

ОТЗЫВ

научного руководителя

о диссертации Пеленева Константина Александровича

«Напряженно-деформированное состояние и прочность шпангоута авиационного двигателя из полимерных композиционных материалов»

на соискание ученой степени кандидата технических наук

по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела

Пеленев Константин Александрович поступил в Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ) на специальность «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов» в 2010 году и закончил его в 2015 году. С 2015 по 2019 год проходил обучение в очной аспирантуре при кафедре «Механика композиционных материалов и конструкций» ФГАОУ ВО ПНИПУ по специальности 1.1.8. «Механика деформируемого твердого тела», совмещая учебу с работой в должности инженера научно-образовательного центра авиационных композитных технологий (НОЦ АКТ) ФГАОУ ВО ПНИПУ.

За время обучения в аспирантуре Пеленев К.А. зарекомендовал себя грамотным, эрудированным специалистом в области механики композиционных материалов и конструкций, математического моделирования, численных методов и экспериментальных исследований. Теоретические знания, полученные при обучении в аспирантуре, Пеленев К.А. успешно использовал в научно-исследовательской работе и инженерной практике в НОЦ АКТ ПНИПУ при проектировании, разработке технологии и проведении испытаний опытных образцов конструкций из композиционных материалов для новых российских авиационных двигателей. При его непосредственном участии проведены расчеты, разработана технология, изготовлены и проведены лабораторные испытания опытных образцов шпангоутов из композиционного материала для реверсивного устройства авиационного двигателя ПД-14.

По завершению обучения в аспирантуре Пеленев К.А. получил навыки теоретических и экспериментальных исследований в области механики композиционных материалов и конструкций, продемонстрировал способность самостоятельной организации, проведения исследований и решения научно-технических задач при создании новых образцов композитных конструкций.

Диссертация Пеленева К.А. — самостоятельное исследование, написанное на актуальную тему, посвященное исследованию влияния структуры и свойств композиционных материалов на механические характеристики компо-

зитных конструкций. Объектом исследования диссертации является задний шпангоут реверсивного устройства из полимерных композиционных материалов для нового российского авиационного двигателя. Целью исследования являлось выявление зависимости жесткости и прочности шпангоута от схемы армирования и характеристик применяемых в конструкции композиционных материалов. Автором доказана научная гипотеза о возможности создания исследуемого шпангоута из полимерных композиционных материалов, не уступающего по жесткости и прочности заданному металлическому прототипу, эквивалентному ему по геометрическим размерам и обеспечивающему более чем двукратное снижение массы.

Автором диссертационной работы лично получены следующие теоретические и экспериментальные результаты исследований, описывающие закономерности деформирования и разрушения шпангоута авиационного двигателя и обладающие научной новизной:

- Показано, что особенностью механического деформирования заднего шпангоута реверсивного устройства авиационного двигателя при эксплуатационных нагрузках является локальный изгиб из плоскости с отгибом переднего фланца; эти особенности деформирования исследуемого шпангоута, отличающие его от аналогичных элементов корпусных деталей авиационной и ракетной техники, определяют стратегии выбора рациональных схем армирования при создании конструкции шпангоута из ПКМ;

- Установлено, что для повышения жесткости в конструкторско-технологических схемах шпангоута из ПКМ, изгибаемого из плоскости, необходимо использовать армирование высокомодульным углепластиком с углами $\pm 45^\circ$ или $\pm 25^\circ$, при этом кольцевое армирование (90°) является неэффективным; запас прочности композитного шпангоута в несколько раз выше титанового прототипа, а его разрушение сопровождается расслоением при отгибе фланца;

- Разработаны математические модели и методики расчета НДС, оценки прочности и выбора рациональной схемы армирования шпангоута из ПКМ, изгибаемого из плоскости;

- Разработаны новые методики лабораторных механических испытаний шпангоута и его сегментов, позволяющие экспериментально подтвердить теоретические оценки жесткости и прочности шпангоута при эксплуатационных нагрузках;

- Апробирована методика регистрации деформаций в режиме реального времени при испытании композитных конструкций с помощью системы волоконно-оптических датчиков и программно-аппаратного комплекса

расшифровки сигналов; показано, что датчики позволяют регистрировать появления расслоений и выделять этапы разрушения композитной конструкции.

Изложенные в диссертации результаты являются новыми и имеют важное практическое значение. Разработанные методики расчета НДС, оценки прочности и лабораторных механических испытаний натуральных образцов и сегментов шпангоутов из полимерных композиционных материалов позволяют выбирать и экспериментально подтверждать рациональные схемы армирования, обеспечивающие получение заданных характеристик шпангоутов авиационных двигателей. Разработанная методика использования волоконно-оптических датчиков для регистрации деформаций композитных конструкций в режиме реального времени при лабораторных испытаниях может быть использована для создания системы мониторинга НДС конструкций. По результатам исследований сделаны рекомендации по проектированию, выбору полимерных композиционных материалов и схем армирования шпангоута реверсивного устройства авиационного двигателя для обеспечения требуемой жесткости и прочности. Результаты исследований внедрены в АО «Авиадвигатель» (614990, г. Пермь, ул. Комсомольский проспект, 93) и использовались при выполнении научно-исследовательских работ по государственному заданию 11.2391.2017/4.6 «Разработка системы мониторинга состояния конструкций из полимерных композиционных материалов для современных авиационных двигателей на основе встроенных волоконно-оптических датчиков».

Результаты теоретических и экспериментальных исследований Пеленева К.А. по теме диссертационной работы представлены в 7 статьях, в том числе, 4 - опубликованы в журналах, входящих в перечень SCOPUS, и апробированы на международных и всероссийских научных конференциях. Диссертация Пеленева К.А. является законченной научно-исследовательской работой в области механики деформируемого твердого тела и полностью соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Содержание материалов диссертации полностью соответствует специальности 1.1.8 Механика деформируемого твердого тела.

Считаю, что диссертация «Напряженно-деформированное состояние и прочность шпангоута авиационного двигателя из полимерных композиционных материалов» по научной специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела представляет законченное исследование, выполненное на актуальную тему, содержит ряд новых научных результатов, и имеет большое практическое значение, а ее автор, Константин Александрович Пеленев, сформировался как научный сотрудник, который может самостоятельно ста-

вить и решать сложные научные проблемы механики деформируемого твердого тела, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Научный руководитель:

И.о. заведующего кафедрой «Механика композиционных материалов и конструкций» Пермского национального исследовательского политехнического университета, доктор технических наук (01.02.04), профессор

Александр Николаевич Аношкин

(614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, тел.: (342)2391294, email: mkmk@pstu.ru)

04.10.2021 2



[Handwritten signature]

Аношкин А.Н.

Подпись Аношкина А.Н. заверяю
Ученый секретарь Ученого совета ПНИПУ
к.и.н. доцент



[Handwritten signature]

/Макаревич В.И.