ф., доктора технических наук, профессора кафедры «Основы проектирования машин и инженерная графика» Ульяновского государственного технического университета.

Замечания: прогнозирование ресурса элементов конструкций было бы более доступным при характеристике процесса зарождения трещин площадью петли гистерезиса; для обеспечения точности прогнозирования развития трещин следовало бы использовать метод конечных разностей, метод коллокации, или различные модификации вариационных методов.

3. Отзыв Рутмана Ю.Л., доктора технических наук, профессора-консультанта кафедры «Механика» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета».

Высказано замечание о том, что автор использовал при моделировании только правило линейного суммирования повреждений, которое работает не всегда, следовало проверить возможность использования и других, нелинейных гипотез.

4. Отзыв Локтева А.А., доктора физико-математических наук, профессора, декана факультета «Информатизация, экономика и управление», заведующего кафедрой «Транспортное строительство» Российской открытой академии транспорта Московского государственного университета путей сообщения Императора Николая II.

Замечания: указано, что экспериментальные данные, указанные на рисунке 17, могли бы быть дополнены большим количеством значений; в выражении (7) не вполне понятно появление значений констант C и b , формулировка «приняты ориентировочно из-за отсутствия точных экспериментальных данных» представляется недостаточной; сравнительный анализ зависимостей, приведенных на рисунках 8, 9, 12 существенно выиграл бы, если бы рядом были представлены результаты других авторов, например Морозова Е.М.

5. Отзыв Манжулы К.П., доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Транспортные и технологические системы» ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого».

Замечания: отмечено, что параметры используемых в работе деформационных критериев определяются по моменту окончательного разрушения образцов, а не по моменту образования усталостных микро- или мезотрещин, что исследуется в данной работе, поэтому правильным было бы использование параметров кривых Френча для мало- и многоциклового областей нагружения; на рис. 3, 7, 11 представлены чередования темных и светлых полос, напоминающее скачкообразное движение фронта трещины, которое не учитывается гипотезой накопления повреждений (ур.3), или эти полосы характеризуют переходы расчетных изолиний?

6. Отзыв Новикова Д.К., доктора технических наук, профессора кафедры «Конструкция и проектирование двигателей летательных аппаратов» Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева.

Замечания: в реальных машинах детали работают в условиях многофакторного нагружения – длительной прочности, статической и малоцикловой долговечности, многоцикловой усталости; в некоторых случаях составляющие многокомпонентного нагружения оказывают взаимное влияние на исчерпание ресурса деталей; однако в работе эти вопросы не анализировались, ничего также не сказано о программе нагружения образцов.

7. Отзыв Дронова В.С., доктора технических наук, профессора кафедры «Подъемно-транспортные машины и оборудование» ФГБОУ ВПО «Тульского государственного университета».

Замечания: не достаточно сделан акцент на зависимости долговечности от размера структурированного «элемента-зерна», что дополнительно представляло бы несомненный научный и практический интерес; не достаточно описаны механические свойства и структурные состояния алюминиевого сплава и легированной стали.

8. Отзыв Миронова А.А., доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Аэро-гидродинамика, прочность машин и сопротивление материалов» Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексева.

Замечания: используемые эмпирические модели усталости, полученные при однородном линейном стационарном напряженном состоянии, не учитывают влияния градиента и объемности напряженно-деформированного состояния в вершине трещины, а также нестационарности нагружения локальных объемов материала по мере роста трещины; начальный размер макротрещины, образующейся в концентраторе напряжений, определяется выбранным размером конечных элементов и, таким образом, не отражает физических закономерностей объединения рассеянных повреждений в макротрещину.

9. Отзыв Карпущенко Н.И., доктора технических наук, заслуженного деятеля науки РФ, профессора кафедры «Путь и путевое хозяйство» ФГБОУ ВПО «Сибирского государственного университета путей сообщения».

Замечание: автор исследования неоднократно отмечает, что результаты моделирования эволюции фронта трещины и полученная долговечность сварных соединений хорошо согласуется с имеющимися экспериментальными данными; однако остается неясным, что понимает автор под термином «хорошо согласуется», если разброс экспериментальных значений долговечности соединений одинаковых образцов отличается в разы.

10. Отзыв Мамонтова В.А., доктора технических наук, профессора кафедры судостроения и энергетических комплексов морской техники Астраханского Государственного Технического Университета.

Замечания: на стр. 17 автореферата в предложении «результаты моделирования эволюции фронта трещины и полученная долговечность соединения при разных уровнях нагрузки хорошо согласуются с имеющимися экспериментальными данными» нет конкретной оценки насколько «хорошо»; далее «предложенный подход позволяет получить более достоверные значения долговечности» - снова качественная оценка.

11. Отзыв Мальцева А.А., кандидата технических наук, доцента кафедры МТ-10 «Оборудование и технологии прокатки» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана.

