

**Отзыв**  
**на автореферат диссертации Светлицкой Веры Евгеньевны**  
**«Влияние тепломассопереноса на термоупругий отклик металлов на импульсное**  
**лазерное воздействие»,**  
**представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук**  
**по специальности 01.02.04 — механика деформируемого твердого тела**

Диссертационная работа Светлицкой В.Е. посвящена исследованию явлений теплопереноса в металлах при воздействии тепловых лазерных кратковременных импульсов, когда изменение микропараметров происходит быстрее, чем наступает состояние локального термодинамического равновесия.

В работе для изучения сверхбыстрого нагрева автор использовала модель теплопроводности Цоу с двумя параметрами запаздывания: временную задержку градиента температуры и вектора теплового потока, которые вводятся для учета электронно-фононной и решеточной проводимости, и тепловой инерции. В отличие от классической параболической модели теплопроводности обобщенная модель содержит вторую производную по времени, и позволяет исследовать процессы с конечной скоростью распространения тепла.

В рамках связанной модели термоупругости проведено исследование волновых процессов в одномерном приближении для «достаточно широкого» лазерного пятна. Для связанных акустических и тепловых волн, распространяющихся вглубь полупространства, получено дисперсионное уравнение, в виде полинома с комплексными коэффициентами. Корни уравнения исследуются для различных значений временных параметров модели и коэффициента связанности, т.е. для моделей Каттанео-Вернотта и классической модели Фурье. Подробно исследованы случаи затухания при различных временных параметрах. Сделаны оценки затухания для разных значений коэффициента связанности. Показано, что применение волновых моделей теплопереноса правомерно для пикосекундных и меньших длительностях лазерного воздействия. Учитывая, что для неравновесных процессов теплопроводности в диэлектриках и в металлах существуют разные механизмы переноса тепла, были экспериментально исследованы упругие импульсы в диэлектрике и алюминиевом сплаве, которые показали принципиальную разницу в соотношении длительностей и величин фаз сжатия и растяжения. Был изучен вопрос о формировании термоупругих напряжений в металле после окончания действия лазерного импульса. Построено решение нестационарной задачи для прямоугольного лазерного импульса, и получено выражение для массовой скорости для времен последствия. Проведено сравнение результатов расчетов с экспериментальными данными, на основе чего сделан вывод о качественном соответствии характера изменения фазы растяжения.

В работе также рассматривалась объемная часть ЭДС, связанная с неоднородным распределением температуры в проводнике, вызывающая диффузионный поток электронов, направленный против градиента температуры согласно закону Зеебека. Для составляющей возмущения плотности тока получено аналитическое выражение, хорошо согласующееся с экспериментальными данными.

По содержанию материала, представленного в автореферате, имеются следующие замечания:

- 1) на стр. 9 в первой строке сверху 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 бы результаты были бы опубликованы в большем числе профильных журналов ВАК по механике.

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования. Оценивая содержание работы, можно сделать вывод, что все заявленные цели исследования достигнуты. Используемые современные модели связанной термоупругости,

включают в себя частные модели теплопроводности Цоу, Каттанео-Вернотта и классической модели Фурье, и обеспечивают научную новизну исследования. Достоверность результатов не вызывает сомнений, что подтверждается используемым математическим аппаратом. Полученные результаты имеют не только теоретическую, но и практическую значимость, особенно в вопросах технологии при создании изделий микромеханики и микроэлектроники, а также в вопросах биомедицины. Результаты работы имеют большую степень разработанности и отвечают на многие вопросы, мало освещенные в литературе.

Судя по автореферату, диссертация представляет собой законченное научное исследование, содержащее новые научные результаты, и полностью соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ, а ее автор, Светницкая Вера Евгеньевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

И.о. заведующего кафедрой математического моделирования  
Института математики, механики и компьютерных наук им. Воровича И.И.  
Южного федерального университета,  
д. ф.-м. н., профессор

Наседкин Андрей Викторович

Доцент кафедры математического моделирования  
Института математики, механики и компьютерных наук им. Воровича И.И.  
Южного федерального университета,  
к. ф.-м. н., доцент

Скалиух Александр Сергеевич

22.04.2019

344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/42  
Институт математики, механики и компьютерных наук,  
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»  
<http://www.mmcs.sfedu.ru>  
Тел.: +7(863) 297-52-82  
E-mail: [nasedkin@math.sfedu.ru](mailto:nasedkin@math.sfedu.ru), [asskaliukh@sfedu.ru](mailto:asskaliukh@sfedu.ru)



Федеральное государственное/автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
**ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
Личную подпись *Наседкина А.В.*  
*Скалиуха А.С.*

**ЗАВЕРЯЮ:**

Специалист по работе с персоналом  
I категории *Шир. Педущенкова М.*  
« 22 » апреля 20 19 г.