

# СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

**Диссертационный совет:** Д 212.125.05

**Соискатель:** Шрамко Константин Константинович

**Тема диссертации:** Исследование свойств симметрии и регуляризация сингулярностей в градиентной теории упругости

**Специальность:** 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

**Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:** на заседании «22» декабря 2021 года, протокол 33, диссертационный совет пришел к заключению о том, что диссертационное исследование Шрамко Константина Константиновича является законченной научно-квалификационной работой, имеет важное прикладное значение и содержит элементы фундаментального исследования. Достоверность полученных результатов обоснована и сомнений не вызывает.

Диссертация Шрамко Константина Константиновича отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842. На заседании «22» декабря 2021 года, протокол 33, диссертационный совет принял решение присудить Шрамко Константину Константиновичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

**Присутствовали:** председатель диссертационного совета Тарлаковский Д.В., ученый секретарь диссертационного совета Федотенков Г.В.

**Члены диссертационного совета:** Фирсанов В.В., Бирюков В.И., Вестяк В.А., Гришанина Т.В., Дмитриев В.Г., Дудченко А.А., Зверьев Е.М., Кузнецов Е.Б., Лурье С.А., Медведский А.Л., Меркурьев И.В., Нерубайло Б.В., Рабинский Л.Н., Рыбаков Л.С. Сидоренко А.С., Солдатенков И.А., Туркин И.К., Тютюнников Н.П.

Председатель  
диссертационного совета Д 212.125.05,  
д.ф.-м.н., профессор

Тарлаковский Д.В.

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 212.125.05,  
к.ф.-м.н., доцент

Федотенков Г.В.

Начальник  
Т.А. Аникин



**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**  
**ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.05**  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от «22» декабря 2021 г. № 33

О присуждении Шрамко Константину Константиновичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование свойств симметрии и регуляризация сингулярностей в градиентной теории упругости» по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела» принята к защите «21» октября 2021 г., протокол заседания № 32 диссертационным советом Д 212.125.05, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, А-80, ГСП-3, приказ о создании диссертационного совета Д 212.125.05 – № 105/нк от «11» апреля 2012 г.

Соискатель Шрамко Константин Константинович, 4 августа 1992 года рождения, в 2016 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по специальности 150502 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов» с отличием. В период подготовки диссертации соискатель, Шрамко Константин Константинович обучался в очной аспирантуре

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» МАИ с 01.09.2016 по 31.08.2020.

Диплом об окончании аспирантуры серия 107718, номер 1179000, выдан 05 июля 2020 г. ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ).

Диссертация выполнена кафедре 602 «Проектирование и прочность авиационно-ракетных и космических изделий» института №6 «Аэрокосмический» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» МАИ.

Научный руководитель – **Лурье Сергей Альбертович**, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института прикладной механики Российской академии наук, проф. каф. 602 «Проектирование и прочность авиационно-ракетных и космических изделий» института №6 «Аэрокосмический» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, ведущий научный сотрудник Лаборатории механики прочности и разрушения материалов и конструкций Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской Академии Наук, ведущий научный сотрудник Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской Академии Наук, профессор Кафедры механики композитов Отделения механики Механико-математического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Официальные оппоненты:

**Думанский Александр Митрофанович**, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий лабораторией «Механика композиционных

материалов» Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук», г. Москва.

**Шоркин Владимир Сергеевич**, доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Научно-образовательный центра «Математическое моделирование состояний и процессов городской среды», профессор кафедры «Кафедра технической физики и математики», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация **Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»**, г. Пермь, в своем положительном отзыве, подписанном доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой «Математического моделирования систем и процессов» Пермского национального исследовательского политехнического университета Трусовым Петром Валентиновичем, заверенном секретарем ПНИПУ Макаревичем Владимиром Ивановичем и утвержденном доктором технических наук, профессором, проректором по науке и инновациям Пермского национального исследовательского политехнического университета Коротаяевым Владимиром Николаевичем, указала, что диссертационная работа К.К. Шрамко «Исследование свойств симметрии и регуляризация сингулярностей в градиентной теории упругости» является законченной научно-исследовательской работой, имеющей научное и практическое значение. Диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а её автор, Шрамко Константин Константинович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

