

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации СОЛОНЕНКО Элеоноры Павловны «Моделирование напряжённого состояния в стеклометаллокомпозитных материалах при температурной обработке», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 - Механика деформируемого твердого тела.

Стеклометаллокомпозиты (СМК) – новый необычный, но перспективный конструкционный материал, который позволяет реализовать высокую удельную прочность стекла и при этом устранить опасность внезапного хрупкого разрушения, характерного для стеклянных изделий, но недопустимого для ответственных инженерных сооружений.

Для практического использования СМК в конструкциях необходимо выполнить широкий круг экспериментальных и теоретических исследований, касающихся технологии изготовления, конструктивного исполнения, особенностей напряжённо-деформированного состояния (НДС) и др. Кафедра механики и математического моделирования ДВФУ в течение ряда лет, начиная с работ проф. В.В. Пикуля, занимается этими вопросами. Работа Э.П. Солоненко, посвящённая моделированию НДС СМК при температурной обработке, способствует лучшему пониманию процессов, происходящих при изготовлении стеклометаллокомпозитов, и является актуальной.

Во введении соискателем обоснована актуальность темы диссертационной работы, выполнен обзор исследований по теме, сформулированы цель и задачи диссертационного исследования.

Первая глава автореферата вводит читателя в суть проблемы, в ней определены основные понятия, используемые при изложении последующих глав. Выполнена постановка задачи исследования, приведены основные допущения, сделан обзор методов решения поставленной задачи.

При невнимательном взгляде задача может показаться сравнительно простой, поскольку для длинных цилиндрических изделий она является одномерной. Но наличие нескольких слоёв, свойства которых в исследуемом диапазоне температур резко изменяются, невозможность использования линейных моделей поведения и необходимость учёта реологических характеристик материалов, эффектов ползучести и релаксации делают невозможными аналитические решения.

Во второй главе представлены математические зависимости, описывающие решаемую задачу. Описана пошаговая процедура расчёта. Приведены результаты расчётов напряжений.

В третьей главе решается сходная задача, в которой, однако, допускаются неодинаковые осевые деформации слоёв композита.

Наконец, четвёртая глава посвящена анализу напряжений при резком охлаждении, когда температура по слоям распределяется неравномерно (на с. 12 утверждалось, что при скорости изменения температуры менее

10°/мин и толщине трубы менее 40 мм температура по радиусу практически постоянна).

По автореферату имеются следующие замечания и пожелания.

1. К сожалению, в автореферате не раскрыты все обозначения, неясны термины «фиктивная температура», «структурная температура» (с. 9).

Из описания неясно, каким образом (к каким поверхностям) подводится или отводится тепло. Указано, что используется линейная теория вязкоупругости, хотя понятно, что будут возникать и пластические деформации (упруго-вязко-пластический материал).

2. Режим термообработки (начальная температура, скорость охлаждения), как известно, оказывает влияние на свойства стали, её кристаллическую структуру. Вероятно, это относится и к стеклу. Из автореферата неясно, учитывалось ли это обстоятельство в работе. Определение остаточных напряжений не комментируется соискателем. Остаточные сжимающие напряжения в стекле могут быть полезны с точки зрения прочности композита (аналог – предварительно напряжённый железобетон). С позиций представителя технических наук хотелось бы видеть рекомендации по конструкции (выбор соотношения толщин, материалов) и технологии (режимы обработки), хотя в работе по «механике деформируемого твёрдого тела» это, в принципе, не требуется.

3. Вызывает некоторое удивление вывод на с. 14 автореферата: «Выявлено, что выдержка в интервале 540°С - 567°С позволяет снизить напряжения в компонентах спая в значительной мере. Например, для  $\delta = 100$  мкм напряжения ... составляют примерно -103,61 МПа, а ... при охлаждении с промежуточной выдержкой ... около -100,59 МПа». Во-первых, вряд ли оправданы 5 значащих цифр в результате; скорее всего, погрешность модели более высока. Во-вторых, в большинстве технических приложений изменение в 3 % считается несущественным (кстати, скорость охлаждения указана с одной значащей цифрой, хотя её влияние, надо полагать, значительно, а выдержать постоянную скорость охлаждения во всём исследуемом интервале температур затруднительно). С другой стороны, представляется, что в рамках численного исследования учёт переменной скорости охлаждения не составит труда.

4. Вызывает недоумение тот факт, что в автореферате ни разу не упоминается В.В. Пикуль, работы которого фактически заложили основы диссертации Э.П. Солоненко.

Отмеченные недостатки не опровергают основных выводов диссертации. Результаты, полученные в работе, могут быть использованы при разработке конструкций и технологий производства изделий из стеклометаллокомпозитов.

Диссертационную работу Э.П. Солоненко можно рассматривать как важный шаг в направлении создания образцов техники, в конструкции которых используется стекло. Одной из наиболее перспективных областей применения подобных изделий является глубоководная техника (подвод-

ные аппараты, в том числе для предельных глубин, подводные лодки, возможно, подводные трубопроводы).

Рецензируемая работа является законченным исследованием, представляющим теоретический и практический интерес. Судя по автореферату, по своему научному уровню и объёму она удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор СОЛОНЕНКО Элеонора Павловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 - Механика деформируемого твердого тела.

Профессор кафедры кораблестроения и океанотехники  
Инженерной школы ДВФУ,  
доктор технических наук, профессор

Сергей Владимирович Антоненко

Собственно  
тов Антон

удосто  
верк

17.04.2017

Адрес: 690091, г. Владивосток, ул. Суханова, 8.  
т. +7-908-973-49-62, [antonenko48@rambler.ru](mailto:antonenko48@rambler.ru)

Я, Антоненко Сергей Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.