

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д 999.055.04 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»,
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ «ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ И МЕТАЛЛУРГИИ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»,
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21 февраля 2017 года № 1

О **присуждении** Ткачевой Анастасии Валерьевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Эволюция температурных напряжений в условиях сборки упругопластических деталей способом горячей посадки» по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, принята к защите 14 декабря 2016 года, протокол № 12, объединенным диссертационным советом Д 999.055.04 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вычислительный центр Дальневосточного отделения Российской академии наук», федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук», федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Амурский государственный университет»,

681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, приказ Минобрнауки России от 27 ноября 2015 г. № 1483/нк.

Соискательница Ткачева Анастасия Валерьевна 1986 года рождения, в 2010 году окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», в 2014 году окончила очную аспирантуру в федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук», работает в федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук» младшим научным сотрудником в лаборатории механики деформирования.

Диссертация выполнена в лаборатории механики деформирования Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук».

Научный руководитель – член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, профессор Буренин Анатолий Александрович, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук», директор института.

Официальные оппоненты:

Кривцов Антон Мирославович – член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, профессор Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», заведующий кафедрой, г. Санкт-Петербург;

Любимова Ольга Николаевна – кандидат физико-математических наук, профессор Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет», кафедра механики и математического моделирования Инженерной школы, г. Владивосток
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном Левиным Владимиром Алексеевичем, академиком РАН, доктором физико-математических наук, заведующим кафедрой вычислительная механика, и утвержденным проректором Московского университета, доктором физико-математических наук, профессором Андреем Анатольевичем Федяниным, указала, что диссертация Ткачевой А. В. является законченным научным исследованием, посвященным решению проблемы, актуальной и важной в научном и практическом отношении, соответствует паспорту специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ и удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится обоснованное решение задачи разработки эффективной совокупности моделей, численных методов и комплексов программ, предназначенных для теоретического и численного анализа задач теории температурных напряжений. Автор диссертации заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 4 работы, опубликованных в рецензируемых научных изданиях из списка ВАК, из них 2 публикации в изданиях, индексируемых в базе данных Scopus, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Общий объем работ составляет 27,25 печатных листов. Авторский вклад в подготовку работ, опубликованных в соавторстве, заключается в разработке алгоритмов и программ расчетов с построением графических зависимостей.

Наиболее значимые работы:

1. Буренин, А. А. К вопросу математического моделирования процесса горячей посадки цилиндрических металлоизделии / А. А. Буренин, Е. П. Дац, А.В. Ткачева // Сибирский журнал индустриальной математики. – 2013. – Т. 17. – № 3 (59). – С. 40.

2. Дац, Е. П. Сборка конструкции «кольцо в кольце» способом горячей посадки / Е. П. Дац, А. В. Ткачева, Р. В. Шпорт // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. Серия «Механика предельного состояния». – 2014. – Т. 22. – № 4. – С. 204.

3. Дац, Е. П. Кусочно-линейные пластические потенциалы в задачах теории температурных напряжений о сборке горячей посадкой / Е. П. Дац, М. Р. Петров, А. В. Ткачева // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. Серия «Механика предельного состояния». – 2015. – Т. 26. – № 4. – С. 162.

4. Дац, Е. П. Технологические температурные напряжения в процессах горячей посадки при учете пластических течений в материалах сборки / Е. П. Дац, А. В. Ткачева // Прикладная механика и техническая физика. – Т. 57. – № 3. – 2016. – С. 208.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы (все положительные, указывается основное отражение замечаний):

Отзыв на диссертацию ведущей организации МГУ имени М. В. Ломоносова имеет замечания: 1. В тексте диссертации, по существу, автор демонстрирует способ решения задачи в форме проведения вычислений последовательными шагами по времени. При этом остается не ясным, в каких программных средах проводятся расчеты, какой численный метод используется для решения температурной задачи и т.д. Классического представления алгоритма расчетов основной текст диссертации практически не содержит; описанная схема деформирования с представлением шагов расчетов – еще не алгоритм решения задачи. 2. По результатам диссертации зарегистрирована только одна программа. Почему же в таком случае говорится о программных комплексах? 3. Исключительно желательной была бы адаптация разработанной программы к известным отечественным комплексам прочностных расчетов в качестве соответствующего модуля. Это существенно повысило бы значимость разработанного и его доступность для пользователя. Остается пожелать автору проделать такую полезную для технологической практики работу. Отметим это не в качестве замечания, а в качестве пожелания. 4. Предел текучести зависит от температуры. Но с температурой могут изменяться и упругие постоянные. Насколько при этом

изменится алгоритм решения? Какие возникнут при этом трудности? 5. В диссертации и в автореферате встречаются опечатки и иные небрежности. В выводах автореферата читаем «разработаны средства» и далее «оно основано». Подобные ошибки встречаются и в тексте диссертации. Присутствуют опечатки в тексте автореферата: стр. 8 $Y. Orean - Y. Organ$, стр. 13 в формуле (6) введены сокращения g, w неизвестно чему равные.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Кривцова А.М. имеет замечания:

1. Работа содержит подробный и содержательный литературный обзор. Однако в ряде мест используется перечисление подряд слишком большого количества литературных источников (до 20 наименований). 2. В работе представлено большое количество однотипных графиков, описывающих распределение остаточных напряжений в образце. Для большей наглядности было бы целесообразно построить зависимости статистического характера, обобщающие результаты графического исследования. 3. Желательны оценки или обсуждение вопроса о влиянии краевых эффектов на торцах при горячей посадке муфты на вал. 4. Несколько коротковато заключение к работе. Это не является серьезной проблемой, так как соответствующие выводы приведены в заключениях к разделам и в вводной части. Однако, некоторое расширение заключения было бы удобно для читателя.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Любимовой О.Н. имеет замечания: 1. Не приведено условие разгрузки на границе $m(t)$ пластического течения, что затрудняет понимание того, как автор следит за динамикой изменения области пластического деформирования. 2. Замеченное автором повторное пластическое течение (Глава 2) зависит от упрочнения материала, которым в работе пренебрегается. 3. В главах 2, 3 и 4 приведено большое количество графиков отражающих результаты численного эксперимента, при этом приводятся графики остаточных напряжений (распределение напряжений по координате в определенный момент времени) и нет ни одного графика, который бы отражал эволюцию напряжений в конкретных областях (точках материала) на всем температурно-временном интервале. 4. По тексту диссертации присутствуют явные опечатки в формулах и не вполне корректные графики, например, на стр. 27 формула 2.1, на стр. 28 формула 2.5 и Рисунок 1.1 на стр. 21. 5. Последнее

замечание, является скорее пожеланием к диссертации. При определении постоянных интегрирования $C_1(t)$ и $C_2(t)$ на границе сопряжения ($r=R_1$) цилиндров (вал-муфта, труба-труба) задаются условия идеального контакта, которые предполагают плотный контакт и исключают возможность проскальзывания одного цилиндра относительно другого в осевом направлении. Представляется интересным продолжение исследования с учетом трения на границах сопряжения цилиндров.

Отзыв на автореферат Сенашова С.И., доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой Сибирского государственного аэрокосмического университета содержит замечания: 1. В работе указаны два возможных варианта зависимости предела текучести от температуры (2). Но нет никакого обсуждения о применимости каждого из этих пределов, а также нет ничего о сравнении с экспериментами. 2. Имеются некоторые опечатки.

Отзыв на автореферат Ревуженко А.Ф., доктора физико-математических наук, профессора, заведующего отделом моделирования процессов деформирования и разрушения горных пород ИГД СО РАН и Лаврикова С.В. доктора физико-математических наук, с.н.с., главного научного сотрудника лаборатории механики деформируемого твердого тела и сыпучих сред Института горного дела СО РАН без замечаний.

Отзыв на автореферат Пенькова В.Б., доктора физико-математических наук, профессора, профессора кафедры общей механики ФГБОУ ВО Липецкого государственного технического университета содержит вопрос: Какие принципиальные расчетные трудности следует ожидать при искажении формы посадочной муфты: а) слабое нарушение осевой симметрии? б) наличие лакуны на внешней поверхности муфты?

Отзыв на автореферат Рогового А.А., заслуженного деятеля науки РФ, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего лабораторией нелинейной механики деформируемого твердого тела Института механики сплошных сред УрО РАН имеет замечания. 1. Мне не понятны граничные условия для температурной задачи на стр.10. Первое из них говорит о том, что температура на оси вала не может меняться со временем. Почему? Скорее всего, в этой точке температура не может меняться по радиусу в силу симметрии задачи.

Второе условие отражает равенство тепловых потоков на поверхности контакта вала и муфты, а четвертое – теплоотдачу в окружающую среду, имеющую комнатную температуру. С ним я согласен. Но третье условие, требующее равенство температур на поверхности контакта со стороны вала и муфты в любой момент времени, в том числе и в начальный, противоречит начальному условию, задающему скачек температуры на этой поверхности. И, на мой взгляд, это третье условие вообще лишнее. 2. На всех рис. 2 автор забыл указать, что распределение остаточного окружного напряжения в вале совпадает с распределением остаточного радиального напряжения. Это вытекает из уравнения равновесия (4), в котором автор опять забыл пометить, что от первого слагаемого (радиального напряжения) берется производная по радиусу. 3. Автореферат изобилует орфографическими ошибками типа «поверхность *нагружня*», «в *матриале*», «*повторного платического* течения» и т.д. Но они, конечно же, не могут сравниться с фразой: «... является итоговым результатом настоящей *диссертации*».

