

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

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 23 мая 2019 года № 2

о присуждении Лемза Александру Олеговичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Большие необратимые деформации ползучести в условиях локального пластического течения» по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твёрдого тела принята к защите 18 марта 2019 г., протокол № 8, диссертационным советом Д 212.092.07 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, д. 27, приказ Минобрнауки России от 24 июня 2016 г. № 787/нк.

Соискатель Лемза Александр Олегович, 1991 года рождения, в 2014 году окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет» с присуждением квалификации магистра по направлению «Прикладная математика и информатика». В 2018 году окончил очную аспирантуру при федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Дальневосточный федеральный университет». Работает в штатной должности инженера и по внутреннему совместительству в должности старшего преподавателя кафедры прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения Школы естественных наук федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет».

Диссертация выполнена на кафедре прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения Школы естественных наук федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор РАН Ковтанюк Лариса Валентиновна, заведующий лабораторией механики необратимого деформирования Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института

автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Владивосток.

Официальные оппоненты:

Фрейдин Александр Борисович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, заведующий отделом математических методов механики материалов и конструкций Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем машиноведения Российской академии наук, г. Санкт-Петербург;

Ткачева Анастасия Валерьевна, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем создания и обработки материалов и изделий Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Комсомольск-на-Амуре;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», г. Самара – в своём положительном заключении, подписанном Радченко Владимиром Павловичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой «Прикладная математика и информатика» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» и утверждённом Ненашевым Максимом Владимировичем, доктором технических наук, профессором, первым проректором – проректором по научной работе ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», указала, что диссертация Лемза А. О. является законченной научно-квалификационной работой, выполненной соискателем самостоятельно и на достаточно высоком научном уровне. Совокупность научных исследований можно квалифицировать как решение новых краевых задач о вискозиметрическом деформировании реономного материала при учёте геометрической и физической нелинейности. Диссертационная работа соответствует специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твёрдого тела, имеет важное научное и прикладное значение, соответствует требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., а её автор – Лемза Александр Олегович – заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по указанной специальности.

Соискатель имеет 17 опубликованных работ по теме диссертации, из них 3 – в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК, 2 – в изданиях, индексируемых Web of Science или Scopus. Авторский вклад в подготовку работ состоит в участии в постановке задач, в получении соотношений модели, задающих вискозиметрическое деформирование материалов с упругими, пластическими и вязкими свойствами, проведении вычислительных экспериментов, а также интерпретации полученных результатов.

Наиболее значимые работы:

1. Begun, A. S. Change of accumulation mechanisms of irreversible deformations of materials in an example of viscometric deformation / A. S. Begun, L. V. Kovtanyuk, A. O. Lemza // *Mechanics of Solids*. – 2018. – Vol. 53, No. 1. – P. 85-92.
2. Begun, A. S. On modelling of creep and plasticity in a problem of viscosimetric flow of a material / A. S. Begun, L. V. Kovtanyuk, A. O. Lemza // *Key Engineering Materials*. – 2016. – Vol. 685. – P. 230-234.
3. Бегун, А. С. Необратимое деформирование материала между жёсткими коаксиальными цилиндрами в условиях ползучести / А. С. Бегун, Л. В. Ковтанюк, А. О. Лемза // *Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния*. – 2014. – № 3 (21). – С. 14-21.
4. Бегун, А. С. Ползучесть и релаксация напряжений в материале цилиндрического слоя при его ротационном движении / А. С. Бегун, Л. В. Ковтанюк, А. О. Лемза // *Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния*. – 2016. – № 4 (30). – С. 3-11.
5. Бегун, А. С. Моделирование процесса производства больших вискозиметрических деформаций вязкоупругого материала при его одностороннем проскальзывании / А. С. Бегун, Л. В. Ковтанюк, А. О. Лемза // *Учёные записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета*. – 2018. – № IV–1(36). – С. 64-74.
6. Бегун, А. С. Деформирование материала в условиях неустановившейся ползучести и развивающегося пластического течения / А. С. Бегун, А. О. Лемза // *Материалы XIX Международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВМСППС'2015), 24-31 мая 2015 г., Алушта*. – М. : Изд-во МАИ, 2015. – С. 216-218.
7. Бегун, А. С. Ползучесть и пластическое течение материала цилиндрического слоя в условиях скручивающего воздействия / А. С. Бегун, Л. В. Ковтанюк, А. О. Лемза // *XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики: сборник докладов (Казань, 20-24 августа 2015 г.)* / Сост. Д. Ю. Ахметов, А. Н. Герасимов, Ш. М. Хайдаров, под ред. Д. А. Губайдуллина, А. М. Елизарова, Е. К. Липачёва. – Казань : Издательство Казанского (Приволжского) федерального университета, 2015. – С. 403-405.
8. Ковтанюк, Л. В. Ползучесть и пластическое течение материала цилиндрического слоя при изменяющейся скорости вращения граничной поверхности / Л. В. Ковтанюк, А. О. Лемза // *Материалы XI Международной конференции по неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ'2016), 25-31 мая 2016 г., Алушта*. – М. : Изд-во МАИ, 2016. – С. 339-341.

