

ЗАКЛЮЧЕНИЕ диссертационного совета Д 002.075.01,
созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения
науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук
Министерства образования и науки Российской Федерации,
по диссертации на соискание учёной степени кандидата
физико-математических наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 16 мая 2019г., протокол № 4

О присуждении Свентицкой Вере Евгеньевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твёрдого тела

Диссертация Свентицкой Веры Евгеньевны на тему «Влияние теплопереноса на термоупругий отклик металлов на импульсное лазерное воздействие», представленная на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук, по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твёрдого тела, принята к защите 07.02.2019 г., протокол №1, диссертационным советом Д 002.075.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждении науки Институт проблем машиноведения Российской академии, Министерства образования и науки Российской Федерации, 199178, г. Санкт-Петербург, В.О., Большой пр., д.61, приказ № 45/нк от 30.01.2019.

Соискатель Свентицкая Вера Евгеньевна 1970 года рождения, в 1992 году получила диплом о высшем образовании Санкт-Петербургского государственного университета, в 2018 году соискатель освоила программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре математико-механического факультета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», в настоящее время работает в должности

старшего преподавателя кафедры высшей математики в ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова».

Диссертация выполнена на кафедре «Теории упругости» математико-механического факультета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Правительства Российской Федерации.

Научный руководитель:

Ведущий научный сотрудник кафедры «Теория упругости» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», д.ф.-м.н. **Судьенков Юрий Васильевич**. Научный руководитель дал положительный отзыв на работу Свентицкой В.Е.

Официальные оппоненты:

Груздков Алексей Андреевич, д.ф.-м.н., зав. кафедрой математики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»,

Локтев Алексей Алексеевич, д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой «Транспортное строительство» ФГБОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)».

Официальные оппоненты дали положительные отзывы на диссертацию.

Вместе с тем, д.ф.-м.н. Груздков Алексей Андреевич отметил, что 1) Имеется ряд недостатков в оформлении работы. В тексте имеются опечатки, стилистические ошибки, крайне неудачные формулировки, как например, «границные частоты процесса» (в выводах) или на стр.23 «термическое равновесие температур происходит при...». Недостаточно подробное описание затрудняет понимание рисунка 2.20 и некоторых других; 2) В работе отмечается существенное влияние структурных параметров металла на термоупругий отклик, однако как описание самого эффекта, так и объяснение производиться только на качественном уровне.

Д.ф.-м.н., профессор Локтев Алексей Алексеевич в своём отзыве в качестве замечаний указал, что 1) Большее внимание стоило бы уделить аprobации предложенной модели и подходов на реально существующих материалах; 2) Работа существенно выиграла, если бы были сформулированы рекомендации для создания современных композитных материалов для различных условий эксплуатации; 3) Из работы не видно почему за основу был взят прямоугольный лазерный импульс, ведь даже используемые в волоконно-оптических системах одномодовые полупроводниковые лазеры излучают импульсы других форм; 4) Желательно пояснить физическую природу точки минимума на графиках на рис. 2.15, 2.16, 2.2.; 5) Отмечу, что как и в большинстве диссертационных работ присутствуют опечатки, грамматические ошибки, не обозначенные и не ясно обозначенные оси на графиках. Автор пишет на стр. 58: « Из (2.4.12) используя решения уравнения для температуры, окончательно получим определяющее выражение для скорости перемещения на траектории теплопереноса». Автор наверно имел в виду массовую скорость? На стр. 68 диссертационной работы отсутствует обозначение оси на рис. 3.4.; 6) Замечания по автореферату. В автореферате написано, что «точка резонанса для (Ia) – времён порядка 10-11 с., что не достаточно обосновано текстом повествования.

В обоих отзывах отмечается, что сделанные замечания не влияют на положительную оценку диссертационной работы Свентицкой В.Е.

