



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»

ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086
Тел.: +7 (846) 335-18-26, факс: +7 (846) 335-18-36
Сайт: www.ssau.ru, e-mail: ssau@ssau.ru
ОКПО 02068410, ОГРН 1026301168310,
ИНН 6316000632, КПП 631601001

29.01.2020 № 93-417

На № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор – проректор
по научно-исследовательской работе
доктор технических наук, доцент

_____ А. Б. Прокофьев

01 _____ 2020 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Муата Каинга на тему «Неустановившиеся температурные напряжения при локальном нагреве и последующем остывании упругопластических пластин», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

Актуальность темы диссертационного исследования.

Ряд производственных технологических операций (горячая посадка, сварка, раскройная резка, лазерное упрочнение поверхностей и др.) непосредственно определяются интенсивным тепловым воздействием на деформируемые тела. Процесс деформирования при этом формирует прочностные и функциональные свойства изделий, элементов и конструкций в целом. Знание о характере протекания таких процессов служит совершенствованию технологий и повышению качества готовых изделий и конструкций. Оно, в том числе, связано с возможностью математического моделирования процесса деформирования, протекающего за счёт интенсивного нагрева и последующего остывания изделий, элементов конструкций и сборок из них. Учет необратимого характера деформирования значительно усложняет математический аппарат описания и изучения такого деформирования. Поиск нужных подходов здесь первостепенен. Одним из простейших подходов является теория температурных напряжений в

упругопластических телах при идеальном характере пластического течения. В диссертации используется именно данный подход. Несмотря на то, что существующие в настоящее время пакеты расчётов температурных напряжений основаны на этом подходе, сомнения в адекватности и универсальности этих пакетов остаются.

Диссертация представляет новые численно-аналитические решения, включая точные, новых задач теории об эволюции плоских температурных напряжённых состояний в условиях локального нагрева и последующего остывания пластин, изготовленных из упругопластического материала. Такие решения, кроме самостоятельной их ценности, могут послужить надёжным средством тестирования как имеющихся программных средств, так и создаваемых новых. Последнее обстоятельство также является подтверждением значимой актуальности темы диссертации.

Оценка структуры и содержания диссертационной работы.

Диссертация состоит из введения, четырех глав основного текста и заключения. Изложена на 137 страницах, включает в себя 30 рисунков и 175 наименований литературных источников.

Во введении представлен достаточно широкий обзор литературных источников, который позволяет установить определённое место и важность диссертационного исследования в рассматриваемой проблемной тематике. На основе анализа существующих теорий механики деформируемого твёрдого тела, аналитических и численных методов решения, известных технологических процессов обработки материалов и их применения при решении конкретных задач формулируется цель диссертационного исследования и ставятся его задачи.

Первая глава диссертации, по существу, является вводной. В ней рассматриваются технологические операции, в которых расчёты изменяющихся температурных напряжений возможно провести в рамках теории температурных напряжений, то есть в рамках несвязанной теории. Также представлены необходимые соотношения теории неустановившихся температурных напряжений в упругопластических телах.

Во второй главе решаются две простейшие задачи теории о локальном нагреве и последующем остывании бесконечно длинной пластины со свободными или закреплёнными её кромками по ширине. Использование кусочно-линейного условия пластического течения Ишлинского-Ивлева позволяет автору получить точные решения данных задач. При этом показывается, что в условиях классического и кусочно-линейного условия пластичности Треска – Сен-Венана получить решения этих задач невозможно, поскольку они оказываются переопределёнными.

Третья глава посвящена решению одномерных задач теории с цилиндрической симметрией. Подобраны такие задачи, которые позволяют обсудить разные проблемные стороны в методе решения: возникновение обратного пластического течения не на границе пластины, а в некоторой внутренней области (нагрев пластины по центральному пятну); перескок течения через ребро призмы Ивлева на соседнюю грань, минуя ребро. Также показывается, что такие задачи в рамках классического условия максимальных касательных напряжений не имеют решения.

В четвёртой главе рассматривается задача о запрессовывании горячей посадкой центрального отверстия в круглом диске. Показано, что разработанный в третьей главе алгоритм расчётов последовательными шагами по времени, когда на каждом шаге разрешаются совокупность разных, но обязательно линейных обыкновенных дифференциальных уравнений с опорой на краевые условия и условия на продвигающихся границах, разделяющих область деформирования, может быть перенесён на расчёт конкретной технологической операции.

Из анализа текста диссертации следует, что в диссертации предлагается алгоритм расчётов неустановившихся одномерных плоских напряженных состояний в упругопластических пластинах, когда предел текучести и упругие модули материала пластины зависят от температуры. Если задачи теории неустановившихся температурных напряжений при зависимости предела текучести от температуры ранее рассматривались, то обобщение таких задач на случай зависимости от температуры упругих модулей проведено впервые. Заметим, что данное обобщение принципиально меняет разработанные ранее алгоритмы численно-аналитических расчётов подобных задач при постоянных упругих модулях.

