

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 501.001.91, созданного на базе ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» в соответствии с приказом № 2397-1956 от 21.12.2007 Рособнадзора Минобрнауки, по диссертации Фомина Леонида Викторовича на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 30 октября 2015 года, протокол № 26.

О присуждении **Фомину Леониду Викторовичу**, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Ползучесть и длительная прочность стержней и пластин при растяжении и изгибе с учетом влияния агрессивной среды» в виде рукописи по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела принята к защите 26 июня 2015 года, протокол № 25, диссертационным советом Д 501.001.91, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д.1), в соответствии с приказом № 2397-1956 от 21.12.2007 Рособнадзора Минобрнауки.

Соискатель: Фомин Леонид Викторович, 1975 года рождения.

В 1998 году соискатель окончил Московский энергетический институт (технический университет), энергомашиностроительный факультет с присвоением квалификации инженер-механик. С 2008 года по настоящее время работает в научно-исследовательском институте механики МГУ имени М.В. Ломоносова. Осенью 2012 года решением ученого совета механико-математического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова Л.В. Фомин был прикреплен соискателем на кафедре теории пластичности механико-математического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Диссертация выполнена в научно-исследовательском институте механики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (НИИ механики МГУ).

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, профессор Локощенко Александр Михайлович, работает в должности заведующего лабораторией ползучести и длительной прочности НИИ механики МГУ.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор Ванько Вячеслав Иванович, гражданин РФ, профессор кафедры “Прикладная математика” МГТУ имени Н.Э Баумана;

доктор физико-математических наук, профессор Думанский Александр Митрофанович, заместитель директора по науке ФГБУ науки “Институт машиноведения имени А.А. Благонравова” РАН.

Официальные оппоненты дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», математико-механический факультет,

о своем положительном решении, подписанном заведующим кафедрой теории упругости математико-механического факультета СПбГУ академиком РАН, профессором, д.ф.-м.н. Н.Ф. Морозовым, профессором кафедры теории упругости, д.ф.-м.н., академиком НАН Республики Армения Р.А. Арутюняном указала, что диссертационная работа является законченным научным исследованием, имеющим научное и практическое значение.

Отзыв ведущей организации заслушан и одобрен на научном семинаре кафедры теории упругости математико-механического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», протокол № 79.08/23-04-8 от 24 сентября 2015 года.

Отзыв утвержден проректором по научной работе Санкт-Петербургского государственного университета профессором, д.х.н. С.П. Туником.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются специалистами в исследуемой области (имеются работы, близкие к теме диссертации).

Выбор ведущей организации обусловлен широкой известностью достижений работающих в ней специалистов, в том числе и в области науки, соответствующей тематике диссертации.

Получен положительный отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н., профессором Бондарем В.С., являющимся заведующим кафедрой “Техническая механика” Московского государственного машиностроительного университета (МАМИ). Имеется ряд замечаний, на которые соискатель ответил во время защиты.

Получен положительный отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н., профессором Кирсановым М.Н., являющимся профессором кафедры теоретической механики и мехатроники Национального исследовательского университета МЭИ. В отзыве отмечается, что тема диссертации сложна и актуальна. “Вклад соискателя в этот сложный раздел МСС очевиден и значителен”. “Диссертация Фомина Л.В. является законченным физико-математическим исследованием, актуальность которого обоснована потребностями современной науки, техники и производства”.

Получен положительный отзыв на автореферат, подписанный д.т.н., профессором Голубовским Е.Р., являющимся начальником отдела конструкционной прочности сплавов ФГУП “Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова”. В отзыве имеются два замечания, на которые соискатель ответил во время защиты диссертации и которые “не влияют на общую высокую оценку диссертационной работы”.

Получен положительный отзыв на автореферат, подписанный д.т.н., профессором Кашелкиным В.В., являющимся начальником научно-исследовательской лаборатории прочности АО «Красная Звезда». В отзыве отмечается, что “практическая реализация результатов исследования автора возможна при выполнении прочностных расчетов элементов конструкций, применяемых в энергетическом машиностроении”. На единственное замечание в отзыве соискатель ответил во время защиты диссертации.

Получен положительный отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н., профессором Радченко В.П., являющимся заведующим кафедрой «Прикладная математика и информатика» Самарского государственного технического университета. В отзыве имеется ряд замечаний, на которые соискатель ответил во время защиты диссертации. Однако отмечается, что “замечания носят частный характер и не влияют на положительное отношение к работе” и “в работе получены новые научные результаты в области построения феноменологических моделей ползучести и длительной прочности со сложными реологическими свойствами среды”.

В дискуссии принимали участие профессор кафедры теории упругости механико-математического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова д.ф.-м.н., профессор Быков Д.Л., а также заведующий лабораторией испытаний материалов, медицинской техники и метрологии ФГБУ “Центральный институт травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова” (“ЦИТО имени Н.Н. Приорова” Минздрава РФ) д.т.н., профессор Гаврюшенко Н.С. и заместитель генерального директора ОАО “Центральный научно-исследовательский институт специального машиностроения” (ОАО “ЦНИИСМ”) д.т.н., профессор Ермоленко А.Ф.