Замечания: в исследованиях не нашел отражение вопрос практического применения разработанной методики в специальных пакетах прикладных программ для компьютеризированных систем диагностики и мониторинга технического состояния (ресурса) металлоконструкций; недостаточно наглядно отражается в автореферате влияние фактора снижения предела выносливости металла в силу деградационных процессов, протекающих в нем со временем, на процесс развития усталостной трещины.

Отзывы без замечаний:

12. Отзыв Кривоносовой Е.А., доктора технических наук, профессора кафедры сварочного производства и ТКМ Пермского национального исследовательского политехнического университета;

13. Отзыв Кузеева И.Р., доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Технологические машины и оборудование» Уфимского государственного нефтяного технического университета;

14. Отзыв Савкина А.Н., доктора технических наук, профессора кафедры «Сопротивление материалов» ФГОУ ВО «Волгоградского государственного технического университета»;

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что они представляют собой признанных компетентных специалистов, занимающихся циклическим упругопластическим деформированием материалов и изучением усталостного разрушения.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая методика расчета усталостного разрушения от начала нагружения до достижения критического состояния элемента конструкции, основанная на конечно-элементном моделировании накопления повреждений. В отличие от традиционного подхода Линейной механики разрушения последняя позволяет рассчитывать подрастание трещин усталости в областях развитых пластических деформаций, что позволяет существенно уточнить остаточный ресурс элементов конструкций.

предложена методика расчетного прогнозирования эволюции фронта трещин усталости с криволинейным фронтом;

доказана перспективность использования предложенной методики для расчета зарождения и подрастания двумерных трещин усталости;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность учета эффекта раскрытия трещины с притупленной вершиной с помощью использования эффективного размаха полной деформации для расчета повреждения материала у вершины трещины;

изложен новый способ определения параметра раскрытия трещины на основании оценки знака осредненных напряжений в направлении, перпендикулярном плоскости фронта трещины, позволяющий точнее учесть эффект раскрытия трещины.

применительно к проблематике диссертации эффективно использованы численные методы: метод конечных элементов в программе ANSYS 14.5, численные методы, используемые в программе MathCad;

изложены аргументы, показывающие перспективность применения методики накопления повреждений в сравнении с линейной механикой разрушения для описания роста трещин усталости с криволинейным фронтом;

изучено развитие трещин усталости с криволинейным контуром фронта в областях развитых пластических деформаций, для которых невозможно применение аппарата линейной механики разрушения;

изучена и показана возможность оценки рассеяния усталостной долговечности с помощью конечно-элементного моделирования неоднородности сопротивления элементов материала усталости, характеризующейся различием циклического упрочнения;

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

разработаны алгоритм и программный код для моделирования зарождения и развития трещин усталости, которые позволяют моделировать развитие разрушения от начальной плоской трещины произвольной формы;

определены перспективы использования разработанного подхода для оценки не только остаточного, но и полного ресурса конструкций;

создана новая методика оценки долговечности конструкций, позволяющая ликвидировать неопределенность повреждения конструкции, соответствующего заданному числу циклов, для применения которой достаточно результатов испытаний стандартных образцов;

представлены методические рекомендации по применению разработанного подхода для моделирования распространения трещины в произвольной конструкции.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория согласуется с опубликованными экспериментальными данными по скорости развития трещин усталости и эволюции их фронта;

идея базируется на обобщении данных по моделированию зарождения и развития трещин усталости с помощью принципа накопления повреждений, а также на распространении подходов, ранее предложенных рядом исследователей, на случай трещин с искривленным фронтом;

использованы строгие численные методы;

установлено качественное и, в некоторых случаях, количественное согласование результатов моделирования развития трещин с результатами, полученными с помощью подходов, основанных на положениях линейной механики разрушения.

Личный вклад соискателя состоит в разработке новой методики моделирования развития усталостного разрушения. Все результаты получены лично автором, все публикации подготовлены при личном участии автора.

В работе Р.В. Гучинского представлены новые технические решения по прогнозированию развития разрушения и ресурса конструкций, имеющие существенное значение для развития теории усталостного разрушения, которые открывают перспективы для совершенствования методической базы инженерных расчетов усталости. Диссертация Р.В. Гучинского соответствует критериям, установленным п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» № 842, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г.

На заседании 16 июня 2016 года диссертационный совет принял решение присудить Гучинскому Р.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – 0, недействительных бюллетеней нет.

Председатель

диссертационного совета Д 002.075.01,

доктор физико-математических наук,

член-корр. РАН, профессор



ИНДЕЙЦЕВ

Дмитрий Анатольевич

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 002.075.01

доктор технических наук, профессор

ДУБАРЕНКО

Владимир Васильевич

16 июня 2016 г.