

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата физико-математических наук,
Ткачевой Анастасии Валерьевны
на диссертационную работу Барботько Максима Андреевича
**«Исследование терморелаксационных процессов в условиях
неоднородной структуры стекло-металлических соединений»**,
представленную на соискание ученой степени
кандидат физико-математических наук по специальности
1.1.8 – механика деформируемого твердого тела.

Актуальность темы диссертации

Потребности технологической практики производства и эксплуатации стекло-металлических композитов необходимо требуют расчетов их прочности в условиях значительных термомеханических воздействий. Как правило такие соединения находятся в условиях предварительных остаточных напряжений, сформировавшихся в процессе изготовления композитных конструкций. Эксплуатационный нагрев может достигать температур стеклования составляющих композита, что с необходимостью сказывается на прочности соединений и может принципиально менять функциональные качества данного конструкционного материала. Обсуждаемая диссертационная работа ставит своей целью изучить изменения в адгезионной прочности соединений стекла с металлом в условиях температурных воздействий, соответствующих прохождению интервала стеклования. Такая задача несомненно актуальна, тем более, что состоит она из серии направленных экспериментов вместе с направленными фундаментальными расчетами.

Анализ содержания диссертации

Диссертационная работа Барботько М.А. «Исследование терморелаксационных процессов в условиях неоднородной структуры стекло-металлических соединений» состоит из введения, пяти глав основного текста, заключения и списка литературы. Ее объём составляют 150 страниц, включая 50

рисунков и 17 таблицами. Список цитируемой литературы содержит 181 источника.

Введением обозначается актуальность представляемого исследования, степень разработанности направлений по теме, определяются цель предпринимаемого исследования и соответствующие данной цели задачи, разрешаемые в диссертационной работе. Кратко представляется содержание основного текста диссертации по главам.

Первая глава диссертации посвящается направленному описанию предмета исследования: обсуждаются основные виды соединений стекла с металлом. Отмечается, что как при создании, так и в процессе эксплуатации стекло в основе композита доводится с ростом температуры до высоковязкого, жидкого состояния. Его адгезионный контакт с поверхностью металла вызывает термомеханическое упругопластическое деформирование последнего с последующем остыванием конструкции и релаксацией возникших напряжений как в металле, так и в стеклянной составляющей. Структурные изменения в материалах такого соединения за счет прохождения интервала стеклования и релаксационного процесса задают итоговые термомеханические свойства изделия при его производстве и изменения их в условиях эксплуатации.

Важно, что этой главой устанавливаются проблемы в исследовании подобных процессов и анализируются имеющиеся модельные подходы по расчетам термомеханических процессов, учитывающих структурные изменения в свойствах соединяемых материалов.

Во второй главе приводятся результаты параметрического исследования влияния температурной обработки на механические и теплофизические свойства стекло-металлических соединений. Поставлена и решена краевая задача сложного теплообмена в стекло-металлических цилиндрических соединениях при различных режимах их получения и последующего отжига. Для этого разработан необходимый алгоритм и программы численных расчетов в поставленной задаче теплообмена. С помощью таких расчетов соискателю удастся определить режимы температурных воздействий, приводящие к неоднородным распределениям температуры в стеклюющемся слое и, как

следствие, определяющим разное прохождение материалом интервала стеклования.

Третья глава диссертации всецело посвящается методу и результатам лабораторных опытов по измерению термомеханических параметров в интервале стеклования для стекло-металлического стержня. Для этой цели создана оригинальная лабораторная установка с соответствующим инструментарием, на которой проведена серия экспериментов. Полагаю, данную главу одной из важнейших для достижения цели диссертационной работы. Результаты проведенных опытов уникальны и доставляют столь необходимые сведения для моделирования процесса, включая задание параметров режима отжига. Объем проведенного инструментального исследования на собственной лабораторной установке и полученные таким способом результаты измерений впечатляют.

В четвертой главе диссертации предпринимается попытка математического моделирования поведения композита при значительном тепловом на него воздействии. Металлические слои полагаются упругопластическими, а стеклянные – вязкоупругими. Считается, что температурное воздействие приводит к условиям прохождения интервала стеклования. Сложность такой комплексной задачи приводит соискателя к необходимости создания собственной программы расчетов, что и было сделано.

Все сомнения в правильности выбора методов и алгоритмов расчёта привели соискателя к проведению исследований по сходимости выбранного метода расчетов. Этому посвящается отдельная пятая глава диссертации. Непротиворечивость расчетов проверяется рядом сравнений: расчетами на сгущающихся сетках, упрощением расчетов с использованием однопараметрического экспоненциального ядра релаксации, постоянного времени релаксации, квадратурных аппроксимационных формул для интегральных членов в интегрально-алгебраических уравнениях и др.

