

О Т З Ы В

официального оппонента

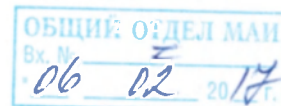
на диссертацию А.У. Нурымбетова на тему: «Стержневые и полупространственные модели деформирования слоистых закрученных изделий в поле стационарных и нестационарных нагрузок», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

Использование композиционных материалов (КМ) позволяет радикально улучшить характеристики многих ответственных элементов современных и перспективных конструкций. Это связано, прежде всего, с возможностью управления анизотропией материала, а также с рациональным использованием неоднородных многослойных структур. Особый эффект может принести управление неоднородностью и анизотропией в таких сложных изделиях, как лопатки газотурбинных двигателей (ГТД). В этих случаях, не изменяя формы и размеров элемента, а только варьируя его внутреннюю структуру, можно достигнуть значительного положительного эффекта.

Вместе с тем, задачи расчетного анализа неоднородных анизотропных элементов такой сложной формы, как лопатки ГТД, и особенно задачи рационального проектирования таких изделий отличаются значительной сложностью. На сегодняшний день почти не разработаны методы теории упругости для естественно закрученных анизотропных слоистых стержней. Соответственно, отсутствует теоретическая основа для постановки и решения задач оптимального проектирования подобных композитных конструкций.

Указанные обстоятельства определяют **актуальность темы диссертационной работы.**

Автором последовательно рассмотрен ряд задач, связанных с



разработкой расчетных моделей, алгоритмов и программ для расчета композитных стержневых деталей типа рабочих лопаток компрессоров ГТД, ветроэнергетических установок, вентиляторов и иных подобных изделий. При этом подробно изложены как аналитические решения (в том числе опирающиеся на те или иные упрощающие допущения), так и постановки и результаты численных расчетов, выполненных с помощью метода конечных элементов. Автором рассмотрены случаи квазистатического нагружения композитных элементов в виде закрученных стержней, а также проведен анализ динамических характеристик подобных элементов конструкций.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается использованием единого подхода к решению задач расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) многослойных анизотропных стержней, опирающегося на апробированные математические методы механики сплошной среды.

Достоверность научных положений и полученных результатов обусловлена строгим математическим обоснованием предлагаемых методов и подходов, и подтверждается сопоставлением с соответствующими экспериментальными данными и известными результатами других авторов.

Научная новизна диссертационной работы определяется, прежде всего, обобщающим подходом к решению отдельных расчетных задач, основанным на разработанных автором моделях деформирования призматических тел слоистой структуры. На основе этого подхода разработаны методы, алгоритмы и программы расчета жесткостных характеристик и определения НДС многослойных элементов сложной формы при действии различных нагрузок. Получены основные соотношения, позволяющие проводить расчетный анализ статических и динамических характеристик композитных тел стержневого типа включая естественно закрученные слоистые анизотропные стержни. Разработаны также алгоритмы и программы расчета раскрытия слоев композита, которые могут быть использованы в проектных расчетах композитных конструкций.

Перечисленные результаты получены в данной области науки впервые.

Практическая значимость диссертационной работы для науки и производства заключается в возможности использования разработанных автором подходов, методов, алгоритмов и компьютерных программ при проведении проектных расчетов лопаток газотурбинных двигателей из композиционных материалов и иных слоистых анизотропных элементов конструкций стержневого типа.

Полученные автором результаты использованы при проектировании и изготовлении лопатки из стеклопластика для применения в роторе ветроэнергетической установки в ООО «Политермо» (г. Истра Московской области). Кроме того, они могут найти широкое применение в НИОКР других предприятий, занимающихся разработкой композитных стержневых деталей типа рабочих лопаток компрессоров ГТД, ветроэнергетических установок, различных вентиляторов и иных подобных изделий, а также в учебном процессе при подготовке специалистов в ВУЗах соответствующего профиля.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях в соответствии с требованиями п. 12 Положения о порядке присуждения ученых степеней.

Наиболее значимые работы автора связаны с созданием методов, алгоритмов и программ расчетного анализа напряженно-деформируемого состояния слоистых анизотропных стержней применительно к композитным лопаткам газотурбинных двигателей. Предложенные автором новые решения строго аргументированы и критически оценены по сравнению с другими известными решениями.

Содержание автореферата достаточно полно отражает основные положения диссертации.

К недостаткам диссертационной работы следует отнести:

1. В работе рассматриваются только линейно деформируемые КМ. Однако при использовании материалов с алюминиевой матрицей в лопатках

турбин в условиях нагрева возможно нелинейное деформирование композитного материала. Необходимо обоснование возможности использования физически линейных соотношений для данного класса конструкций.

2. IV глава работы называется «Сравнение расчетов на прочность армированной лопатки компрессора в поле центробежных сил аналитическим методом и средствами пакета ANSYS», а раздел 6.7 – «Расчет многослойных композиционных стержней на статическую прочность». Однако фактически в них, как и в остальных главах работы, речь идет только о расчете напряженно-деформированного состояния данных конструкций. Таким образом, вопрос о возможности применения того или иного критерия прочности для композитных лопаток остается открытым.

3. На с. 36 автореферата отмечено, что «составленная по этой методике [имеется в виду методика определения НДС – прим. оппонента] программа расчета на ЭВМ осуществляет выбор оптимальной структуры армирования конкретной лопатки». Аналогичное предложение содержится и в выводах (с. 50 автореферата). Однако ни в тексте автореферата, ни в тексте диссертации не указаны ни критерий выбора оптимальных проектов, ни постановка задачи оптимизации.

4. Текст диссертации и – особенно – автореферата плохо отредактирован и содержит недопустимо большое количество опечаток и грамматических ошибок.

Оценивая диссертацию в целом, можно заключить, что отмеченные выше недостатки не снижают ее научной и практической ценности.

Представленная диссертация соответствует специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела. Она является законченной научной работой, имеет внутреннее единство и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

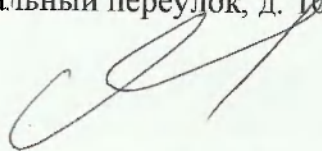
Таким образом, по актуальности темы, степени обоснованности основных научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверности и

новизне, а также ценности для науки и практики, рассматриваемая диссертация соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней. Она является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение – разработаны расчетные модели механики сплошной среды, пригодные для использования в проектных расчетах лопаток газотурбинных двигателей из композиционных материалов. Автор диссертации, Нуримбетов Алибек Усипбаевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент,
доктор технических наук,
профессор кафедры «Космические аппараты и ракеты-носители» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

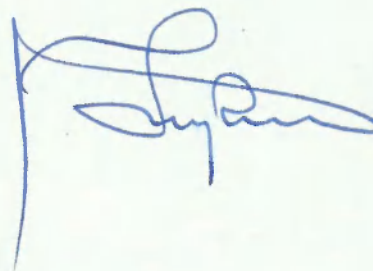
Адрес: 107005, г. Москва, Госпитальный переулок, д. 10

Тел.: 89161602916
E-mail: asmerdov@mail.ru



А.А. Смердов

Подпись Смердова Андрея Анатольевича заверяю
Руководитель НИУКЭСМ МГТУ имени Н.Э. Баумана



5.02.2017 г.

В.Т. Калугин