

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д 212.092.07 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____ 2 _____

решение диссертационного совета от 12 мая 2017 года № _____

О **присуждении** Дацу Евгению Павловичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Неустановившиеся температурные напряжения в условиях зависимости предела текучести от температуры» 01.02.04–Механика деформируемого твердого тела, принята к защите 10 марта 2017 года, протокол № 2, диссертационным советом Д 212.092.07 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, приказ Минобрнауки России от 24 июня 2016 г. № 787/нк.

Соискатель Дац Евгений Павлович 1987 года рождения, в 2010 году окончил магистратуру Дальневосточного государственного технического университета по направлению «прикладная математика и информатика», в 2013 году окончил очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН», работает в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса» в должности ассистента кафедры математики и моделирования.

Диссертация выполнена на кафедре математики и моделирования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса».

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

Официальные оппоненты:

Артемов Михаил Анатольевич, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет», кафедра программного обеспечения и администрирования информационных систем, заведующий кафедрой, г. Воронеж;

Лошманов Антон Юрьевич, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», кафедра прикладной математики и информатики, доцент, г. Комсомольск-на-Амуре;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки институт проблем механики им. А. Ю. Ишлинского РАН, г. Москва, в своём положительном заключении, подписанным Радаевым Юрием Николаевичем, доктором физико-математических наук, профессором, ведущим научным сотрудником лаборатории моделирования в механике деформируемого твердого тела, и утверждённым Александром Владимировичем Манжировыми, доктором физико-математических наук, профессором, исполняющим обязанности директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем механики им. А. Ю. Ишлинского РАН» указала, что диссертация Даца Е. П. соответствует паспорту специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела, представляет собой завершённую научно-квалифицированную работу, в которой содержатся решения задач, имеющих значение для развития теории упругопластического деформирования, содержит новые научные результаты, выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет всем требованиям п. 9 положения ВАК РФ о присуждении ученых степеней, а её автор Дац Евгений Павлович заслуживает присуждения ученой

степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Соискатель имеет 28 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 28 работ, из которых 6 работ в рецензируемых научных изданиях из списка ВАК, 2 работы в изданиях, индексируемых в Web of Science, 4 работы в изданиях, индексируемых в SCOPUS, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Общий объем работ составляет 45,5 печатных листов. Авторский вклад в подготовку работ, опубликованных в соавторстве, заключается в постановке, получении аналитических и численных решений краевых задач с построением графических зависимостей.

Наиболее значимые работы:

1. Буренин А. А., Дац Е. П., Мурашкин Е. В. Формирование поля остаточных напряжений в условиях локального теплового воздействия // Известия РАН. Механика твердого тела. – 2014. – Т.49 – №2 – С. 124–131.

2. Буренин А. А., Дац Е. П., Мокрин С., Мурашкин Е. В. Пластическое течение и разгрузка полого цилиндра в процессе «нагрева-охлаждения» // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я.Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. – 2013. – № 2. С. 22–28.

3. Буренин А. А., Дац Е. П., Ткачева А. В. К моделированию технологии горячей посадки // Сибирский журнал индустриальной математики – 2014. – Т. 17, – № 3. – С. 40–47.

4. Горшков С. А., Дац Е. П., Мурашкин Е. В. Расчет плоского поля температурных напряжений в условиях пластического течения и разгрузки // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я.Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. – 2015. – № 3. – С. 169–175.

5. Дац Е. П., Мурашкин Е. В., Велмуруган Р. Вычисление необратимых деформаций в полом упругопластическом шаре в условиях нестационарного температурного воздействия // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. – 2015. – № 3. – С. 168–175.

6. Дац Е. П., Ткачева А. В., Шпорт Р. В. Сборка конструкции «кольцо в кольцо» способом горячей посадки // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. – 2014. – № 4. – С. 225–235.

7. Дац Е. П., Петров М. Р., Ткачева А. В. Кусочно-линейные пластические потенциалы в задачах теории температурных напряжений о сборке горячей посадкой // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. – 2015. – № 4. – С. 143–162.

8. Дац Е. П., Мокрин С. Н., Мурашкин Е. В. Расчет накопленной остаточной деформации в процессе «нагрева-охлаждения» упругопластического шара // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. – 2012. – № 4. – С. 123–132.