Ведущая организация:

ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», в своем положительном отзыве, подписанном и.о. зав. кафедрой «Механика и прочность материалов и конструкций», к.т.н. Сергеем Александровичем Видюшенковым и профессором кафедры «Механика и прочность материалов и конструкций», д.т.н. Владимиром Игоревичем Смирновым, принятом на заседании кафедры 06.03.2019, протокол № 06, и утверждённом д.т.н., профессором, Первым проректором – проректором по научной работе Титовой Тамилой

Семеновной, отметила, что диссертационная работа Свентицкой В.Е. является законченной научно-квалификационной работой, посвящённой исследованию и анализу особенностей термоупругого процесса в металлах при импульсном лазерном воздействии. Работа демонстрирует новизну полученных автором результатов и имеет значение для развития современных моделей механики. Полученные результаты рекомендуются к использованию в научных исследованиях в институтах, специализирующих в области прикладной механики, в различных отраслевых учреждениях соответствующего профиля, проводящих исследования упругого отклика материалов. Результаты могут быть использованы в промышленных целях, в частности, при разработке методов неразрушающего контроля.

Были сделаны следующие замечания: 1) В работе отмечается, что при численном моделировании влияние связанности оказывает меньшую роль, чем величины параметров запаздывания. В то же время в диссертации уделено большое внимание именно анализу влияния параметра связанности на характер процесса теплопереноса, 2) Желательно было бы в работе привести более подробное изложение нахождения корней дисперсионных соотношений в динамической задаче термоупругости с обобщённым уравнением теплопереноса, 3) Отметим свойственное большинству работ наличие опечаток, некоторые небрежности в терминологии и в обозначении осей на графиках. Так на стр. 43 автор утверждает, что на рисунках 2.8 и 2.9 приведены зависимости иллюстрирующие влияние связанности и инерции градиента температуры на модули частот акустических и тепловых мод для двухпараметрической модели при пренебрежении связанностью. Это явная опечатка – должно быть «с учётом» связанности, что и продемонстрировано на графиках ниже. На стр. 68 отсутствует обозначение оси на рис. 3.4. 4) Замечания по автореферату: Не очевидна, обозначена размерность на графиках, нормированные величины обозначены не однотипно, подписи на графиках сделаны на разных языках.

Вместе с тем, отмечается, что сделанные замечания не влияют на

общее положительное заключение по оценке диссертации.

В отзыве ведущей организации делается вывод, что диссертация Свентицкой Веры Евгеньевны удовлетворяет требованиям п.9. «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации, предъявляемых к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор заслуживает присвоения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твёрдого тела.

Соискатель имеет 6 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе, три работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, входящих в международную базу цитирования Scopus и список ВАК. Представленные в опубликованных работах новые научные результаты получены автором лично либо при его непосредственном участии. В опубликованных соискателем работах достаточно полно изложены результаты диссертации, выполнены требования к публикациям, предусмотренные пунктами 11,13,14 «Положения о присуждении учёных степеней».

Работы автора по теме диссертации:

1. Zimin, B.A. Dispersion analysis of two-phase generalized model of dynamic thermoelastisity / B.A. Zimin, Y.V. Sudenkov, V.E. Sventitskaya. Dispersion analysis of two-phase generalized model of dynamic thermoelastisity // IEEE Xplore Digital Library. Proceedings of Mechanics Seventh Polyakhov's Reading International Conference, February 2- 6, 2015, Saint-Petersburg, Russia. (Scopus)
2. Zimin, B.A. The Analysis of the Heat Transfer Effect on the Thermoelastic Response of Metals under Pulsed Laser Impact / B.A. Zimin, V.E. Sventitskaya, Yu.V. Sudenkov // Vestnik St. Petersburg University, Mathematics – 2018. -Vol. 51. - N. 1. - P. 95–100. (Scopus)
3. Sudenkov, Y.V. Influence of the heat transfer on the thermoelastic response of metals on heating by the laser pulse / Y.V. Sudenkov, B.A. Zimin, V.E. Sventitskaya // The Eighth Polyakhov's Reading International Conference, Jan.