9. Ковтанюк, Л. В. О моделировании процессов ползучести и последующего вязкопластического течения в материале цилиндрического слоя / Л. В. Ковтанюк, А. О. Лемза // Молодёжь. Наука. Инновации : Сборник докладов 64-й международной молодёжной научно-технической конференции, г. Владивосток, 21-25 ноября 2016 г. В 2 т. – Владивосток : Мор. гос. ун-т, 2016. – Т. 1. – С. 107-111.

10. Ковтанюк, Л. В. Ползучесть и вязкопластическое течение материала цилиндрического слоя при неравномерном вращательном движении граничной поверхности / Л. В. Ковтанюк, А. О. Лемза // Материалы XX Юбилейной Международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВМСППС'2017), 24-31 мая 2017 г., Алушта. – М. : Изд-во МАИ, 2017. – С. 253-255.

11. Lemza, A. Stress relaxation in the cylindrical layer of a material at the process of creep, subsequent plastic flow and unloading / A. Lemza, L. Kovtanyuk // Математическое моделирование и компьютерные технологии: молодёжная конференция-школа, Владивосток, 25-29 сентября 2017 г.: сборник материалов / отв. ред. И. Л. Артемьева. – Владивосток : Изд-во Дальневосточного федерального университета, 2017. – С. 75-80.

12. Ковтанюк, Л. В. О математической модели и численной реализации процесса деформирования материала цилиндрического слоя при вращении внешней граничной поверхности / Л. В. Ковтанюк, А. О. Лемза // Молодёжь. Наука. Инновации : Сборник докладов 65-й международной молодёжной научно-технической конференции, 27-30 ноября 2017 г. – г. Владивосток : Мор. гос. ун-т, 2017. – С. 205-210.

13. Бегун, А. С. Моделирование и численное решение задачи о деформировании материала цилиндрического слоя с учётом его проскальзывания в режиме ползучести / А. С. Бегун, Л. В. Ковтанюк, А. О. Лемза // Фундаментальные и прикладные задачи механики деформируемого твёрдого тела и прогрессивные технологии в машиностроении: материалы V Дальневосточной конференции с международным участием, Комсомольск-на-Амуре, 18-21 сентября 2018 г. / редкол. : А. И. Евстигнеев (отв. ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. – С. 137-139.

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

Отзыв на диссертацию ведущей организации ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» имеет основные замечания:

1. Требуется пояснения граничное условие (2.49) $\sigma_{rr}(R,t) = \sigma_0$, когда внешний цилиндр статичен, и (3.1) $\sigma_{rr}(r_0,t) = \sigma_0$, когда внутренний цилиндр статичен. Оно физически не обосновано, поскольку в начальный момент материал находился в ненапряжённом состоянии. Тогда как задавать величину σ_0 , из каких соображений?

2. Для расчётов ползучести использовался закон Нортона (установившейся ползучести) с эквивалентным напряжением (в главных осях) $\Sigma = \max|\sigma_i - \sigma_j|$. Но в процессе ползучести происходит перераспределение напряжений по объёму интегрирования и может произойти переориентация главных осей. Возникает естественный вопрос о классе функционала $V(\Sigma)$: будет ли он принадлежать классу C^1 , т.е. будет ли всегда существовать $\frac{\partial V(\Sigma)}{\partial \sigma_{ij}}$?