9. Дац Е. П., Ткачева А. В. Технологические температурные напряжения в процессах горячей посадки цилиндрических тел при учете пластических течений // Прикладная механика и техническая физика. – 2016. – Т. 57, – № 3. – С. 208–216.

10. Дац Е. П., Ткачева А. В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015617259 «Математическое моделирование температурных и деформационных процессов, сопровождающих технологию горячей посадки в сборке металлоконструкций». 03.07.2015.

11. E. Dats, S. Mokrin, E. Murashkin. Calculation of the Residual Stresses of Hollow Cylinder under Unsteady Thermal Action // Lecture notes in engineering and computer science. – Т. 2218 – Vol II – P. 1043-1046.

12. E. Dats, E. Murashkin. On Unsteady Heat Effect in Center of the Elastic-Plastic Disk // Lecture notes in engineering and computer science. – Т. 2223 – Vol .I– P. 69-72.

13. Dats E., Mokrin S., Murashkin E. Calculation of the Residual Stress Field of the Thin Circular Plate under Unsteady Thermal Action // Key Engineering Materials. – 2016. – Т. 685. – P. 37–41.

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

Отзыв на диссертацию ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем механики им. А. Ю. Ишлинского РАН имеет основные замечания: 1. Термопластическая связанность в работе учитывается зависимостью предела текучести от температуры. Возникает вопрос о справедливости при таком подходе принципа термодинамической ортогональности Циглера, правила Койтера и принципа максимума диссипации энергии Мизеса. 2. Процедура вывода уравнения теплопроводности, приведённая в работе, основана на предположении, что свободная энергия представляется в виде аддитивной функции квадратичных инвариантов деформаций и температуры. Квадратичная зависимость свободной энергии от температуры приводит к линейным определяющим соотношениям, что характерно для случая малых деформаций и малого изменения температуры. Справедлива ли используемая гипотеза для интенсивных нестационарных тепловых воздействий, рассматриваемых в диссертации. 3. Интенсивные термомеханические воздействия могут приводить не только к изменению предела текучести, но и к изменению упругих постоянных материала. В диссертации данный вопрос не обсуждается. Следовало бы уточнить класс материалов, для которых используемое в диссертации допущение имеет место.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Артемова М. А. имеет основные замечания: 1. Формулы (1.29), (1.30), определяющие условия пластичности, следует поменять местами. 2. В отдельных предложениях пропущены знаки препинания. Например, стр. 19. Есть опечатки в формулах, например, для вычисления величины $A(t)$ (стр. 26). В формуле (2.11) пропущен оператор дифференцирования. Формулы (3.5) содержат опечатку для области, где поле температур является однородным. В списке литературы для ссылки [28] неточно указаны страницы. В ссылке [79] неправильно указан год. 3. Автор рассматривает пластически несжимаемое тело, т.е. пластический потенциал зависит только от девиатора напряжения. Поэтому непонятно, почему условие полной пластичности, имеющее вид (4.11) для всех функций пластичности называется условием пластичности Треска. 4. Автор использует термин «медленное увеличение температуры». При математическом моделировании физических процессов следует определять, что есть медленное изменение

температуры. 5. Рассматривая статически определимый случай для условия максимального приведенного напряжения, автор ошибочно говорит о полной пластичности. 6. В формуле (4.1) для вычисления поля температур имеется опечатка.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Лошманова А.В. имеет основные замечания: 1. При введении понятия ассоциированного закона пластического течения (стр. 17 диссертации) автором делается ссылка на работу: Радаев Ю. Н. Пространственная задача математической теории пластичности (кинематические соотношения, определяющие течение на грани и ребре призмы Кулона-Треска). Известия Саратовского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2008. – № 2. – С. 34–76. Конечно, решать на какие работы ссылаться, а на какие нет – неотъемлемое право автора, но было бы желательно отметить в обзоре как наиболее близкие [1] Соколовский В. В. Теория пластичности. М.: Высш. Шк., 1969. 608 с. [2] Drucker D. C., Prager W. Soil mechanics and plastic analysis or limit design // Quarterly of Applied Mathematics, 1952, vol. 10, № 2, pp. 157-165. 2. Автор объясняет использование им тензора малых деформаций тем, что «...деформации в твердом деформируемом теле чаще всего оказываются малыми (доли процента)...». Здесь более корректно было бы сказать, что только в рамках рассматриваемых в диссертации задач можно использовать так называемую теорию малых деформаций и принять допущение (1.8). Так как известно, что если определяющим расчетным интересом является технологический процесс интенсивного формоизменения (прокатка, штамповка и пр.), то говорить о малых деформациях не приходится. 3. Вносит некоторую путаницу использование автором во второй главе то термина «шар», то «сфера». 4. Не совсем понятен численный алгоритм, приводимый автором в п. 4.3. Так автором в качестве критерия точности численного решения используется знак скаляра $d\xi$ из выражения для ассоциированного закона пластического течения (например, (1.26)). Не ясно, как деление на более мелкую сетку в численных схемах, может вообще влиять на знак этого скаляра и тем более являться критерием (мерой) точности. 5. В разделе «Степень достоверности и апробация результатов» автореферата автор указывает «Неоднократные сравнения с известными решениями, полученными в условиях постоянства предела текучести

