

Несмотря на то, что дальневосточными учеными были достигнуты определенные успехи в направлении формирования научно-технологических основ получения стеклометаллокомпозита на основе стекла и алюминия (Пикуль В.В., Гончарук В.К.) и стекла и стали (Любимова О.Н., Морковин А.В., Барботько М.А.) для доведения нового материала до этапа экспериментального внедрения в реальной промышленности остается ряд нерешенных задач, которые сопряжены с фундаментальными проблемами в науке и ее актуальными прикладными задачами, среди которых:

теория структурных изменений в стекле при высоких температурах;

экспериментальные методы неразрушающего контроля качества и свойств границы соединения и прилегающих к ней областей;

моделирование контактного взаимодействия в условиях фазовых переходов в металлических слоях, структурных и механических терморелаксационных процессах в стеклюющихся слоях, сложное реологическое поведение материалов, связанное с пластическим течением, ползучестью при постоянных нагрузках и повторным пластическим течением и аномалиями, связанными с ним.

В направлении решения этих проблем и выполнено диссертационное исследование Барботько М.А.

Цель работы заключалась в моделировании и экспериментальных исследованиях термомеханических свойств стекло-металлических соединений при получении и отжиге.

Основными задачами исследования являлись разработка метода и алгоритма расчета для моделирования термомеханического поведения стекло-металлических соединений и экспериментальные исследования и установление закономерностей поведения коэффициента линейного температурного расширения в стекло-металлических соединениях при различных скоростях изменения температуры в интервале стеклования.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Полный объём диссертации составляет 150 страниц с 50 рисунками и 17 таблицами. Список литературы содержит 181 наименование. Материал изложен логически ясно и последовательно, что способствует восприятию работы как единого целого.

Во введении обоснована актуальность темы, определены цель и задачи работы, сформулированы научная новизна, практическая значимость полученных результатов, выносимые на защиту положения.

В первой главе описаны типы и виды стекло-металлических соединений, и ряд проблем возникающими при изготовлении композиционных стекло-металлических материалов.

Представлен обзор экспериментальных исследований, направленных на изучение структурной релаксации и определением термомеханических параметров стеклообразных материалов.

Приведен краткий обзор математических моделей напряженно деформируемого состояния стекло-металлических соединений с учетом структурных изменений в интервале стеклования.

Во второй главе описан модельный подход Тула-Нарайанасвами-Мазурина-Мойнихана и особенности моделирования теплопроводности в интервале стеклования.

Поставлена и решена краевая задача сложного теплообмена в стекло-металлических материалах. Разработан алгоритм и численная модель для решения поставленной задачи. Проведено параметрическое исследование, в ходе которого были выделены скоростные режимы и геометрические параметры, при которых в стеклюющемся слое выделяются две области, которые находятся в жидком и стеклообразном состоянии одновременно.

В третьей главе описана разработанная автором экспериментальная дилатометрическая установка Дт-ГИ.

Поставлено экспериментальное исследование стеклометаллических соединений в интервале стеклования с разными скоростями нагрева.

Определены параметры для аналитического представления приведенного времени релаксации и вязкости в формуле Вильямса-Ландела-Ферри для стекла С-52-1, находящегося в составе стеклометаллокомпозита.

В четвертой главе разработан метод начального упругого аналитического приближения, поставлена и решена краевая задача об эволюции температурных напряжений в стекло-металлических соединениях с учетом процесса стеклования и пластического деформирования. Разработан алгоритм и численная модель поставленной задачи.

Проведено параметрического исследования для разных скоростных режимов и геометрических параметров.

В пятой главе проведено исследование сходимости метода начального упругого аналитического приближения.

Продемонстрирована разница в решении при использовании дробной степени в экспоненциальном ядре при сравнении решений по методу начального упругого аналитического приближения с аналитическим решением полученном при простом экспоненциальном ядре.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационного исследования.

Научная новизна исследования, прежде всего, заключается в новых экспериментальных сведениях о термодетформировании стекло-металлического соединения в виде конструктивного элемента стекломаталлокомпозита и уточнения на основе полученных данных аналитического представления приведенного времени релаксации, а также разработке оригинального алгоритма для расчета напряженно-деформированного состояния в стекло-металлических соединениях, с учетом пластической деформации в металлическом слое и релаксационных процессов в стеклюющемся слое.