Соискатель имеет 3 опубликованных работы по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы:

1. Лурье С.А., Белов П.А., Шрамко К.К., Кривень Г.И. О корректности математической постановки краевых задач в градиентной упругости // Механика композиционных материалов и конструкций, 2021, Т.27, №4, С.457-468.
2. Лурье С.А., Шрамко К.К., Об условии корректности в краевых задачах градиентных теорий упругости. Труды МАИ. 2021.Выпуск № 120.
3. Sergey Lurie, Yury Solyaev, Konstantin Shramko, Comparison between the MoriTanaka and generalized self-consistent methods in the framework of anti-plane strain inclusion problem in strain gradient elasticity. April 2018 Mechanics of Materials 122.

В этих работах изложены и обоснованы основные результаты автора по корректности математической постановки краевых задач в градиентной теории упругости.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

от **научного руководителя, ведущей организации и официальных оппонентов**, отзывы положительные;

от **Дзюбы Александра Сергеевича**, кандидата технических наук, зам. начальника комплекса прочности ЛА, начальника НИО-3 ЦАГИ, **Гришина Вячеслава Ивановича**, доктора технических наук, профессора, гл. научн. Сотр. НИО-3 ЦАГИ, отзыв положительный;

от **Агуреева Л.Е.**, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника отдела нанотехнологий АО ГНЦ «Центр Келдыша», заверенный ученым секретарем АО ГНЦ «Центр Келдыша», Смирновым Ю.Л., отзыв положительный;

от **Никабадзе Михаила Ушангиевича**, доктора физико-математических наук, профессора, зам. зав. кафедры механики композитов механико-математического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, заверенный член-

корр. АН РФ, доктором физико-математических наук, деканом механико-математического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова Шафаревичем А.И., отзыв положительный;

от **Фрейдина А.Б.**, доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника, главного научного сотрудника, заведующего лабораторией математических методов механики материалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем машиноведения Российской академии наук, заверенный помощником директора ИПМАШ РАН Андреевой С.И., отзыв положительный.

В поступивших отзывах отмечена актуальность темы диссертационного исследования, дан краткий обзор работы по главам, отмечены новизна и достоверность полученных автором результатов, и их практическая и фундаментальная ценность.

В поступивших отзывах от официальных оппонентов и ведущей организации имеются следующие основные замечания:

1. При формулировке леммы вместо «по последней паре индексов» было бы корректнее указать смысл этой симметрии, что обуславливает ее.

2. С.6 (Д), с.4 (А). Не понятно – является ли параметр масштаба постоянной материала или характеристикой образца (конструкции с вырезами)? Если все-таки материала, то каков его физический смысл, с какими микроструктурными характеристиками он связан?

В отзывах на автореферат следует отметить такие критические замечания:

1. На приведенных на рисунках 4,7,8 графиках отсутствуют обозначения основных параметров, а слишком мелкий шрифт не позволяет оценить достоинство содержания, выведенного на эти графики.

2. Автор, используя в автореферате тезис о том, что масштабный параметр является постоянной материала, очень мало даёт аналитической информации в его доказательстве.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** тем, что официальные оппоненты являются

высокопрофессиональными специалистами в данной области и имеют публикации, связанные с направлением исследований диссертации, а в ведущей организации работают специалисты, достижения которых широко известны, в том числе и в области науки, соответствующей тематике диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработаны** методы и подходы прогноза прочности пластин, ослабленных трещинами смешанной моды;

**предложена** методика прогноза прочности пластин, ослабленных трещинами смешанной моды на основе градиентной теории упругости и процедуры численного моделирования, обеспечивающего выполнение граничных условий на берегах трещин с применением концепции концентрации напряжений;

**доказана** перспективность использования разработанных методов и подходов для расчета пластин, поврежденных трещинами;

**новые понятия** не вводились.

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что:

**доказана** эффективность применения полученных результатов и разработанных моделей к решению задач для оценки места зарождения дефекта (трещины) и угла его дальнейшего распространения;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использован** комплекс существующих базовых положений механики деформируемого твердого тела, теории упругости, а также современный пакет математического моделирования Comsol Multiphysics;