3. Анализ результатов расчётов в главах 2-4, представленных на соответствующих рисунках (рис. 2.6-2.8, 3.3 и 3.5 и т.д.), свидетельствует о том, что полученные деформации являются малыми (в главах 2 и 3 они не превосходят 4%, в главе 4 для некоторых режимов нагружения около 10%). Возникает вопрос о целесообразности использования конечных деформаций, возможно, достаточно было воспользоваться теорией малых деформаций. Ответ на этот вопрос можно было бы получить, выполнив расчёты по обеим теориям и сравнив результаты для напряжений, тогда можно было бы выяснить влияние нелинейных членов. Но этого в работе не было сделано.

4. В автореферате и диссертации отсутствует пункт «Положения, выносимые на защиту», причём здесь нужно чётко указывать, чем эти результаты отличаются от имеющихся аналогичных результатов других авторов (не путать с пунктом: «Новизна...»).

5. Каждая глава диссертации должна начинаться со ссылок на работы соискателя, в которых изложены материалы этой главы. В конце главы обычно чётко формулируются выводы по главе, чего также не было сделано.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Фрейдина А. Б. имеет основные замечания:

1. Обсуждение и критика декомпозиции Ли с точки зрения выполнения второго закона термодинамики и принципа объективности содержатся в работах В.А. Пальмова, в том числе в работе [112] из приведённого в диссертации списка литературы. Поэтому ссылка на [112] как на источник, «отражающий» эту декомпозицию, «несмотря на обозначенные выше недостатки» (стр. 8), представляется неуместной.

2. Полагаю, что соотношение $\partial \Psi / \partial T = -s$, как и первое из соотношений (1.32), следуют из второго начала термодинамики в виде неравенства Клаузиуса – Дюгема. При чтении диссертации (с. 23-25) создаётся ощущение, что автор считает, что это следствие баланса энергии.

3. В работе принимается гипотеза о независимости свободной энергии от необратимых деформаций. Но эта гипотеза исключает термодинамическую мотивацию эффектов упрочнения, связанных со скрытой свободной энергией, запасаемой дислокациями

и другими дефектами (см., например, статью А.А. Вакуленко о термодинамике неупругого деформирования). Конечно, можно вводить влияние необратимых деформаций через функцию нагружения в ассоциированном законе пластичности, но в диссертации обсуждается влияние необратимых деформаций на функцию нагружения только через скорость пластических деформаций (с. 29-30). В столь общем представлении теории было бы уместным более детально обсудить эти вопросы.

4. Для удобства восприятия во второй главе в постановке задачи (параграф 2.1) было бы хорошо сразу и в одном месте увидеть все уравнения и граничные условия. Сейчас граничные условия появляются на шестой странице повествования, а уравнения равновесия записываются после граничных условий. При этом, уже в конце параграфа, появляется «некое» краевое условие $\sigma_{rr}(R,t) = \sigma_0$ (2.49). Означает ли это, что на внешнем радиусе одновременно задаются нулевой (согласно вышеупомянутым граничным условиям) угол закручивания и величина радиального напряжения? Чему равно σ_0 при численной реализации? Аналогичное замечание может быть сделано относительно третьей главы.

5. Судя по представленным графикам в численных реализациях задач, рассмотренных во второй и четвёртой главах, деформации весьма малы, и только в третьей главе одна из компонент тензора необратимых деформаций достигает 10%. В связи с этим было бы интересно получить решения напрямую в приближении малых деформаций, сравнить результаты и дать обоснование необходимости использования аппарата конечных деформаций.

