

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.15

Соискатель: Орлов Максим Андреевич

Тема диссертации: «Разработка технологии создания элементов газотурбинного двигателя из полимерных композиционных материалов с применением автоматизированной нашивки углеродного ровинга» выполнена на кафедре «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» (Московский Политех)

Специальность: 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации: на заседании 01 декабря 2020 года, протокол № 125/20, диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, по научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению она удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить **Орлову Максиму Андреевичу** ученую степень кандидата технических наук

Присутствовали:

Мамонов А.М. – председатель диссертационного совета;

Скворцова С.В. – ученый секретарь диссертационного совета;

Члены диссертационного совета:

Абраимов Н.В., Бабаевский П.Г., Бецофен С.Я., Бухаров С.В., Егорова Ю.Б., Коллеров М.Ю., Конкевич В.Ю., Костина М.В., Крит Б.Л., Лозован А.А., Моисеев В.С., Никитина Е.В., Серов М.М., Слепцов В.В., Терентьева В.С., Шляпин С.Д., Шляпин А.Д., Эпельфельд А.В.

Ученый секретарь
диссертационного совета

С.В. Скворцова

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.15,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 01 декабря 2020 года № 125/20

О присуждении Орлову Максиму Андреевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка технологии создания элементов газотурбинного двигателя из полимерных композиционных материалов с применением автоматизированной нашивки ровингом» по специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы» принята к защите 22 сентября 2020 г., протокол № 113/20 диссертационным советом Д 212.125.15, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4, приказ о создании совета № 129/нк от 22.02.2017г. и приказ о внесении изменений в состав совета № 692/нк от 18.11.2020г.

Соискатель Орлов Максим Андреевич, 1990 года рождения, в 2014 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана». В 2018 году окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет», работает заведующим лаборатории в федеральном государственном бюджетном

образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель:

доктор технических наук Шаталов Роман Львович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет», кафедра «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии», профессор;

Официальные оппоненты:

Тимофеев Анатолий Николаевич, доктор технических наук, Акционерное общество «Композит», первый заместитель генерального директора;

Насонов Фёдор Андреевич, кандидат технических наук, Публичное акционерное общество «Авиационная холдинговая компания «Сухой», научно-исследовательское отделение технологии, инженер-технолог 1 категории дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова» Российской академии наук, г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Куперманом А.М., доктором технических наук, главным научным сотрудником и утвержденном директором Надточенко В.А., указала, что по научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению диссертационная работа соответствует требованиям п.п. 9 – 14 Положения о присуждении учёных степеней в редакции Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор заслуживает

присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Соискатель имеет 35 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 20 работ, из них в изданиях, входящих в перечень ВАК, 18 работ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1) Orlov M.A., Kalinnikov A.N., Polikarpova I.A., Bogachev V.V., Kireinov A.V. and Solodilov V.I. Effect of technological parameters of production of tfp preforms of gas turbine engine blades on their physical and mechanical properties // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. - 2020. - Volume 12. - Issue 6. - pp. 1367-1376

2) Nelyub V.A., Polikarpova I.A., Borodulin A.S., Orlov M.A. and Solodilov V.I. TFP technology as the advanced method of manufacture of 3d reinforced preforms // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. - 2020. - Volume 12. - Issue 6. - pp. 1377-1384

3) Orlov M.A., Kalinnikov A.N., Seleznev V.A., Shatalov R.L., Kireinov A.V., Povolokin O.V., Eremenko V.A. Modeling of dependencies of operational properties of three-dimensional reinforced products from composite materials on process-dependent parameters of preform production // International Journal of Applied Engineering Research. – India. – 2018. – Volume 13. - Issue 22. – pp. 15652-15661

4) Орлов М.А., Калинин А. Н., Поликарпова И.А. Разработка технологии создания предварительных заготовок элементов газотурбинного двигателя из полимерных композиционных материалов методом автоматизированной нашивки углеродного волокна // Новые технологии, материалы и оборудование российской авиакосмической отрасли: Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием: Сборник докладов. – Казань: Изд-во Академии наук РТ. – 2018. – с. 270-275.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных Орловым М.А. работах.

На автореферат поступило 9 отзывов от организаций: от ФГУП «ВИАМ» за подписью заместителя начальника лаборатории к.т.н. Гуняевой А. Г.; от ФГБУН «ИМЕТ» РАН за подписью заведующего лабораторией, д.т.н. Бурханова Г.С.; от НИТУ МИСиС за подписью профессора, д.т.н. Блинкова И.В.; от ПК «Салют» АО «ОДК» за подписью главного специалиста УГТ, д.т.н. Бурлакова И.А.; от ОНПП «Технология» им. А. Г. Ромашина за подписью начальника сектора научно-исследовательской лаборатории Богданова А.П.; от ФГУП «ЦИАМ» за подписью начальника отдела, д.т.н. Каримбаева Т.Д.; от АО «ЦНИИСМ» за подписью заместителя главного конструктора, к.х.н. Антипова Ю.В.; от АО «ГНИИХТЭОС» за подписью заместителя генерального директора по научной работе Гусейнова Ш.Л.; ООО «Аквифер» за подписью к.ф.-м.н., заместителя директора Михеева П.В.