В отзыве на автореферат Чигарева А.В., доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой «Теоретическая механика» Белорусского национального технического университета в качестве замечания указывается на опечатку в формуле (4), где пропущено обозначение операции дифференцирования.

Отзыв на автореферат Ковалева А.В., доктора физико-математических наук, доцента, заведующего кафедрой механики и компьютерного моделирования ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» и Вerveйко Н.Д., доктора технических наук, профессора кафедры механики и компьютерного моделирования ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» не содержит замечаний.

Отзыв на автореферат Россихина Ю.А., заслуженного деятеля науки РФ, доктора физико-математических наук, профессора, руководителя научного центра по фундаментальным исследованиям в области естественных и строительных наук ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» содержит замечание: Несмотря на то, что во второй главе автору удалось проинтегрировать определяющие уравнения и получить распределение перемещений, деформаций и

напряжений в зависимости от распределения температуры в процессе сборки для различных областей упругопластического деформирования, в автореферате эти аналитические решения не приведены.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются компетентными специалистами в исследуемой области, а ведущая организация широко известна достижениями работающих в ней специалистов в области науки, соответствующей тематике диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана математическая модель процесса сборки упругопластических цилиндрических деталей способом горячей посадки для случаев плоской деформации и плоского напряжённого состояния в условиях зависимости предела текучести от температуры;

разработан метод решения в рамках такой математической модели конкретных краевых задач теории температурных напряжений;

построен алгоритм и **создана** программа расчётов неустановившихся температурных напряжений в условиях нестационарных распределений температуры и продолжающегося процесса теплопроводности;

проведен ряд вычислительных экспериментов, по которым **установлены** особенности процесса упругопластического деформирования, связанные с использованием кусочно-линейных потенциалов теории пластического течения и зависимостью предела текучести от температуры.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: **показана** возможность разделения области пластического течения на части, в которых рост необратимых деформаций подчинен разным системам уравнений в зависимости от принадлежности возникших напряжений разным граням и ребрам условия пластичности Треска – Сен-Венана, **установлен** эффект возникновения повторного пластического течения в условиях эволюции температурных напряжений.

Разработаны новые алгоритмы и программы расчётов эволюции температурных напряжений в упругопластических материалах в условиях зависимости предела текучести от температуры, позволяющие отслеживать моменты зарождения пластических областей, положения упругопластических границ и

продвигающихся границ в области течения, разделяющих пластические области на части, в которых течение подчинено разным уравнениям теории пластичности.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы методы математической физики, теории идеальной упругопластичности, теории температурных напряжений, методы численного анализа;

изложены оригинальные методы и подходы к решению задач теории температурных напряжений с учетом зависимости предела текучести от температуры, способные отслеживать места и моменты времени возникновения и завершения пластических течений, прогнозировать итоговые распределения напряжений и формирующийся в сборке натяг;

раскрыты проблемы, с необходимостью возникающие при исследовании процесса эволюции температурных напряжений в упругопластических телах, связанные с использованием классического условия пластичности максимальных касательных напряжений.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: разработанные подходы к математическому моделированию широко используемой в практике машиностроения технологической операции позволяют прогнозировать посредством расчетов итоговое распределение напряжений в сборке и требуемый натяг, усовершенствовать таким способом методику проведения технологической операции.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построена в рамках классических представлений модели упругопластических деформаций, используются методы и подходы фундаментальной механики деформирования, выверенные методы и процедуры вычислений, проведено, там, где это оказалось возможным, сравнение результатов с результатами вычислений других исследователей;

основная идея базируется на использовании кусочно-линейного пластического потенциала Треска – Сен-Венана, позволяющего получить на каждом временном шаге вычислений аналитические зависимости перемещений, деформаций и напряжений от температуры;

методы и алгоритмы расчетов включают в себя апробированные конечно-разностные схемы для расчета полей температуры и численно-аналитические вычисления по ним механических параметров процесса посадки с натягом; с целью сравнения **использованы** результаты расчетов других авторов в части задачи с плоским напряженным состоянием (посадка «кольцо в кольцо»); **установлено** совпадение (с точностью вычислений) авторских результатов в случае плоского напряженного состояния с результатами имеющихся вычислительных экспериментов, опубликованных ранее.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в формулировках и проведении теоретического исследования рассматриваемых задач, моделирующих эволюцию температурных напряжений в условиях сборки упругопластических деталей способом горячей посадки, проведении вычислительных экспериментов, доказательстве основных результатов, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу и отвечает требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

На заседании 21.02.2017 г. диссертационный совет Д 999.055.04 принял решение присудить Ткачевой А.В. ученую степень кандидата физико-математических наук за решение задач в области математического моделирования эволюции температурных напряжений в условиях сборки упругопластических деталей способом горячей посадки.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 11 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 19, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета



Тарануха Николай Алексеевич

Ученый секретарь
диссертационного совета
21 февраля 2017 г.

Лошманов Антон Юрьевич