Соискатель имеет 21 печатную работу, в том числе в 9 статьях в научных журналах, из их 8 статей в рецензируемых журналах из перечня ВАК РФ, 2 статьи в сборниках трудов конференций и 10 тезисов докладов на Российских и Международных конференциях.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Л.В. Фомин. Описание длительной прочности растягиваемых стержней прямоугольного и круглого поперечных сечений в высокотемпературной воздушной среде // Вестник Самарского гос. тех. университета. Сер. Физ.-мат. науки, №3(32). 2013. С. 87-97.
2. Локощенко А.М., Фомин Л.В. Моделирование длительной прочности растягиваемых стержней в агрессивной среде с учетом переменного коэффициента диффузии // Механика композитных материалов. Рига. 2014. №6. С. 1033-1042.

Локощенко А.М. – постановка задачи (вид зависимостей коэффициента диффузии от концентрации), анализ результатов совместно с соискателем Фоминым Л.В.

Фомин Л.В. – все преобразования с использованием приближенного метода решения уравнения диффузии на основе введения диффузионного фронта среды, результаты численных расчетов времен до разрушения для различных видов зависимостей коэффициента диффузии от концентрации, анализ полученных результатов совместно с научным руководителем Локощенко А.М.

3. Локощенко А.М., Агахи К.А., Фомин Л.В. Чистый изгиб балки в условиях ползучести из разносопротивляющегося материала // Вестн. Самарского гос. техн. ун-та. Сер. Физ.- мат. науки. 2012. № 1(26). С. 66-73.

Локощенко А.М. – постановка задачи (исходное определяющее соотношение), анализ результатов совместно с соискателем Фоминым Л.В.

Агахи К.А. – редактирование текста статьи и консультация по подбору литературных источников.

Фомин Л.В. – все преобразования и результаты численных расчетов, анализ полученных результатов совместно с научным руководителем Локощенко А.М.

4. Локощенко А.М., Агахи К.А., Фомин Л.В. Ползучесть балок при изгибе в агрессивных средах // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2013. №4. С. 70-75.

Локощенко А.М. – постановка задачи (исходная система определяющих и кинетических соотношений с учетом влияния агрессивной среды), анализ результатов совместно с соискателем Фоминым Л.В.

Агахи К.А. – редактирование текста статьи и консультация по подбору литературных источников.

Фомин Л.В. – все преобразования и результаты численных расчетов, анализ полученных результатов совместно с научным руководителем Локощенко А.М.

Представленная диссертация «Ползучесть и длительная прочность стержней и пластин при растяжении и изгибе с учетом влияния агрессивной среды» посвящена развитию кинетической теории ползучести и длительной прочности, разработанной академиком Ю.Н. Работновым. **Новизной исследования** является применение дробно-степенных определяющих и кинетических соотношений для моделирования ползучести и длительной прочности стержней и пластин с одновременным учетом влияния агрессивной среды.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- 1) На основе кинетической теории с двумя структурными параметрами, а именно, концентрацией агрессивной окружающей среды и поврежденностью, **определены** особенности диффузионного процесса и длительной прочности при растяжении.
- 2) **Решен** цикл задач об изгибе балки в условиях ползучести при использовании дробно-степенных определяющих и кинетических соотношений. В этих соотношениях учитываются разносопротивляемость материала при растяжении и сжатии, поврежденность и влияние агрессивной окружающей среды.
- 3) **Предложен** новый метод вычисления времени до разрушения пластин при нестационарном плоском напряженном состоянии в присутствии агрессивной окружающей среды.
- 4) **Предложен** новый метод определения зависимости поврежденности от времени, основанный на обработке серии экспериментальных кривых ползучести.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что установлены следующие основные результаты:

1. На основе кинетической теории с двумя структурными параметрами, а именно, концентрацией агрессивной окружающей среды и

поврежденностью, и при применении приближенного метода решения уравнения диффузии, основанного на введении диффузионного фронта среды, автором получены следующие результаты:

а) Произведено сравнение характеристик полученных диффузионных процессов при различных формах поперечных сечений. Показано, что при условии равенства толщины прямоугольных поперечных сечений и диаметра круглого поперечного сечения, в цилиндрических стержнях диффузионный процесс развивается быстрее, чем в стержнях прямоугольного сечения и это влияет на снижение времени до разрушения. Определены зависимости отношения времен до разрушения с учетом и без учета влияния агрессивной среды.

б) В задаче моделирования длительной прочности растягиваемых стержней с учетом переменного коэффициента диффузии, зависящего от концентрации, произведен расчет и получены зависимости времен до разрушения от переменного коэффициента диффузии,

в) В результате решения связанной задачи о диффузии и накоплении поврежденности показано, что в первой постановке задачи с учетом зависимости поврежденности от координаты и времени появляется разрушающий фронт. В результате механические напряжения при ползучести увеличиваются, и время до разрушения сокращается по сравнению с решением задачи в упрощенной второй постановке с учетом поврежденности, зависящей только от времени. Во второй постановке в случае связанной задачи время до разрушения уменьшается по сравнению с аналогичным временем в случае решения задачи, когда уровень концентрации не зависит от накопленной поврежденности.

