

Отзыв научного консультанта

о диссертанте Нурымбетова Алибека Усипбаевича его диссертации на тему «Стержневые и полупространственные модели деформирования слоистых закрученных изделий в поле стационарных и нестационарных нагрузок», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела»

В период подготовки диссертации соискатель, Нурымбетов Алибек Усипбаевич, обучался в очной докторантуре на основании договора между ФГБОУ ВПО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ) с 1.12.2013 г. по 30.11.2016 г. и программам президента Н.А. Назарбаева «АОО Центр международных программ «Болошак»» (Казахстан).

Он защитил 26 декабря 1990 г. кандидатскую диссертацию на Совете Института Гидродинамики им. М.А.Лаврентьева СО САН СССР по специальности 01.02.04 - Механика деформируемого твердого тела.

Диплом кандидата физико-математических наук выдано «13» июня 1991 г. ВАК при Совете Министров СССР.

В ходе работы над диссертацией Нурымбетов Алибек Усипбаевич показал глубокие знания в области механики деформируемого твердого тела, отличное владение математическим аппаратом и вычислительной техникой.

Актуальность темы диссертации обусловлена тем, что для расчета НДС в композитных конструкциях авиационной техники, которая эксплуатируется в условиях воздействия различных механических нагрузок, необходима разработка аналитической методики решения этой задачи для многослойных композиционных стержневых изделий, разработка алгоритма расчета НДС в многослойном материале. Эта задача в настоящее время является особенно актуальной для авиации. Существующие на настоящий момент расчетные методики основаны на приближенных допущениях для конструкций из однородных изотропных материалов и не позволяют проводить детального исследования напряженно-деформированного и вибрационного состояния многослойных анизотропных изделий из КМ. Особенности конструкций из слоистых КМ являются переменность физико-механических свойств по толщине, сравнительно малые жесткость и прочность при сдвиге, которые обуславливают необходимость постановки и решения задачи о НДС в рамках теории упругости. Решение отмеченных задач невозможно без разработок в области механики КМ, изучающей внутренние поля в средах с явно выраженной дискретной структурой. Следовательно, получение решений дифференциальных уравнений, разработка эффективных численно-аналитических методов и алгоритмов расчета линейных

деформаций, основанных на базе пространственных подходов, позволяющих оценить НДС и формы равновесия, а также уровни напряжений в многослойных анизотропных призматических телах из изотропных и ортотропных материалов, находящихся в поле под действием механических нагрузок (кручение, центробежные силы и т.д.) и математическое моделирование НДС многослойных анизотропных конструкций являются актуальными задачами механики сплошной среды. Поэтому, исследования такого характера не только важны с общетеоретической или методологической точек зрения, но и актуальны при разработке научно-технических основ по созданию изделий из КМ.

Разработанные математические модели и решенные в диссертации задачи являются оригинальными, имеют научную новизну и большую значимость для современной авиационной техники.

Новые результаты, полученные в диссертационной работе:

- разработаны и получены расчетные формулы разрешающих уравнений для определения деформаций призматических тел;

- впервые разработана методика решения дифференциальных уравнений определения НДС в призматических телах, с удовлетворением всех граничных условий на контактных поверхностях многослойных анизотропных тел, что позволяет учесть закономерности распределения касательных напряжений и перемещений.

- построена закономерность изменения жесткости на кручение слоистого стержня при увеличении количества слоев и найдено его аналитическое выражение для тела многослойной структуры.

- построены номограммы и таблицы, отражающие зависимости интегральных характеристик жесткости стержня и его составных частей для определения модуля сдвига.

- построена для определения жесткости на кручение слоистых анизотропных стержней произвольного сечения оригинальная методика с использованием решения задачи кручения методом конечных элементов (МКЭ).

- впервые даны оценки характера распределений и уровней напряжений в отдельных слоях многослойных анизотропных стержней после их предварительного линейного деформирования на стадии эксплуатации или изготовления, что важно при решении вопроса о пригодности их для дальнейшего использования;

- разработаны алгоритм и программы, позволяющие проводить раскрой сечений по слоям, с целью варьирования их физических параметров для обеспечения надлежащей прочности, жесткости и сохранения формы конструкции специального назначения – лопаток и лопастей для конструирования структуры и состава композитного изделия;

- дана математическая формулировка задачи о НДС многослойного анизотропного призматического стержня произвольного сечения при действии растягивающих сил, изгибающих и крутящих моментов. Предложен алгоритм построения приближенного решения сформулированной задачи;

- предложены для естественно–закрученных слоистых анизотропных стержней новые кинематические соотношения, которые используются в основ-

ных уравнениях для расчета деформирования на основе стержневой модели, которая учитывает нелинейные деформаций, эффекты поперечного сечения и НДС в плоскости сечения и хорошо согласуются с имеющими экспериментальными данными;

- получены основные соотношения для расчета НДС в композитных телах стержневого типа в поле центробежных сил;

- получены расчетные соотношения для технических частот исследуемых тел, пригодных как для теоретических, так и прикладных целей.