**изложены** подходы для определения условия корректности, которое позволяет внести необходимые поправки в краевые задачи градиентной упругости;

**раскрыто**, что учет дополнительного признака симметрии по отношению к классической теории упругости в краевых условиях является обязательным требованием для корректировки решений прикладных задач;

**изучены** механизмы и факторы, влияющие на параметр масштаба и показано, что параметр масштаба является постоянной характеристикой материала для пластин с вырезами, не зависящей от геометрических характеристик выреза;

**проведена модернизация** аналитических методов расчета градиентных теорий упругости с помощью критерия симметрии и численных методов моделирования в градиентной упругости;

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

**разработаны и внедрены**, новые методы и подходы к прогнозу места зарождения дефекта (трещины) и угла его дальнейшего распространения в пластинах с вырезами в процессе их нагружения;

**определены** требования к выполнению условий симметрии в градиентных прикладных моделях и их влияние на правильность формулировки краевых задач, а также влияние выбора критериев прочности на сходимость результатов исследования места зарождения дефекта (трещины) и угла его дальнейшего распространения;

**создан** численно-аналитический метод расчета для оценки места зарождения дефекта (трещины) и угла его дальнейшего распространения;

**представлены** результаты, показывающие необходимость учета дополнительных свойств симметрии в градиентной теории упругости при постановке краевых задач, и результаты аналитического, численного и экспериментального исследования для определения места зарождения и развития дефекта (трещины) в пластинах с вырезами.

#### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для сравнения с экспериментальными данными использовались** результаты, полученные при испытании пластин с вырезами на сжатие и трехточечный изгиб;

**теория** и методы построены на известных и обоснованных методах механики деформируемого твердого тела, теории упругости, механике трещин, строительной механики и сопротивления материалов;



**идея базируется** на последовательном анализе свойств симметрии, характерных для градиентных моделей, на свойстве градиентных теорий упругости, регуляризации сингулярных решений теории упругости и использовании концепции концентрации напряжений;

**использованы** сравнения полученных результатов аналитических и численных расчетов с данными экспериментальных исследований предельных нагрузок для пластин с трещинами и вырезами;

**установлена** возможность корректировки математических постановок прикладных градиентных моделей, а также важная для приложений возможность получения достоверных оценок величин разрушающих нагрузок, координат зарождения и направления развития дефектов (трещин), для пластин с трещинами и разрезами в градиентной теории упругости на основе анализа концентрации напряжений;

**использованы** современные программные комплексы математического и численного моделирования.

**Личный вклад** соискателя состоит в расширенном анализе условий симметрии в градиентной теории упругости, в построении на их основе условий корректности постановок краевых задач, в получении регулярного аналитического решения для конечной трещины нормального отрыва, написании математических подпрограмм для численного решения, развитие концепции концентрации напряжений для вырезов с острым углом, а также для вырезов с малым радиусом закругления. А также, в подготовке статей по теме диссертации, опубликованных в журналах, входящих в перечень ВАК РФ, и статей, опубликованных в журналах, цитируемых в базе данных Scopus.

В ходе защиты диссертации критические замечания высказаны не были.

Приведенные положения позволяют заключить, что представленная диссертация является законченным научно-квалификационным исследованием, содержащем элементы научной новизны, имеющем важное прикладное и фундаментальное значение для развития теоретических и экспериментальных методов исследования задач градиентной теории упругости и механики

разрушения. В ней представлены новые, обоснованные результаты, что соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 22 декабря 2021 года диссертационный совет принял решение присудить Шрамко Константину Константиновичу ученую степень кандидата физико-математических наук за решение научной задачи, имеющей существенное значение для развития механики деформируемого твёрдого тела.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 8 докторов технических наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 20, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета Д 212.125.05,  
д.ф.-м.н., профессор

Тарлаковский Д.В.

Ученый секретарь

Диссертационного совета Д 212.125.05  
к.ф.-м.н., доцент

Федотенков Г.В.

«dd» 1d 2021 г.

Начальник отдела по развитию ИС МАИ  
Т.А. Анискина