и стационарности температурных полей, позволяют не сомневаться в правильности результатов расчетов». В то же время в разделе «Научная новизна» автореферата автор пишет: «показано, что в некоторых случаях классические решения, полученные при постоянном пределе текучести, не могут быть обобщены на случай зависимости предела текучести от температуры». Если решения при постоянном пределе текучести не могут быть обобщены на случай зависимости предела текучести от температуры, то как проводились неоднократные сравнения?

Отзыв на автореферат Чигарева А. В., доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой «Теоретическая механика», Белорусского Национального Технического Университета без замечаний.

Отзыв на автореферат Рогового А. А., заслуженного деятеля науки РФ, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего лабораторией нелинейной механики деформируемого твердого тела Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт механики сплошных сред УрО РАН» содержит замечания: 1. В правой части соотношения (7) во втором слагаемом потерян знак дифференциала. 2. Начало предложения «В условиях (8), (8), (8) ...» после выражения (10) должно быть заменено на «В условиях (8) – (10)...». 3. На стр. 14 в п 3.4 не указано, как осуществляется нагрев пластины. Кроме того, без внимания автора остался процесс потери устойчивости пластины, что весьма возможно в этой задаче.

Отзыв на автореферат Пенькова В. Б., доктора физико-математических наук, профессора кафедры общей механики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет» без замечаний.

Отзыв на автореферат Ковалева А. В., доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой механики и компьютерного моделирования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» имеет замечания: 1. В качестве замечания хотелось бы отметить, что упругопластические границы не «нагружают» или «разгружают» материал, а отделяют одну область деформирования от другой (стр. 4).

Отзыв на автореферат Князевой А. Г., доктора физико-математических наук, профессора, заведующей лабораторией Моделирования физико-химических процессов в современных технологиях Института физики высоких технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» имеет замечания: 1. Быстро изменяющаяся температура поверхности (например, формула (13)) предполагает появление динамических напряжений, которые автор не изучает. Следовало бы привести оценку, показывающую, когда корректно использование квазистатического приближения. 2. Почему автор учитывает зависимость от температуры предела текучести, однако оставляет постоянными теплофизические свойства и упругие модули? 3. В работе отсутствует сравнение результатов, полученных автором, с результатами других исследователей, которые имеются в литературе и включены в изучаемые модели как их предельные варианты. Такое сравнение повысило бы достоверность предложенного способа расчета. 4. Вольное обращение с терминами, которые принимают вид жаргонов: «расчетное прогнозирование», «алгоритмы расчетов» и др., мягко скажем, удручает. 5. Многочисленные стилистические и грамматические ошибки: «методом расчетов оказались программные реализации...», стр. 4; «эволюция обратимого деформирования...», стр.5 (звучит как эволюция процесса...); «в качестве поверхности нагружения выбрать условие пластичности», «остаточные пластические деформации... являются огибающими», стр.10; «в процессе выравнивания температурного поля также обнаружена возможность...», стр.11; «распространение температурного поля», стр.12 и т. д. затрудняют правильное восприятие текста и полученных автором результатов.

Отзыв на автореферат Шитиковой М. В., доктора физико-математических наук, профессора, главного научного сотрудника Научного центра по фундаментальным исследованиям в области естественных и строительных наук Воронежского государственного технического университета без замечаний.

