

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Орлова Максима Андреевича «Разработка технологии создания элементов газотурбинного двигателя из полимерных композиционных материалов с применением автоматизированной нашивки ровингом», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Преформа является ключевым элементом, определяющим эксплуатационные качества будущего изделия. Среди новых технологических методов изготовления преформ, автоматизированная нашивка ровингом является инновационным решением. Диссертация М.А. Орлова посвящена разработке технологии создания элементов газотурбинного двигателя из полимерных композиционных материалов с применением автоматизированной нашивки ровингом. В этом состоит её новизна, так впервые данная технология была предложена автором, исследована и применена для изготовления высоконагруженных деталей авиационного двигателя из полимерных композиционных материалов. Задача замены кропотливого ручного труда, имеющего место при выкладке слоистых изделий, на процесс их автоматизированной нашивки особенно актуальна при изготовлении малоразмерных деталей, и в частности для лопаток рабочего колеса центробежного компрессора. Преформы таких лопаток были изготовлены автором для ФГУП ЦИАМ им. П.И. Баранова, переработаны в изделие и затем прошли успешные разгонные испытания, таким образом, экспериментально подтвердив состоятельность предлагаемой автором технологии и правильный выбор технологических параметров. Стоит отметить то, что актуальной задачей, является промышленное производство композиционных материалов с трехмерной армирующей структурой. Тот факт, что для нашивки ровинга, автор задействовал серийно

выпускаемый класс вышивальных машин, позволяет предположить, что такое решение будет способствовать процессу внедрения данной технологии в авиационную промышленность.

В работе отмечены достоинства автоматизированной нашивки ровингом, связанные с наличием операции прошивки преформы в третьем направлении по сравнению с технологиями послойной выкладки монослоев ткани без прошивки. Затем исследовано влияние различных параметров технологии изготовления преформы на характеристики углепластика при квазистатическом изгибе и низкоскоростном ударе. Сложность характера разрушения не позволила однозначно определить лучшее сочетание технологических параметров. Много внимания уделено плоской задаче моделирования механических характеристик композиционного материала, полученного автоматизированной нашивкой ровингом. Для определения упругих свойств в продольном и поперечном направлениях в однонаправленно-армированных структурах используются известные модели Максвелла и Фойхта (см. Д.С. Аболиньш, 1965). Для слоёв с различной укладкой используется вариант равенства деформаций в слоях (см. диссертацию 85стр). Это позволяет написать обобщенные упругие характеристики в соответствии с моделью «смеси». В работе также аналитически исследуется влияние прошивочных нитей на возникновение местных напряжений в третьем направлении, в местах их взаимодействия с армирующими волокнами и подложкой. В приведенных соотношениях не учитывается влияние прошивочных нитей на механические характеристики в плоскости слоя. Поэтому возможность применения приведенных упругих и теплофизических характеристик к изделиям с трехмерно-армированной структурой должна быть экспериментально обоснована.

Тем не менее, озвученные недостатки не снижают ценности выполненной работы. Диссертация Максима Андреевича Орлова является завершающим этапом-научно исследовательской работы и соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, и критериям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением

Правительства РФ от 24.09.2013г. №842 (ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020), а её автор Орлов Максим Андреевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 - «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Начальник отдела конструкционной прочности композиционных и керамических материалов ФГУП ЦИАМ

доктор технических наук, профессор

Тельман Джамалдинович Каримбаев

Начальник сектора «Инновационные технологии изготовления деталей и узлов авиационных двигателей из композиционных и керамических материалов»

Старший научный сотрудник

Дмитрий Викторович Афанасьев

Подписи Т. Д. Каримбаева

и Д. В. Афанасьева удостоверяю

Ученый секретарь ЦИАМ

Доктор экономических наук

Доцент



Е.В. Джамай