Практическая ценность.

Результаты, полученные в работе, представляют теоретическую и практическую ценность для расчета и проектирования многослойных анизотропных конструкций неоднородной структуры.

Результаты разработанной комплексной программы позволяют проводить послойный раскрой сечений по длине многослойного стержня (лопатки) из КМ и внедрены в производства по изготовлению лопаток из КМ в ООО «Политермо» (г.Истра, Московская обл.).

По результатам исследования получен инновационный патент и удостоверение автора №89798 (г. Астана, 2016 г. Министерства юстиции РК) по теме «Способ изготовления композитных лопаток ветроустановки согласно утвержденным математическим моделям методом вакуумно-компрессорной пропитки».

Разработанный комплекс программ заявлены в Федеральную службу по интеллектуальной собственности для государственной регистрации как «Программа для ЭВМ» на тему «Решения задачи кручения слоистых анизотропных стержней произвольного сечения методом конечных элементов, который позволяет регулировать уровни максимальных касательных напряжений в зависимости от механических свойств отдельных слоев и последующего рационального их расположения в теле многослойного анизотропного стержня. Эти результаты являются новыми и могут рекомендоваться к практической работе.

Личный вклад автора. Автор провел обобщение и анализ отечественных и зарубежных исследований по основным вопросам механики и НДС изделий из КМ. Автор принимал непосредственное участие в постановке и проведении исследования по теме диссертации, разработал аналитическую программу расчета НДС стержневых конструкции из КМ, выполнил анализ проведенных исследований.

Принимал непосредственное участие в получении исходных данных, разработал и реализовал методику моделирования, получил и обработал результаты исследований, подготовил основные публикаций и лично выступал с докладами по выполненной работе.

Основные результаты исследований автор доложил на различных международных конференциях и опубликовал в рецензируемых журналах.

За период учебы в докторантуре МАИ и выполнения работы проводилось внедрение результатов исследований в практической деятельности ООО «Политермо» (г. Истра, Московская обл.).

Достоверность полученных результатов обусловлена использованием фундаментальных соотношений механики сплошной среды, строгой математической формулировкой решаемых задач, применением аналитических, вариационных и эффективных численных методов решения задач механики. При ряде упрощающих предположений (например, равенство перемещений компонентов КМ) полученные результаты совпадают с классическими формулами и известными соотношениями для однородных анизотропных и изотропных тел, согласуются с существующими точными результатами, полученными различными авторами. В обоснование достоверности полученных результатов проведены их сравнения с известными теоретическими и экспериментальными данными. Результаты расчетов геометрических и физико-геометрических характеристик в тестовых примерах для стержней простой формы сечения полностью согласуются с результатами аналитических расчетов.

Основные результаты, полученные в диссертационной работе, опубликованы в 38 работах. В рецензируемых журналах включенных в Перечень ВАК, опубликованы 18 статьи, в том числе 8 статей без авторов, 1 заявлена на «Программы для ЭВМ» в Федеральную службу на интеллектуальную собственность РФ, 1 патент на изобретение и 1 монография.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, основных выводов, списка литературы и приложения. Общий объем составляет 343 страниц, включая 124 рисунков, 22 таблиц, библиографии 245 наименований и 21 страниц приложений.

Диссертация Нуримбетова Алибека Усипбаевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена новая задача определения НДС в многослойных анизотропных стержневых изделиях, находящихся под действием растяжения, изгиба и кручения, имеющих существенное практическое значение для авиационной техники. Таким образом, диссертационная работа Нуримбетова Алибека Усипбаевича соответствует критериям, установленным Положением ВАК о порядке присуждения ученых степеней и званий.

Нуримбетов Алибек Усипбаевич является квалифицированным специалистом в области механики деформируемого твердого тела и заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела».

Научный консультат
д.т.н., профессор,
профессор кафедры 603 «Прочность авиационных и ракетно-космических конструкций» МАИ

« » _____ 2016 г.
Декан аэрокосмического факультета



А.А. Дудченко

Подпись Дудченко А.А. заверяю:

О.В.Тушавина