Восемь отзывов положительные, в них отражена научная новизна, актуальность и практическая значимость работы, один отзыв отрицательный, некоторые содержат замечания, например:

- помимо испытаний экспериментальных образцов различными методами трехточечного и четырехточечного изгиба, а также разгонных испытаний, было бы полезно провести и другие испытания для подтверждения пригодности разработанной технологии для изготовления элементов ГТД ввиду того, что газотурбинные двигатели эксплуатируются в различных климатических условиях, под воздействием внешних факторов среды (например, исследование по определению водопоглощения, трещиностойкости, испытания в условиях действия влаги и прочее);

- не отражен экономический эффект применения данной технологии в промышленности;

- из текста реферата не ясно, чем обусловлен выбор материалов для исследований, а именно арамидного волокна Русар-С, имеющего термостойкость не выше 250°C, эпоксидной композиции для изготовления лопаток на основе tfr-преформ, имеющую температуру эксплуатации до 80°C. При этом автор далее упоминает углепластик ВКУ-38ТР и

высокотемпературное фталонитрильное связующее PN-3M, работающие до температуры 400-450°C. Преформы лопаток, использованные при проведении исследований напряженного состояния РКЦК в поле центробежных сил на разгоне стенде РС-1Д при нормальной и повышенной температуре применительно к условиям эксплуатации компрессора ГТД в интервале температур от 20 до 330°C были выполнены на основе высокотемпературного фталонитрильного связующего PN-3M. Не ясно, для чего были исследованы преформы на основе эпоксидной композиции

- в главе 6 приведены результаты разгонных испытаний рабочего колеса центробежного компрессора малого газотурбинного двигателя. Однако не приведены сравнительные ресурсные данные с деталями, изготовленными по существующей технологии.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области данной диссертационной работы, подтвержденной наличием у них соответствующих публикаций, а также их согласием.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана математическая модель для расчета нормальных и касательных напряжений слоистого полимерного материала, позволяющая определять распределение напряжений в подложке, контактном слое и по толщине композита;

доказана перспективность использования поперечной укладки основных слоев арамидного волокна при армировании предварительных форм изделий из полимерных композиционных материалов для повышения надежности конечных элементов конструкций.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **доказана** возможность изменения конечных свойств получаемого углепластика и преформ от технологических параметров процесса нашивки. Показано, что при плотности 50-60 у.е. с шагом 10 мм наблюдается

существенное увеличение прочностных характеристик углепластика, по сравнению с прессованными композиционными полимерными изделиями;

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых методов исследования структуры и механических свойств материалов, в том числе: измерение плотности, напряжения и энергии разрушения, механических испытаний на трехточечный изгиб, кручение и ударную вязкость при комнатной температуре.

изложены результаты исследований влияния содержания арамидного волокна, используемого в качестве армирующего материала, и способа его укладки на прочностные характеристики композиционного материала.

изучено влияние толщины нашитого пакета и шага прошивки на прочность углепластика. Показано, что при толщине нашитого пакета 4 мм и шаге прошивки более 4 мм происходит разрушение его внутренних слоев, что обусловлено механическим воздействием иглы на углеродное волокно.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана технологическая схема изготовления объёмно-армированных преформ лопаток газотурбинного двигателя из полимерного композиционного материала с применением автоматизированной нашивки ровингом, позволившая исключить влияние человеческого фактора на процесс производства, что позволило до 50% увеличить энергию разрушения и до 30% сдвиговую прочность нашивных материалов по сравнению с прессованными углепластиковыми. Лопатки компрессора ГТД на основе преформ, созданных по разработанной технологии, успешно прошли испытания и использованы для изготовления рабочего колеса центробежного компрессора МГТД на ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова».

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании с применением современных методов исследования, показана воспроизводимость результатов измерения

механических свойств; обработка результатов проводилась с использованием методов математической статистики.

идея базируется на анализе практики и обобщения передового опыта по теории и практике получения композиционных материалов и их применении, как в авиационном двигателестроении, так и в других отраслях экономики.

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном и активном участии в формировании цели и задач исследования, в проведении теоретических и экспериментальных исследований, анализе и обработке полученных результатов, их обобщении, формулировке рекомендаций и выводов по диссертации, в подготовке основных публикаций по теме диссертации, личном участии автора в апробации результатов исследования.

На заседании 01 декабря 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Орлову М.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы», участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 20, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Мамонов Андрей Михайлович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Скворцова Светлана Владимировна

01 декабря 2020 года

Начальник отдела УДС МАИ

Т.А. Аникина