6. Терминологическое замечание к стр. 19: производную Коттера – Ривлина иногда называют ковариантной производной Олдройда, так как она появляется естественным образом при дифференцировании тензора, представленного во взаимном базисе актуальной конфигурации.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Ткачевой А. В. имеет основные замечания:

1. Следовало бы каждую в конце каждой главы привести заключение.
2. Зачем в каждой из трёх глав описывать процедуру приведения системы уравнений к безразмерному виду? Можно проделать это один раз, поскольку уравнения и геометрия остаются, по существу, одними и теми же.
3. Используется кусочно-линейный пластический потенциал и переменное нагружение. Возможен ли в таком случае переход с грани поверхности текучести на ребро и далее на иную грань? Полагаю, что в диссертации обязан даваться ответ на такой вопрос.
4. На рисунках, изображающих напряжения, не показаны границы пластического течения. Если бы расчёты производились с упругопластической средой, то граница раздела

пластического течения была бы видна, поскольку здесь вязкость и ползучесть, то границы «смазаны» и визуально не видны.

5. Приведённые распределения напряжений после релаксации (рис. 3.18) являются остаточными или нет? Процесс деформирования завершён?

6. Постановкой задачи требуется непрерывность в скоростях необратимых деформаций. Это требование в отличие от условия непрерывности необратимых деформаций не является обязательным. Возможен ли на упругопластической границе разрыв скоростей необратимых деформаций? Откуда взялось требование, что скорости непрерывны?

Отзыв на автореферат Сенашова Сергея Ивановича, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой информационных экономических систем федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» содержит замечание:

1. Автором разработаны программы расчёта напряжённо-деформированного состояния для решения упруговязкопластических задач. К сожалению, эти программы не имеют государственной регистрации. Регистрация позволила бы пользоваться этим продуктом другим специалистам в области больших пластических деформаций и деформаций ползучести.

Отзыв на автореферат Трусова Петра Валентиновича, доктора физико-математических наук, профессора, Заслуженного деятеля науки РФ, заведующего кафедрой математического моделирования систем и процессов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» содержит следующие замечания:

1. К сожалению, в автореферате не обсуждается вопрос о разделении пластических и вязких режимов деформирования по физическим механизмам. Решение проблемы такого разделения связано со значительными трудностями даже на уровне макрофеноменологическом, поскольку физические механизмы и их носители обоих видов деформации одни и те же. Например, не понятно, как можно исключить время (скорость деформации) при определении пластических свойств. Поскольку ползучесть реализуется также движением дислокаций, то будут ли деформации ползучести сказываться на эволюции поверхности текучести?

2. Какое исходное предположение использовано при получении нелинейного аддитивного разложения (2) (с. 7)?

3. С. 7, 2-й абзац: не понятно, о какой свободной энергии здесь идёт речь. Например, едва ли можно считать свободную энергию Гельмгольца не зависящей от пластической деформации (при упрочнении уровень энергии может повышаться).

4. С. 5, «Достоверность». Как представляется, использование «классических подходов», «стандартных методов» и т.д. не гарантирует безошибочность результатов работы. Оценка корректности постановок задач относится исключительно к компетенции экспертного сообщества (включая оппонентов и диссертационный Совет).

Отзыв на автореферат Рогового Анатолия Алексеевича, доктора физико-математических наук, профессора, Заслуженного деятеля науки РФ, главного научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук содержит следующие замечания:

1. Величины ε_{ij} и γ_{ij} (начало стр. 7 автореферата) автор называет скоростями деформаций. Хотя это и широко распространённое название, оно не отвечает своему содержанию, как отмечал ещё А.И. Лурье в своей монографии «Нелинейная теория упругости», М.: Наука, 1980. Механика деформируемого твёрдого тела оперирует с тензорами деформаций Коши – Грина или Альманзи, или Фингера, в которых соответствующий оператор деформации действует на вектор перемещения и результат этого действия должен буквально называться деформацией перемещения. Производная по времени от тензора деформации должна называться и называется скоростью деформации. Под ε_{ij} и γ_{ij} подразумеваются величины, отличные от производных по времени тензоров деформаций. В частности, под ε_{ij} понимается действие на вектор скорости \mathbf{v} линейного оператора деформации $\varepsilon(\bullet) = [\nabla(\bullet) + (\nabla(\bullet))^T] / 2$, где ∇ – оператор Гамильтона относительно текущей конфигурации, и результат этого действия должен правильно называться тензором деформации скорости. Именно это название и использует в своих работах А.И. Лурье, в частности на стр. 39 вышеназванной монографии.