Научная новизна диссертационной работы связана с предложением алгоритма расчётов, основанного на использовании кусочно-линейного пластического потенциала Ишлинского-Ивлева. Такой алгоритм позволяет устанавливать моменты времени и место возникновения и исчезновения областей пластического течения, следить за продвижением упругопластических границ и границ, разделяющих область течения, формировать массивы данных о распределении произведённых и неизменяющихся далее пластических деформациях и использовать их в дальнейших расчётах. Основная идея диссертации связана с построением такого автоматизированного алгоритма и соответствующего программного модуля. Также такие выводы, как об условиях возникновения обратных (автор называет их часто повторными) пластических течений; о невозможности построения решений в условиях пластичности Треска – Сен-Венана; о

возможном перескоке в построениях решений через ребра призмы Ивлева являются новыми в рамках поставленных в работе задач.

Значимость практических результатов диссертационной работы определяется не только представлением инструментария для тестирования в каждом случае программ расчётов, включая коммерческие программные продукты, но и рядом технических выводов о том, например, что учёт зависимостей упругих модулей от температуры снижает уровень остаточных напряжений. К сожалению, в работе не указана теоретическая значимость полученных результатов, что несомненно имеет место быть.

Степень достоверности научных положений и результатов диссертации не вызывает сомнений. Она основана на последовательном использовании представлений и методов классических теорий упругости и пластичности, испытанных процедурах решения краевых задач нестационарной теплопроводности. Обеспечению достоверности расчётов служат сравнение их результатов с аналогичными, когда зависимостью упругих модулей от температуры пренебрегают.

Недостатки и замечания по диссертационной работе

1. В диссертационной работе получены новые численно-аналитические решения задач о распределении температурных напряжений в упругопластических пластинах при их локальном нагреве и последующем остывании в случае зависимости предела текучести и упругих констант материала от температуры. Следуя общей практике, диссертант в автореферате диссертации должен обосновать достоверность работы. В данном случае достоверность результатов должна быть подтверждена соответствием результатов, полученных аналитически, численно или экспериментально самим автором разными методами или другими исследователями. К сожалению, в диссертации нет никаких сравнений результатов, полученных автором и изложенных в диссертационной работе, с результатами, полученными другими методами и другими исследователями. Механика деформируемого твердого тела является экспериментальной наукой и следовало бы привести сопоставление численно-аналитических решений с экспериментальными данными. Работа выиграла бы, если бы были получены конечно-элементные решения с теми же постановками краевых задач, и было бы продемонстрировано согласование численно-аналитических решений и предлагаемого метода с конечно-элементными решениями. Отсутствуют сравнения с результатами, ранее полученными другими авторами.

2. Данное замечание тесно связано с предыдущим. Список литературы диссертационной работы состоит из 175 источников, из которых 149 – ссылки на русскоязычные источники, остальные 26 – англоязычные. Если из

англоязычных источников вычесть работу С. Александрова (ссылка 150) и две работы самого автора (ссылки 157, 158), то получим список англоязычных работ из 23 наименований, что составляет 13 процентов от общего списка используемых источников. На наш взгляд, для современной диссертации на соискание степени кандидата физико-математических наук, это чрезвычайно мало. Складывается впечатление, что автор не знаком с современным состоянием исследований в своей области. Более того, следует отметить, что практически в каждой ссылке на англоязычную статью, допущены опечатки: ссылка 154 – неверно указано название работы, 155 – допущена опечатка в слове “subjected”, ссылка 169 – неверно указан год публикации, ссылка 171 – неверно указано название журнала. Более того, самая «свежая» ссылка из упомянутых 23 источников относится к 2004 году, ещё одна относится к 2001 году, все остальные ссылки относятся преимущественно к восьмидесятым и девяностым годам прошлого века. Снова складывается впечатление, что автор не знаком с современным положением дел в рассматриваемой области за рубежом.

3. В диссертационной работе неоднократно отмечается, что вычисления проведены с помощью разработанных автором программ расчетов. К сожалению, в диссертационной работе не упоминаются ни среда программирования, ни программный комплекс, в которых эти программы реализованы (Java, Python, Wolfram Mathematica, Waterloo Maple). Также, в диссертационной работе нет ни приложений с кодом разработанных программ, ни примеров кодов расчётов, нет упоминаний о регистрации электронной программы, реализующей расчёты и используемые в диссертации алгоритмы. Результаты диссертации должны быть воспроизводимыми, т.е., потенциальный читатель должен иметь возможность, при желании и необходимости повторить проведённый анализ. К сожалению, в диссертационной работе мы не видим приложений с листингами программ, ни графических распределений, полученных непосредственно в ходе расчётов.