4. Зимин, Б.А. Эффект «теплового поршня» в динамической задачи термоупругости для теплопроводящих сред / Б.А. Зимин, Ю.В. Судьенков, В.Е. Свентицкая // XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики. Сборник докладов, 20-24 августа 2015г., Казань, Россия, 2015. - С. 1496 - 1498.
5. Зимин, Б.А. Динамическое деформирование металлов при импульсном лазерном нагреве / Б.А. Зимин, Ю.В. Судьенков, В.Е. Свентицкая // VI Международная конференция «Деформация и разрушение материалов и наноматериалов». Сборник материалов, 10-13 ноября 2015г., Москва, Россия, 2015. - С. 50-51.
6. Zorin, I.S. About the analysis of asymptotics solutions of coupled dynamic problems of thermoelasticity / I.S. Zorin, B.A. Zimin, V.E. Sventitskaya // Proceedings of XXVI International Conference «Mathematical and computer simulation in mechanics of solids and structures». (MCM), September 28-30, Saint-Petersburg, Russia, 2017. – С. 250-251.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы.

1. Д.ф.-м.н., профессор кафедры вычислительных методов механики деформируемого тела **Михаил Александрович Греков**, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет».

Отзыв положительный, содержит замечания:

Информация об экспериментальной части работы отражена в автореферате весьма скучно. 1).Неясно, какой размер и какую форму имели образцы, подвергнутые испытаниям; 2) Возникает вопрос, как в эксперименте было реализовано одноосное напряжённо-деформированное состояние.

2. Д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Механика деформируемого твёрдого тела» **Владимир Антонович Санников** и д.ф.-м.н., профессор кафедры «Механика деформируемого твёрдого тела» **Степан Юрьевич Маламанов**,

ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова».

Отзыв положительный, содержит замечания:

- 1) Диссертационную работу более правильно было бы назвать: «Влияние теплопереноса на термоупругий отклик металлов ПРИ импульсном лазерном воздействии», 2) Никак не обоснован поиск решения системы (2) в виде гармонических функций для « T » и « u », 3) 3. Текст автореферата недостаточно «отшлифован». В выражении (5) не указаны пределы интегрирования. Обозначения осей было бы желательно выполнить по единому образцу. В подписи к рисунку 5 должно быть отмечено, что речь идет о термоупругом импульсе.
3. Д.ф.-м.н., профессор, и. о. зав. кафедрой математического моделирования **Андрей Викторович Наседкин** и к. ф.-м. н, доцент кафедры математического моделирования **Александр Сергеевич Скалиух**, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет».

Отзыв положительный, содержит замечания:

- 1).На стр. 9 отмечается, что «частоты собственных волн определяются методом последовательных приближений», но алгоритм последовательных приближений не описан и не ясно, с какой погрешностью найдены корни дисперсионного уравнения, 2) Было бы лучше, если результаты были бы опубликованы в большем числе профильных журналов ВАК по механике.
4. Д.ф.-м.н., профессор кафедры высшей математики и механики **Сергей Павлович Помыткин**, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения».

Отзыв положительный, содержит замечания:

- 1) Недостаточно строгий математический анализ поставленных проблем взаимосвязи термоупругих и термоэлектрических процессов, что компенсируется экспериментальными материалами, 2) В автореферате не очевидно описана величина τ_L - как время длительности лазерного

импульса, что может затруднить понимание, 3) Нормированные величины на графиках обозначены не однотипно.

5. К.ф.-м.н., доцент кафедры физики **Сергей Валентинович Егоров**, ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова».

Отзыв положительный, содержит замечания:

1).Хотелось бы прояснить в тексте автореферата – почему возникает полоса процесса теплопереноса для ограниченного диапазона волнового вектора при рассмотрении двухпараметрической модели теплопереноса, 2) Для наглядности в автореферате было бы уместно представить в большем объёме графический материал для рассмотрения однопараметрической модели теплопереноса.

