

## ОТЗЫВ

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

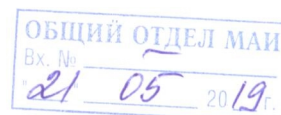
Представленная работа посвящена актуальному вопросу расчета и создания устройств, содержащих активные элементы из сплавов с памятью формы (СПФ), благодаря уникальным свойствам которых конструкция может обладать широкими адаптивными возможностями, а отсутствие механически подвижных частей делает ее более надежной. Экспериментально установлено, что изотропные поликристаллические СПФ являются разносопротивляющими материалами. Так, для растягивающей и сжимающей нагрузки диаграммы деформирования значительно различаются качественно и количественно, а при изгибе балки ее упругая нейтральная ось смещается до 15% от высоты сечения. Отсутствие учета этих фактов приводило к существенному расхождению проектных и реальных параметров адаптивных конструкций.

Цель работы заключалась в разработке методики анализа напряженно-деформированного состояния (НДС) активных элементов конструкций, выполненных из разносопротивляющихся СПФ; анализе влияния разносопротивляемости, разномодульности и неоднородности мартенситной части СПФ; создании методики численно - аналитического решения задач об изотермическом нагружении в мартенситном фазовом состоянии и в процессе охлаждения - для балок сплошного прямоугольного сечения и пластинок малой постоянной толщины.

Полученные автором результаты исследований получены сертифицированными методами и поэтому являются достоверными,

Результаты работы обладают научной новизной. В частности, разработана методика анализа НДС активных элементов конструкций, выполненных из разносопротивляющихся СПФ; выполнен анализ влияния разносопротивляемости, разномодульности и неоднородности, а также упрочнения мартенситной фазы СПФ на решение рассмотренных задач. Приведено численно - аналитическое решение задач об изотермическом нагружении в мартенситном фазовом состоянии, и в процессе охлаждения под действием постоянной внешней нагрузки.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в охвате широкого круга актуальных явлений и свойств, характерных для СПФ, в том числе разносопротивляемости и неоднородного упрочнения материала, находящегося в мартенситной фазе. Полученные в диссертации результаты позволяют устанавливать рекомендуемый и допускаемый уровни внешних термомеханических нагрузок при переводе в активное состояние элемента конструкции из СПФ. Приведены рекомендации по выбору материала и геометрических параметров активного элемента возможного адаптивного устройства исходя из требований прочности и жесткости, а также веса и габарита изделия.



Результаты работы позволили дать рекомендации по разработке и внедрению в существующие конструкции воздухозаборников турбореактивных двигателей устройств саморегулирования формы входной части воздухозаборника. На примере изделия предприятия ПАО «Компания «Сухой» «ОКБ Сухого» показано повышение эффективности работы силовой установки на больших скоростях.

Диссертационное исследование выполнено при поддержке РФФИ, по проекту №17-01-00216.

Глава 1 содержит обзор работ, связанных с явлением разносопротивляемости СПФ. Выявлено существенное различие уровней влияния разносопротивляемости на механизмы накопления неупругих деформаций – фазового и структурного.

Глава 2 посвящена решению задач об изотермическом чистом/цилиндрическом изгибе балок/и пластинок из СПФ с учетом разносопротивляемости этого материала в мартенситном фазовом состоянии. Выведены формулы для расчета положения нейтральных осей деформируемых тел для различных случаев нагружения.

Глава 3 посвящена моделированию накопления неупругих деформаций в балках и пластинках из СПФ с учетом разносопротивляемости материала. Рассмотрены несвязная и связная термомеханические постановки. В рамках первой установлено, что система разрешающих соотношений состоит из 13 нелинейных алгебраических уравнений. В рамках связной постановки система разрешающих уравнений имеет дифференциальный вид и требует применения численных методов решения.

Замечаний по научно-технической части автореферата нет.

Представленный автореферат диссертационной работы «Описание процесса деформирования изгибаемых элементов из сплава с памятью формы с учетом разносопротивляемости материала» полностью соответствует требованиям п.9 Положения ВАК о присуждении ученых степеней, а Сафронов Павел Андреевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела».

Главный научный сотрудник НИО-3 ФГУП «ЦАГИ», доктор технических наук, профессор МФТИ, член диссертационного совета ФГУП «ЦАГИ» – ОАО «НИАТ» Д 999.84.01

  
В.Н. Семенов  
20.05.2019

Подпись В.Н. Семенова заверяю  
Декан факультета Аэромеханики и летательной техники Московского физико-технического института, кандидат технических наук



М.А. Кудров

## ПЕРСОНАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

Семенов Владимир Николаевич

Semenov\_vlanik@mail.ru

дом. тел. 8 (495) 938 45 29 ,

моб. тел. 8 (916) 340 98 95

Дом. адрес: 119454 Москва. ул. Удальцова 85 корп. 4 кв. 154.

Место работы: ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт  
им. проф. Н.Е. Жуковского»,

Главный научный сотрудник.

140180 г. Жуковский, ул. Жуковского 1. ЦАГИ, НИО-3

Я, Семенов Владимир Николаевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

 В.Н. Семенов