4. Как уже отмечалось ранее, в диссертационной работе получены новые численно-аналитические решения задач о распределении температурных напряжений в упругопластических пластинах при их локальном нагреве и последующем остывании в случае зависимости предела текучести и упругих констант материала от температуры. Все механические величины в краевых задачах, рассмотренных в диссертационной работе, имеют зависимость от времени. Автор в диссертации пишет «об эволюции плоских температурных напряжённых состояний в условиях локального нагрева и последующего остывания пластин». Разработанный в диссертации алгоритм позволяет получить эти зависимости. Однако в тексте диссертации

нет ни одного распределения, ни одной механической величины от времени. Было бы интересно сопоставить распределение температуры от времени с распределением компонент тензора напряжений и деформаций от времени. В целом, у автора были результаты расчётов на различных временных шагах, но никаких распределений по времени в диссертации нет. В диссертации есть параграфы с названиями «Неустановившиеся температурные напряжения в пластине», а в результате решения задачи мы не видим распределений по времени. Например, формула (2.21) содержит распределение компоненты вектора перемещения по времени, однако никаких графических изображений в диссертации не приводится, таким образом, сложно судить «об эволюции плоских температурных напряжённых состояний в условиях локального нагрева и последующего остывания пластин».

5. Во второй главе диссертации получены зависимости, связывающие температурные напряжения в каждый момент расчётов с распределением температуры, которое рассчитывается численно. Но в данном случае уравнение теплопроводности можно проинтегрировать точно и получить конечные формулы.

6. В диссертации отмечается, что температурная задача не содержит трудностей для своего разрешения. Однако не понятно, как эта задача решается, какие конечно-разностные аппроксимации используются. На стр. 40 диссертации отмечается, что «Но поскольку механическая задача далее будет рассчитываться численно последовательными шагами по времени, то удобнее также численно рассчитывать распределение температуры по пластине в каждый момент времени.». Можно было бы показать сравнение численного расчета и аналитического решения для подтверждения достоверности проведенных численных расчетов. В целом, в работе «скрыты» все особенности численного решения: как выбирается шаг по времени, чему он равен, влияет ли его величина на расчет? Какой временной отрезок был исследован?

7. Аналогичное замечание по численному решению краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Безусловно, здесь нет научных достижений (трудностей по терминологии автора) потому, что используются известные и апробированные методы, но необходимо было указать какие именно.

8. Имеются опечатки в тексте. Например, стр. 42: в формуле 2.11 не совпадает размерность левой и правой частей, стр. 106 – «истопник», а не источник и другие.

9. В диссертации и автореферате по-разному сформулированы задачи диссертационного исследования и научная новизна результатов диссертации.

Различия не принципиальны, отвечают в обоих редакциях смыслу представленного научного исследования, а также сделанным основополагающим выводам, но всё же автореферат должен сохранять редакцию диссертации.

10. Во всех трёх публикациях из изданий, включённых в Перечень ВАК, приведены не все соавторы (пп. 62-64 списка литературы диссертации): в публикации п. 62 не указан научный руководитель Буренин А.А., в п. 63 – Кузнецов С.А., в п. 64 – Абашкин Е.Е. Аналогичным образом эти публикации представлены и в автореферате (в иной последовательности), в остальном выходные данные соответствуют действительности. В итоге, складывается впечатление, что у диссертанта и научного руководителя нет совместных публикаций. Публикация № 5 автореферата на момент подготовки отзыва не индексируется в БД Scopus.

Кроме того, общее количество опубликованных работ по теме исследования в диссертации указано 8, в автореферате 9.

Общая оценка диссертационной работы

В целом результаты диссертационной работы опубликованы и апробированы в достаточном объёме: результаты диссертации опубликованы в 3 статьях в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ; основные результаты работы докладывались на международных и российских научных конференциях.

Диссертация написана хорошим техническим языком; автореферат в целом отражает её основные положения и результаты.

Несмотря на сделанные замечания, диссертационная работа Муата Каинга является законченным научным исследованием, тематика которого соответствует специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела. Результаты данного исследования вполне составляют предмет научно-квалификационной работы, называемой кандидатской диссертацией; и имеют важное практическое значение в методиках расчетов технологических операций в условиях интенсивных температурных воздействий.

Диссертационная работа «Неустановившиеся температурные напряжения при локальном нагреве и последующем остывании упругопластических пластин» отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (пп. 9-11, 13, 14), утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (в ред. 01.10.2018 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Муат Каинг заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Отзыв рассмотрен на расширенном заседании кафедры математического моделирования в механике ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» от 22 января 2020 г., протокол № 6.

Лица, подписавшие отзыв, выражают согласие на обработку и включение в аттестационное дело соискателя ученой степени своих персональных данных.

Профессор кафедры математического
моделирования в механике

Самарского университета

доктор физико-математических наук, доцент

Степанова

Лариса Валентиновна

Степень доктора наук присуждена в 2011 г. по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Профессор кафедры космического машиностроения

имени генерального конструктора Д.И. Козлова

Самарского университета

доктор физико-математических наук, доцент

Буханько

Анастасия Андреевна

Степень доктора наук присуждена в 2016 г. по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (Самарский университет)

Адрес: 443086, г. Самара, Московское шоссе, 34

Телефон: +7 (846) 335-18-26; E-mail: ssau@ssau.ru