

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Загидуллина Радмира Салимьяновича:  
«Совершенствование модели обеспечения качества проектирования и изготовления деталей и узлов аэрокосмических конструкций из полимерных композиционных материалов в условиях аддитивного производства», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства

Для удержания лидирующих позиций на международном коммерческом рынке изделий авиакосмической техники отечественным предприятиям необходимо модернизировать существующие и создавать новые технологические процессы.

Ведущую роль при этом играют технологии послойного синтеза (аддитивные технологии). Аддитивные технологии позволяют реализовать основные принципы создания материалов нового поколения и представляют собой инновационный подход к проектированию и изготовлению деталей по сравнению с традиционными методами литья и обработки на металлорежущих станках.

Бурное развитие аддитивных технологий, в том числе филаментов (материалов для 3D-печати), показало, что их использование в авиакосмической отрасли не только допустимо, но зачастую и существенно выгоднее традиционных методов производства.

На основании изложенного, считаем, что диссертация Радмира Салимьяновича Загидуллина, посвященное решению задачи по повышению качества деталей и узлов аэрокосмических конструкций из полимерных композиционных материалов, получаемых технологией FDM 3D-печати, является актуальной.

Для решения указанной задачи Радмир Салимьянович Загидуллин разработал:

1 Функциональная модель обеспечения качества деталей и узлов аэрокосмических конструкций из полимерных композиционных материалов, получаемых с использованием аддитивных технологий, основанная на применении робастных методов и подходов: QFD, FMEA, планирования экспериментов по методу Г. Тагути, отличающаяся одновременным применением экспертного параметрического проектирования характеристик деталей и узлов и процесса FDM 3D-печати и аналитического моделирования, позволяющего валидировать результаты проектирования.

2 Усовершенствованная методика анализа видов и последствий потенциальных несоответствий процесса 3D-печати (Additive Failure Mode and Effects Analysis, AFMEA), позволяющая комплексно анализировать 3 взаимосвязанных этапа: этапы проектирования, предпечатной подготовки, 3D-печати и учитывающая особенности аддитивного производства.

3 Методика нивелирования («компенсации») высокого уровня вариабельности диаметра прутка филамента для обеспечения качества деталей и узлов аэрокосмических конструкций из полимерных композиционных материалов, основанная на применении статистических методов и экспериментальных исследований.

4 Методика проектирования и изготовления деталей и узлов аэрокосмических конструкций из полимерных композиционных материалов в условиях аддитивного производства, основанная на применении робастных подходов: QFD, AFMEA, планирования экспериментов по методу Г. Тагути, методики нивелирования («компенсации») высокого уровня вариабельности диаметра прутка филамента в совокупности с программными системами трехмерного проектирования и инженерного анализа.

Функциональная модель обеспечения качества и усовершенствованная методика анализа видов и последствий потенциальных несоответствий процесса 3D-печати обеспечивают выполнение сквозного развертывания требований и качества системы проектирования, предпечатной подготовки и 3D-печати деталей и узлов.



Методика нивелирования обеспечивает устранение параллельных и угловых зазоров в напечатанных деталях и узлах, вызванных недоэкструзией вследствие высокого уровня варибельности диаметра прутка филамента.

Методика проектирования и изготовления, кроме разработанных методик и систем трехмерного проектирования и инженерного анализа, включает в себя планирования экспериментов по методу Г. Тагути, которое позволяет получить робастный технологический режим 3D-печати деталей и узлов.

Важно заметить, что предложенные Радмиром Салимьяновичем Загидуллиным методики прошли апробацию на действующем предприятии-изготовителе ракетно-космической техники.

К недостаткам работы можно отнести отсутствие в функциональной модели обеспечения качества анализа измерительных систем – MSA-анализа. Однако указанное замечание не является существенным и не снижает общей положительной оценки работы.

Полученные Радмиром Салимьяновичем Загидуллиным результаты отличаются научной новизной обладают теоретической и практической значимостью. Основные результаты диссертации опубликованы в 16 работах, в том числе в 7 статьях, опубликованных в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК России, в 4 статьях Scopus и Web of Science.

Диссертация Загидуллина Радмира Салимьяновича выполнена на актуальную тему, на высоком научно-техническом уровне и представляет собой завершённую научно-квалификационную работу. Диссертация полностью соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, а ее автор – Загидуллин Радмир Салимьянович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством. Стандартизация. Организация производства.

Я, Одинокоев Сергей Анатольевич, согласен на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата технических наук Загидуллина Радмира Салимьяновича и их дальнейшую проработку.

И.о. зав. кафедрой 1105 «Управление качеством и сертификация» МАИ, д.т.н., доцент  
+7(903)244-33-88, odinokovsa@mai.ru

  
С.А. Одинокоев

Подпись д.т.н., доцента, и.о. зав. кафедрой 1105 Одинокоева С.А. заверяю:

Директор института №11 «Институт материаловедения и технологий материалов», МАИ, к.т.н., доцент

  
А.В. Беспалов

Одинокоев Сергей Анатольевич

Полное название организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

Почтовый адрес организации: Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва, А-80, ГСП-3, 125993.

Телефон организации: +7 499 158-92-09

E-mail организации: mai@mai.ru

Сайт организации: mai.ru