2. У материала существуют два предела текучести: на растяжение и на сдвиг. Следует указать, какой из них используется в соотношении (6).

3. Полагаю, что в соотношениях (9) недостаёт следующих граничных условий:
 $u_r(R, t) = u_r(r_0, t) = 0$.

4. Непонятно, зачем нужно излишнее, на мой взгляд, граничное условие $\sigma_{rr}(R, t) = \sigma_0$ в (9), $\sigma_{rr}(r_0, t) = \sigma_0$ в (15) и из каких условий задаётся σ_0 ? Почему аналогичное условие не налагается на σ_{rr} при рассмотрении задачи в §3.5 (стр. 17 автореферата)?

5. В §4.1 (стр. 18, 19 автореферата), где проскальзывание допускается по внутренней цилиндрической поверхности, следует указать, что граничные условия (15) $\mathbf{u}|_{r=r_0} = \mathbf{v}|_{r=r_0} = \mathbf{0}$, на которые имеется ссылка в этом параграфе и которые справедливы для любого момента времени, должны теперь выполняться, только пока выполняется

неравенство (26). Непонятно, каким образом определяется скорость $w(r_0, t)$, когда неравенство (26) обращается в равенство и начинается проскальзывание материала? В §4.2, когда возможно развитие пластичности, начало проскальзывания должно определяться конкуренцией двух критериев: Кулона – Мора (сухого трения) и Треска – Сен-Венана (условия пластичности). Какой из них выполнится раньше, по такому механизму и осуществится скольжение. Неясно, как это учтено в диссертации.

Отзыв на автореферат Чернышова Александра Даниловича, доктора физико-математических наук, профессора кафедры высшей математики и информационных технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» содержит замечание:

1. При разработке моделей упругопластического тела с учётом конечных деформаций главными являются два условия:

1). Должен быть выполнен второй закон термодинамики, из которого следует, что на пластических деформациях обязательно происходит диссипация энергии. Эти условия не выполнены ни у одного из цитируемых авторов. Их работы опубликованы в центральной печати.

2). Второе необходимое условие – выполнение принципа материальной объективности. Об этом тоже никто из цитированных авторов ничего не говорит. Если этот принцип не выполнять, то можно придумать такие жёсткие перемещения, что при неизменных нагрузках на тело уравнения будут показывать изменения напряжений, тогда как на самом деле они должны быть неизменными.

Учёт тензора Альманси, запись соотношений Мурнагана, использование ковариантных производных, всё это хорошо, но, как следует из предыдущего, далеко не достаточно. Удивительным является то, что на работу в этом направлении, где учитываются указанные замечания, которая опубликована в центральной печати (А.Д. Чернышов – Определяющие уравнения для упруго-пластического тела при конечных деформациях. Изв. РАН. Механ. тв. тела. 2000. № 1. С. 120-128) ни цитируемые авторы, ни в данном автореферате не делается ссылка.

Отзыв на автореферат Пенькова Виктора Борисовича, доктора физико-математических наук, профессора кафедры общей механики и Иваницева Дмитрия Алексеевича, доцента кафедры общей механики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет» содержит следующие замечания:

1. В автореферате используется относительно новый термин «вискозиметрия». Ему следовало дать чёткое пояснение.

2. На стр. 7 автореферата не понятно, что за упругие постоянные высшего порядка b, χ ? Не сказано, какая среда исследуется, изотропная или анизотропная.

3. Изменяют ли свои значения константы среды при переходе из одной фазы в другую в процессе деформирования и вообще, не возникает ли эффект анизотропии или разнсопротивляемости на той или иной стадии?

4. Проводились ли натурные эксперименты?

Отзыв на автореферат Багмутова Вячеслава Петровича, доктора технических наук, профессора, академика Академии инженерных наук РФ, Заслуженного работника высшей школы РФ, профессора кафедры сопротивления материалов и Захарова Игоря Николаевича, доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой сопротивления материалов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» содержит следующие замечания:

1. В автореферате не указано, какие эксперименты необходимы для идентификации параметров модели пластичности. В результате неясно, насколько получаемые результаты соответствуют действительности хотя бы при линейном напряжённом состоянии.