Вопросы и замечания по тексту диссертации:

- Оригинальность лабораторной установки (глава 3) следовало бы подтвердить получением охранных документов;

- Каким образом назначаются скорости нагрева (глава 3)?
- Об алгоритме начального упругого аналитического приближения (глава 4). Как построена итерационная процедура для нахождения пластических деформаций в металлическом слое? В диссертации оправданность данной процедуры подтверждается только ссылкой на статью М.А. Гузева с соавторами. Но в этой статье материал упрочняющийся, а не идеально пластический. Именно принимаемое упрочнение помогает выстроить последовательность вычислений. Усложнение модели только помогает в этом. Во избежание сложностей вычислений при идеальном пластическом течении материал часто считают упруговязкопластическим. Как находится на каждом шаге изменения в множителе Лагранжа ассоциированного закона пластического течения?
- На стр. 19 описывается распределение по слоям стекла. Почему все слои не могут быть сжаты?
- Ни в литературном обзоре, ни по тексту диссертации практически не упоминаются научные статьи иностранных авторов. Подобные исследования там не ведутся?
- Знакомство с текстом затрудняется тем, что в нем часто разные параметры получают одно и то же обозначение, например, ϵ и деформация и точность расчетов;
- Имеются опечатки (например, стр.20), подписи под зависимостью могут не соответствовать приведенной формуле (стр. 43), в таблицах (4.2 и 4.3) не указываются единицы измерения

Общие выводы по диссертации

Отмеченные вопросы и замечания не могут повлиять на общие выводы. Главный из таких выводов состоит в том, что обсуждаемая диссертация является квалифицированным научным исследованием на актуальную тему, представленные в ней научные результаты имеют важное теоретическое и практическое значения.

В части новых важных теоретических результатов отметим:

- экспериментальные измерения термомеханических параметров в рамках интервала стеклования для стеклянного цилиндрического стержня и такого же стержня, покрытого металлической оболочкой;

Совершенно необходимо отметить, что внушительная серия опытов проводилась на оригинальной лабораторной установке Дт-ГИ, разработанной и построенной соискателем. Необходимый инструментарий к Дт-ГИ сконструирован и произведен также соискателем.

- методы и результаты расчетов изменений температурных напряжений в технологических операциях производства стеклометаллокомпозитного стержня и последующего отжига. Важно, что получены такие результаты с привлечением экспериментально найденных значений.

Практическое значение результатов проделанной диссертационной работы продиктовано использованием стеклометаллокомпозитных изделий в производственной строительной практике. Это требует совершенствования технологий производства конструктивных элементов и прогнозирования их функционального служения. Данная диссертация решает часть таких задач.

Несмотря на некоторые, выше отмеченные опечатки, текст диссертации ответственно структурирован и отредактирован и потому несмотря на обилие специальных терминов и формул легко читается. Результаты диссертации достаточно представлены научной общественности публикациями соискателя. Автореферат диссертации правильно и достаточно полно представляет ее основное содержание. Также нет сомнений в том, что тема и результаты диссертационной работы соответствуют полностью паспорту специальности 1.1.8 – «Механика деформируемого твердого тела» по направлению физико-математические науки.


Диссертация полностью удовлетворяет требованиям, установленным пунктами 9-11, 13 и 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 в редакции от 18.03.2023 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Автор диссертационной работы «Исследование терморелаксационных процессов в условиях неоднородной

структуры стекло-металлических соединений» заслуживает присуждения ему
ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности
1.1.8 – «Механика деформируемого твердого тела».

Официальный оппонент:

Старший научный сотрудник, Институт машиноведения и металлургии
Дальневосточного отделения Российской академии наук Федерального
государственного бюджетного учреждения науки Хабаровского Федерального
исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской
академии наук

кандидат физико-математических наук (05.13.18 – Математическое
моделирование, численные методы и комплексы программ)

 Ткачева Анастасия Валерьевна
29 ноябрь 2023 г.

Телефон: +7 (4217) 54-95-38

E-mail: 4nansi4@mail.ru

Подпись Ткачевой Анастасии Валерьевны заверяю:

Директор ИМиМ ДВОРАН

О.Н. Комаров


Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения
Российской академии наук Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Хабаровского Федерального исследовательского центра
Дальневосточного отделения Российской академии наук

Адрес: 681005, Россия, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, ул.

Металлургов, дом 1

Телефон организации: +7 (4217) 54-95-39 Факс: +7 (4217) 54-95-39

E-mail: mail@imim.ru

Адрес оф.сайта: <http://imim.ru>