Отзыв на автореферат Багмутова В. П., Заслуженного работника высшей школы РФ, академика Академии инженерных наук, доктора технических наук, профессора имеет замечания: 1. На странице 9 в выражении (7) пропущен знак

дифференциала для множителя ξ_2 . 2. Также на странице 9 не совсем понятна фраза «В условиях (8), (8), (8)...», вероятно автор имел в виду (8) – (10)?

Отзыв на автореферат Клишина С. В., кандидата технических наук, старшего научного сотрудника лаборатории механики деформируемого твердого тела и сыпучих сред Института горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН имеет замечания: 1. На стр. 14 в пункте 3.4, в отличие от остальных пунктов, не указаны условия нагрева материала пластины. 2. Автором решен ряд краевых задач с применением различных критериев текучести, показано их влияние на напряженное состояние материала, однако не делается выводов по области применимости и выбору предпочтительного критерия при решении конкретных задач.

Отзыв на автореферат Радченко В. П., доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой «Прикладная математика и информатика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» имеет замечания: 1. Диссертант вводит зависимость предела текучести от температуры. Но тогда, если быть последовательным, то коэффициент температуропроводности в соотношении (3) автореферата также необходимо было бы полагать зависящим от температуры. К сожалению, в автореферате вообще не уделено внимание решению задач теплопроводности, не приведены количественные характеристики для температур в граничных условиях, потому за «кадром» остаются величины возникающих температурных градиентов. 2. Текстуально не определены величины a' , b' , c' на рис. 2–8 автореферата. Что они означают? 3. Судя по автореферату, все краевые задачи решались в размерной форме для линейных размеров элементов конструкций, графики же распределения приведены для безразмерных величин (например, для радиусов). Возникает вопрос: учитывается ли масштабный фактор, или все-таки на рисунках, например, 9, 11, 12 результаты получены для конкретных значений R_0 , R_1 , R_2 ?

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 деформирования упругопластических материалов, находящихся в условиях термомеханических воздействий, учитывающая зависимость предела текучести от температуры;

разработаны методы решения в рамках такой модели краевых задач теории температурных напряжений;

получен ряд точных решений задач о плоской деформации, плоском напряженном состоянии, одномерных задач со сферической симметрией в условиях использования классических кусочно-линейных пластических потенциалов Треска и Ишлинского-Ивлева;

с целью сравнения результатов точных решений, полученных с использованием кусочно-линейных пластических потенциалов с результатами численных расчетов для гладкого классического потенциала Мизеса **разработана** специальная программа расчетов для такого случая, **указана** степень различия в напряжениях для данных классических условий пластического течения.

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 кусочно-линейных условий пластичности, **установлен** эффект возникновения повторного пластического течения в условиях эволюции температурных напряжений.

Разработан алгоритм 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;

раскрыты проблемы, с необходимостью возникающие при исследовании процесса эволюции температурных напряжений в упругопластических телах, связанные с использованием классических кусочно-линейных условий пластичности Треска и Ишлинского-Ивлева.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: разработанные подходы к математическому моделированию широко используемых в практике машиностроения технологических операций позволяют прогнозировать посредством расчетов итоговое распределение напряжений в упругопластических материалах, подверженных тепловому воздействию, усовершенствовать таким способом методику проведения технологических операций.

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-линейных условий пластичности, позволяющих получить 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 параметров напряженно-деформированного состояния; **установлено** совпадение (с точностью вычислений) авторских результатов с результатами имеющихся вычислительных экспериментов, опубликованных ранее при постоянном пределе текучести.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в формулировках и проведении теоретического исследования рассматриваемых задач, моделирующих эволюцию температурных напряжений в упругопластических материалах, проведении вычислительных экспериментов, получении 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 12.05.2017 г. диссертационный совет Д 212.092.07 принял решение присудить Дацу Е. П. ученую степень кандидата физико-математических наук за решение ряда краевых задач теории температурных напряжений с учетом пластических свойств материалов.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 15 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 21, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного
совета



Дмитриев Эдуард Анатольевич

Учёный секретарь
диссертационного совета
12 мая 2017 года

Григорьева Анна Леонидовна