2. Использование выражения (4) в качестве упругого потенциала приводит при реализации к громоздким соотношениям, насколько это обосновано применительно к металлам с практической точки зрения?

Отзыв на автореферат Козлова Владимира Анатольевича, доктора физико-математических наук, заведующего кафедрой строительной механики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет» содержит следующие замечания:

1. В автореферате не представлен сравнительный анализ решений, полученных автором для различных задач.

2. В тексте автореферата отсутствуют конкретные практические рекомендации по внедрению полученных результатов в практику с целью совершенствования технологических процессов холодной формовки материалов.

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:

разработаны новые подходы к постановке и решению задач в рамках математической модели больших деформаций материалов с упругими, пластическими и вязкими свойствами в условиях последовательного накопления ими необратимых деформаций ползучести и пластичности;

предложен способ согласования кусочно-линейных потенциалов ползучести и пластичности на движущейся упругопластической границе;

предложены новые постановки и решения краевых задач теории необратимого деформирования в условиях переменного механического воздействия;

доказана эффективность применения используемой модели больших деформаций для решения задач о вискозиметрическом деформировании материала в условиях интенсивного механического нагружения и разгрузки;

новые понятия не вводились.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана расчётная возможность использования модели больших деформаций материалов с упругими, вязкими и пластическими свойствами для математического моделирования технологий, связанных с интенсивным формоизменением в условиях переменных механических воздействий;

изложены условия зарождения и закономерности продвижения упругопластических границ в деформируемой среде при активном нагружении и разгрузке;

раскрыты преимущества используемой теории в условиях последовательного накопления деформаций ползучести и пластичности в деформируемом материале;

изучены условия возникновения и закономерности развития областей вязкопластического течения в материале с накопленными деформациями ползучести и релаксация напряжений после прекращения пластического течения;

проведена модернизация существующих численных алгоритмов для определения напряжённо-деформированного состояния в задачах о вискозиметрическом деформировании материалов со сложными реологическими свойствами.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован метод конечных разностей для определения напряжённо-деформированных состояний материалов в вискозиметрических задачах механики.

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

определены пределы и перспективы практического использования рассмотренных постановочных аспектов краевых задач в технологиях холодной формовки изделий в условиях больших деформаций при возникновении локальных областей пластического

течения, для интерпретации экспериментальных данных и идентификации некоторых реологических параметров модели при вискозиметрическом деформировании;

созданы методики расчетов напряжённо-деформированного состояния в областях ползучести и вязкопластического течения;

представлены предложения по использованию разработанных подходов для тестирования алгоритмов и программ расчётов задач с более сложной геометрией.

Оценка достоверности результатов выявила:

теория построена с использованием классических подходов механики сплошных сред и неравновесной термодинамики;

идея базируется на обобщении классических результатов определения напряжённо-деформированного состояния материалов со сложными реологическими свойствами;

полученные решения краевых задач теории больших деформаций материалов в рамках подхода о последовательном накоплении деформаций ползучести и пластических деформаций построены впервые;

для расчетов **использованы** классические численные методы;

экспериментальных исследований не проводилось.

Личный вклад соискателя состоит в получении соотношений модели, задающих вискозиметрическое деформирование материалов с упругими, пластическими и вязкими свойствами; постановке краевых задач, составлении вычислительных схем и проведении расчётов; подготовке публикаций и докладов на конференциях по теме диссертации.

Заключение:

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу и отвечает требованиям, установленным пунктом 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

На заседании 23 мая 2019 г. диссертационный совет Д 212.092.07 принял решение присудить Лемза Александру Олеговичу учёную степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твёрдого тела за постановки и решения краевых задач теории больших вискозиметрических деформаций материалов с упругими, пластическими и вязкими свойствами в рамках нового подхода о последовательном производстве необратимых деформаций за счёт ползучести и пластического течения, последующей разгрузки с изучением релаксации напряжений. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 8 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 30

человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 20, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель
диссертационного совета

Дмитриев Эдуард Анатольевич

Учёный секретарь
диссертационного совета

Григорьева Анна Леонидовна

23 мая 2019 года