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в разработке лабораторно-аналитического прибора Дт-ГИ для исследования термодетформационных характеристик материалов, в том числе стекло-металлических соединений и стекол в интервале стеклования. Разработанный алгоритм метода начального упругого аналитического приближения в задаче об эволюции температурных напряжений в стекло-металлических соединениях с учетом процесса стеклования и пластического деформирования может быть применен к разработке программного комплекса по расчетам технологических и остаточных напряжений при проектировании новых конструкционных материалов.

Соответствие диссертации специальности. Работа отвечает следующим пунктам паспорта специальности 1.1.8. «Механика деформируемого твердого тела»: 1. Законы деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе природных, искусственных и вновь создаваемых. 2. Теория определяющих соотношений деформируемых тел с простой и сложной структурой. 3. Задачи теории упругости, теории пластичности, теории

вязкоупругости. 4. Механика композиционных материалов и конструкций, механика интеллектуальных материалов. 11. Математическое моделирование поведения дискретных и континуальных деформируемых сред при механических, тепловых, электромагнитных, химических, гравитационных, радиационных и прочих воздействиях. 12. Вычислительная механика деформируемого твёрдого тела. 13. Экспериментальные методы исследования процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях.

Результаты работы опубликованы в 9 научных статьях, в их числе 5 статей в рецензируемых журналах из списка ВАК, 2 в журналах Scopus или WoS.

Замечания и вопросы по содержанию работы

1. Автор приводит аналитические выражения для параметров в ядре релаксации при расчете механической релаксации, но не объясняет какими аналитическими зависимостями аппроксимирован коэффициент линейного температурного расширения, который определяет технологические и остаточные напряжения в соединении.
2. На текущем уровне работы экспериментальной лабораторной установки измерения проводятся в одном из слоев стекло-металлического соединения, как автор видит перспективу проведения измерений одновременно во всех слоях? Какие ошибки измерений автор видит высоких скоростях изменения температур?
3. Каковы перспективы развиваемого численно-аналитического метода при проектировании поведения слоистых конструкционных материалов при температурных нагрузках с учетом накопления повреждений, появления и роста трещин, в том числе и на границе соединения?
4. По тексту диссертационной работы присутствуют опечатки и стилистические неточности.

Заключение по диссертации

Диссертация Барботько Максима Андреевича является законченной научно-квалификационной работой. Тема работы актуальна, диссертация

обладает научной новизной, научной и практической значимостью. Все утверждения и выводы корректны и обоснованы.

Проверка текста по программе «Антиплагиат» показала высокий уровень оригинальности. Выявленные совпадения не являются плагиатом. Анализ отчета показал, что в исследуемом документе присутствуют корректные совпадения в виде фрагментов, содержащих стандартные фразы, описывающие структурные элементы диссертации; устойчивые словосочетания; цитаты со ссылками на документы в библиографическом перечне, а также терминология. В работе нет заимствований материала без ссылок на первоисточники.

Автореферат и публикации соответствуют содержанию диссертационной работы.

Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с требованиями ГОСТ 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а также п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (ред. от 18.03.2023). Полученные научные результаты соответствуют специальности 1.1.8 – «Механика деформируемого твердого тела» (физико-математические науки).

Автор диссертации Барботько Максим Андреевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 – «Механика деформируемого твердого тела».

Отзыв составили:

заведующий кафедрой механики и компьютерного моделирования ФГБОУ ВО «ВГУ», д.ф.-м.н., профессор Ковалев Алексей Викторович;

заведующий кафедрой математического и прикладного анализа ФГБОУ ВО «ВГУ», д.ф.-м.н., профессор Шашкин Александр Иванович.

Отзыв рассмотрен, обсужден и единогласно утвержден на совместном заседании кафедр механики и компьютерного моделирования и

математического и прикладного анализа Воронежского государственного университета 24.11.2023 протокол N 3.

Ковалев Алексей Викторович _____
доктор физико-математических наук (специальность 01.02.04 - механика деформируемого твердого тела), профессор, заведующий кафедрой механики и компьютерного моделирования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет».

394018, г. Воронеж, Университетская площадь, д. 1.

Телефон: +7 (473) 220-82-66. E-mail: kovalex@amm.vsu.ru

Шашкин Александр Иванович _____
доктор физико-математических наук (специальность 01.02.04 - механика деформируемого твердого тела), профессор, заведующий кафедрой математического и прикладного анализа федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет».

394018, г. Воронеж, Университетская площадь, д. 1.

Телефон: +7 (473) 220-82-66. E-mail: shashkin@amm.vsu.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет»

394018, г. Воронеж, Университетская площадь, д. 1

Веб-сайт: www.vsu.ru

Телефон: +7 (473) 220-75-21

E-mail: office@main.vsu.ru