2. В задачах об изгибе балок в различных постановках показано, что на стадии установившейся ползучести при изгибе балки из разносопротивляющегося материала происходит смещение нейтральной оси, распределение напряжений имеет нелинейный характер. При решении задачи об изгибе с дополнительным учетом накопленной поврежденности показано, что появляется фронт разрушения, который продвигается вглубь балки от поверхности.

Время продвижения фронта очень мало и составляет десятые доли процента от общего времени до разрушения балки. Определено полное время разрушения балки на основе критерия, которым является достижение напряжениями в растянутой и сжатой областях балки пределов прочности при растяжении и сжатии соответственно. В задаче об изгибе балки с дополнительным учетом влияния агрессивной среды определено время до разрушения, которое при принятых диффузионных константах меньше аналогичного без учета влияния среды на 18 процентов.

3. Определены времена до разрушения прямоугольной пластины, находящейся в условиях нестационарного плоского напряженного состояния при воздействии на нее агрессивной окружающей среды. К пластине прикладываются распределенные по краям кусочно-постоянные изгибающие моменты в различных плоскостях. Использовались степенные и дробно-линейные определяющие и кинетические соотношения ползучести и длительной прочности. Показано, что время до разрушения пластины при использовании скалярного параметра поврежденности меньше, чем при использовании векторного параметра поврежденности.
4. Предложен новый метод определения зависимости поврежденности в растягиваемом стержне от времени, основанный на обработке серии экспериментальных кривых ползучести, с учетом определяющего уравнения кинетической теории. В этой постановке предполагается наличие поврежденности только на III стадии ползучести.

Применительно к проблематике диссертации результативно использованы классический аппарат механики сплошных сред, приближенный метод решения уравнения диффузии, основанный на введении диффузионного фронта среды, известные экспериментальные данные по ползучести и длительной прочности образцов, находящихся в высокотемпературной воздушной среде, справочные данные диффузионных и механических характеристик материалов.

Работа имеет как фундаментальный для развития механики деформированного твердого тела, в частности теории ползучести и

длительной прочности с учетом влияния агрессивной среды, так и **прикладной характер** в областях науки и техники, связанных с высокотемпературной прочностью в агрессивных средах. К таким областям можно отнести авиационно-космическое, энергетическое и химическое машиностроение. Также идеи и подходы, развиваемые в диссертационной работе, могут иметь применение в таких областях медицины (например, травматологии и ортопедии), в которых воздействие биологической среды на имплантируемые изделия влияет на их функциональные и прочностные характеристики. Диссертация может быть полезна специалистам МГУ имени М.В.Ломоносова, МГТУ имени Н.Э. Баумана, специалистам классических университетов и ведущих технических ВУЗов страны.

Достоверность результатов научного исследования гарантируется использованием классического аппарата механики сплошных сред и подтверждены строгими математическими выводами, основанными на положениях механики. Численные расчеты проведены с использованием физически и механически обоснованных параметров материалов и диффузионного процесса и согласуются с известными расчетно-экспериментальными данными.

Личный вклад соискателя в данной работе состоит в решении научных проблем, поставленных научным руководителем. Все преобразования и вычисления выполнены лично соискателем, анализ результатов проведен совместно с научным руководителем. Также соискатель делал доклады на научных семинарах и российских и международных конференциях. Основное содержание в полной мере отражено в 9 статьях в научных журналах (из них 8 статей входит в перечень ВАК РФ), а также в материалах тезисов и трудов конференций.

С учетом изложенного, диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Фомина Леонида Викторовича «Ползучесть и длительная прочность стержней и пластин при растяжении и изгибе с учетом влияния агрессивной среды» является научно-квалификационной работой, содержащей результаты, которые вносят существенный вклад в развитие кинетической теории ползучести и длительной прочности с учетом влияния агрессивной среды. Тема диссертации несомненно актуальна. По своему содержанию и результатам диссертация соответствует всем критериям

(предъявляемым к кандидатским диссертациям), установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ.

На заседании **30 октября 2015 года** (протокол № 26) диссертационный совет Д 501.001.91 на базе МГУ имени М.В. Ломоносова принял решение присудить Фомину Леониду Викторовичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек (из них 12 докторов наук по специальности 01.02.04, участвующих в заседании) из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 18 человек, против присуждения ученой степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета Д 501.001.91,
доктор физико-математических наук,
профессор

Победря
Борис Ефимович

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 501.001.91,
доктор физико-математических наук,
профессор

Шешенин
Сергей
Владимирович

Подписи удостоверяю:

и.о. декана механико-математического
факультета МГУ имени М.В. Ломоносова
доктор физико-математических наук,
профессор



Чубариков
Владимир
Николаевич

Заключение оформлено 03 ноября 2015 года.