В отзывах отмечено, что сделанные замечания не влияют на общее положительное заключение и то, что диссертационная работа отвечает всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Свентицкая В.Е. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твёрдого тела.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их известными научными работами, соответствием требованиям, предъявляемым Положением о порядке присуждения ученых степеней, а так же наличием публикаций по отдельным вопросам темы исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Предложена методика дисперсионного анализа динамической модели термоупругости с учетом различных моделей теплопроводности для случаев лазерного воздействия широкого диапазона длительностей, которая позволила получить новый класс математических моделей ориентированных на численный расчёт с указанием границ применимости этих моделей в

зависимости от параметра связанности, времени релаксации теплового потока и времени релаксации градиента температуры. Эффективность подхода подтверждена серией экспериментов.

Впервые экспериментально установлено влияния микроструктуры металлов на параметры термоупругого и термоэлектрического отклика на импульсное лазерное воздействие. В результате серии экспериментов показано, что вследствие микроструктурных перестроек исследуемых образцов (после интенсивной пластической деформации кручением и интенсивных ударных нагрузений) изменялись величины фаз их упругого отклика и термоэлектрического импульса при коротком лазерном воздействии, что свидетельствует о зависимости параметров теплопроводности и электропроводности испытуемых металлов от изменения их микроструктуры. Показана связь термоупругих и термоэлектрических свойств металлов. Дальнейшее развитие представленной методики может служить основой для создания высокочувствительного метода неразрушающего контроля конструкционных материалов.

Теоретическая значимость диссертационной работы:

разработана методика дисперсионного анализа динамической задачи термоупругости, учитывающая обобщенную модель теплопереноса для широкого диапазона импульсного воздействия, позволившая получить новые математические модели;

впервые приведены количественные данные о частотных диапазонах и характерных масштабах применимости полученных математических моделей теплопереноса для случая короткого лазерного воздействия на металлы;

построена математическая модель, корректно описывающая особенности термоупругого отклика металлов после окончания действия лазерного импульса;

Практическая значимость исследования обоснована тем, что:

расширена база экспериментальных данных по исследованию термоупругого отклика металлов на импульсное лазерное воздействие;

впервые экспериментально показана неразрывная связь термоупругого и термоэлектрического эффектов в металлах при импульсном лазерном воздействии;

обнаружена в экспериментах значительная зависимость параметров термоупругого и термоэлектрического отклика металлов от микроструктуры металлов, что может служить основой для создания высокочувствительного метода неразрушающего контроля конструкционных материалов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что

экспериментальные исследования проводились с использованием современных приборов регистрации с высоким временным разрешением и применением стандартных статистических методов обработки экспериментальных результатов;

достоверность теоретических моделей основываются на использовании фундаментальных уравнений механики сплошных сред и верификации моделей по результатам экспериментальных исследований.

Результаты и выводы апробированы на научно-технических конференциях

Личный вклад соискателя состоит в:

участии в разработке методики дисперсионного анализа динамической задачи термоупругости, учитывающей обобщенную модель теплопроводности,

проведении численного анализа дисперсионных соотношений динамической задачи термоупругости,

анализе особенностей термоупругого отклика металлов при коротком лазерном воздействии и построении феноменологической двухстадийной модели термоупругого и термоэлектрических эффектов,

проведении экспериментов и обработки их результатов.

Представленные в работе научные результаты получены автором работы лично либо при его непосредственном участии.

Диссертационный совет пришёл к выводу, что диссертация Свентицкой

В.Е., в которой проводится исследование и анализ особенностей термоупругого процесса в металлах при коротком лазерном воздействии, представляет собой самостоятельную, законченную, научно-квалификационную работу выполненную соискателем на высоком научном уровне. Работа демонстрирует значимость, достоверность и новизну научных результатов и соответствует специальности 01.02.04 – механика деформируемого твёрдого тела и требованиям ВАК.

На заседании 16 мая 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Свентицкой Вере Евгеньевне ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твёрдого тела.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек участвовавших в заседании, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, (дополнительно введённых на разовую защиту нет) проголосовали: «за» - 18, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель диссертационного совета
Д 002.075.01,
чл.-корр., д.ф.-м.н., проф.



Индейцев

Индейцев Д.А.

Ученый секретарь диссертационного совета
Д 002.075.01,
д.т.н., проф.

Дубаренко

Дубаренко В.В.

17.05.2019