

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сафронова Павла Андреевича
«Описание процесса деформирования изгибаемых элементов
из сплава с памятью формы с учетом разносопротивляемости материала»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 01.02.04 — Механика деформируемого твердого тела

Тема диссертации П.А. Сафронова, целью которой является постановка задач изгиба балок и пластинок из сплава с памятью формы (СПФ) при фазовых и структурных превращениях с учетом разносопротивляемости материала, разработка алгоритмов решения таких задач и анализ полученных результатов, **актуальна** как для развития методов решения задач деформационного анализа СПФ, так и непосредственно для технических приложений.

В диссертации используется модель, описывающая поведение СПФ с различной чувствительностью к виду напряженного состояния (разносопротивляемость материала), разработанная при определяющем участии Андрея Александровича Мовчана. В рамках этой модели для такого материала, находящегося в мартенситном фазовом состоянии, осуществлены постановки и решения задач об изотермическом чистом и консольном изгибах балок (гипотезы Бернулли-Эйлера; учет только фазовых деформаций; учет фазовых и упругих деформаций) и о цилиндрическом изгибе пластинок (гипотезы Кирхгофа-Лява; учет фазовых и упругих деформаций; изгиб в направлении оси x и плоская деформация в направлении оси y , лежащих до деформации в плоскости пластины).

Рассмотрены задачи о монотонном охлаждении балок и пластинок из разносопротивляющегося СПФ (прямой фазовый переход), находящихся под действием постоянного изгибающего момента (состояние чистого изгиба) или нагруженные постоянным распределенным давлением. Процесс прямого фазового перехода моделируется как в несвязанной, так и в связанной термомеханических постановках, т.е. без учета и с учетом закона Клаузиуса-Клапейрона, описывающего сдвиг характерных температур прямого и обратного фазовых переходов при внешнем воздействии любой физической природы. Для балок и пластинок принимаются обычные кинематические гипотезы Бернулли-Эйлера и Кирхгофа-Лява, соответственно. Материал пластинки в поперечном направлении считается недеформируемым. Первоначально, материал балок и пластинок находится в аустенитном фазовом состоянии при температуре, для которой приложение внешней нагрузки не вызывает начало фазового перехода. Процесс охлаждения ведется достаточно медленно со скоростью, позволяющей считать температуру однородной в материале и не решать уравнение теплопроводности.

Разработаны алгоритмы решения всех представленных выше задач о деформировании материалов с различной чувствительностью к виду напряженного состояния (разносопротивляемостью). Результаты решений представлены в виде зависимостей положения нейтральной плоскости и кривизны от приложенного момента, а также кривых распределения осевых напряжений по толщине балки или распределения по толщине пластинки отношения напряжений, действующих в ее плоскости. Продемонстрирована необходимость учета упругих деформаций в дополнение к фазовым. Установлено, что разносопротивляемость СПФ приводит к тому, что процесс прямого фазового перехода на нижней и верхней кромках сечения балки начинается и заканчивается при разной температуре.

На мой взгляд, в представленной работе выполнено добротное научное исследование процесса деформирования изгибаемых элементов из СПФ с учетом разносопротивляемости материала, что, несомненно, подтверждает квалификацию автора.

По автореферату имеются следующие замечания.

1. На Рис. 3 максимальное значение безразмерной кривизны $y = kh = 1.2$ (на всех других рисунках, где приведена кривизна y , ее значение не превышает 0.2). Кривизне $y = 1.2$ соответствуют неотрицательные значения безразмерной координаты нейтральной плоскости a для всех рассмотренных в работе материалов. Этой же кривизне, как следует из Рис. 1, соответствует следующая деформация наиболее растянутого волокна балки: $\varepsilon = kz|_{z=h/2} + kz_0 = kh/2 + kha = 1.2(0.5 + a)$, что, при положительном a , всегда больше 0.6. Такое значение ε противоречит теории малых деформаций, в рамках которой излагается в работе материал. К тому же, как следует из текста перед Рис. 2 и 3, максимальная величина заданной в этой задаче деформации растяжения $\rho_t = 0.0286$. Следует пояснить, в результате каких расчетов получилось такое большое значение кривизны, противоречащее теории малых деформаций, и зачем автор ее вообще привел?
2. На стр. 13 автореферата в последнем абзаце указаны значения максимальной величина заданной деформации растяжения $\rho_t = 0.56$. Это противоречит теории малых деформаций и не соответствует данным, приведенным в Таблице 3.1 диссертации, где для ρ_t даны значения 0.056.

Высказанные замечания не умаляют ценность работы. Автореферат в полной мере отражает суть проведенных автором исследований, оформлен в соответствии с требованиями ВАК РФ. Диссертация «Описание процесса деформирования изгибаемых элементов из сплава с памятью формы с учетом разносопротивляемости материала» полностью соответствует Паспорту специальности 01.02.04 — Механика деформируемого твердого тела, является научно-квалификационной работой и соответствует требованиям п. 9 «Положение о присуждении ученых степеней», а соискатель Павел Андреевич Сафронов заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 — Механика деформируемого твердого тела.

Заслуженный деятель науки РФ,
доктор физико-математических наук,
профессор по специальности
«Механика деформируемого твердого тела»
Роговой Анатолий Алексеевич,
главный научный сотрудник
Института механики сплошных сред
Уральского отделения Российской академии наук
- филиала федерального государственного
бюджетного учреждения науки Пермского
федерального исследовательского центра
Уральского отделения РАН

Личную подпись

удостоверяю

Специалист по кадрам

2



Анатолий Алексеевич Роговой

Докторская диссертация защищена по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Адрес места основной работы: 614018, г. Пермь, ул. Академика Королева, 1

Сайт организации: <https://www.icmm.ru>

Рабочий телефон: (342) 237-84-59.

Адрес эл. почты: rogovoy@icmm.ru.

Я, Роговой Анатолий Алексеевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.