

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук, доцента Чабаненко Александра Валерьевича на диссертационную работу Загидуллина Радмира Салимьяновича «Совершенствование модели обеспечения качества проектирования и изготовления деталей и узлов аэрокосмических конструкций из полимерных композиционных материалов в условиях аддитивного производства», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства

Актуальность темы диссертации

Аддитивные технологии на сегодняшний день одни из наиболее динамично развивающихся видов "цифрового" производства. Они позволяют добиться ускорения решения задач подготовки и настройки производства и уже активно применяются и для производства готовой продукции.

Одним из наиболее распространённых процессов аддитивного производства является FDM (Fused Deposition Modeling) 3D-печать, которую активно стараются применять для изготовления деталей и узлов изделий авиационно-космической техники из полимерных композиционных материалов.

В тоже время, недостаточная разработанность подходов и инструментария, направленных на обеспечение качества деталей и узлов аэрокосмических конструкций из полимерных композиционных материалов, выполненных с применением аддитивных технологий, технологического процесса печати и свойств полимерных композиционных материалов, используемых при послойном наплавлении, приводит к понижению качества напечатанных деталей и узлов, увеличению расхода материалов, применяемых в работе аддитивной установки, и в целом торможению внедрения аддитивных технологий на отечественные предприятия авиакосмической отрасли.

Необходимость решения задачи по повышению качества деталей и узлов аэрокосмических конструкций из полимерных композиционных материалов,

выполненных с применением аддитивных технологий, путем разработки модели и методик обеспечения качества системы проектирования, предпечатной подготовки и 3D-печати деталей и узлов, определяет актуальность темы диссертационной работы Загидуллина Радмира Салимьяновича.

Структура и содержание диссертации

Представленная к защите диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованных источников из 185 наименований. Работа включает в себя 89 рисунков, 22 таблицы и 3 приложения на 3 страницах. Содержание диссертации изложено на 171 страницах машинописного текста. Общий объем диссертации составляет 174 страницы.

Структура диссертации определена целью, задачами, научной новизной и экспериментальными исследованиями автора.

Научная новизна диссертации и полученных результатов

К наиболее существенным результатам, обладающих научной новизной следует отнести:

– робастную функциональную модель обеспечения качества робастная, которая обеспечивает выполнение сквозного развертывания требований и качества системы проектирования, предпечатной подготовки и 3D-печати деталей и узлов. Разработанная модель основана на робастных методах: метода развертывания функции качества (QFD), анализа видов и последствий потенциальных несоответствий (FMEA), планирования экспериментов по методу Г. Тагути в совокупности с программными системами трехмерного проектирования и инженерного анализа;

– усовершенствованную методику FMEA-анализа процесса 3D-печати, позволяющая комплексно анализировать систему проектирования, предпечатной

подготовки и 3D-печати деталей и узлов. Для усовершенствованной методики FMEA-анализа процесса 3D-печати разработаны:

1) новые шкалы баллов значимости и несоответствия, разработанные исходя из особенностей аддитивного производства для методики FMEA-анализа процесса 3D-печати;

2) введен новый элемент функционирования этапа процесса «Структура 3D-модели» на этапе предпечатной подготовки FMEA-анализа процесса 3D-печати, которая позволяет учитывать причины появления несоответствий построения «архитектуры» деталей и узлов.

– методика нивелирования («компенсации») высокого уровня вариабельности диаметра прутка филамента на основе результатов статистической обработки замеров диаметра прутка филамента и выявленных закономерностей выявленных в результате экспериментальных исследований:

1) зависимости среднего значения площади прямоугольного сечения S_{mid} от технологических параметров FDM 3D-печати;

2) зависимости среднего значения массы m_{mid} от технологических параметров FDM 3D-печати;

3) зависимости среднего значения предела прочности σ_{mid} от технологических параметров FDM 3D-печати.

Кроме того, автором введены новые термины и обозначения:

1) для усовершенствованной методика FMEA-анализа процесса 3D-печати введено название «Additive Failure Mode and Effects Analysis», AFMEA;

2) для технологических режимов FDM 3D-печати введены новые обозначения, а именно:

– для коэффициента потока – K_F (flow coefficient);

– для коэффициента выравнивания потока – K_{FER} (flow equalization ratio).

3) для зазоров с максимальным значением, возникающих в напечатанных

деталей и узлах из-за недоэкструзии филамента, введены названия и их обозначения:

– для максимальных зазоров между внутренними параллельно экструдированными (расположенными) нитями – максимальный параллельный зазор Z_{pmax} (maximum parallel);

– для максимальных зазоров между стенкой и внутренними параллельно экструдированными нитями – максимальный угловой зазор Z_{cmax} (maximum corner).

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений

Научные положения, выводы и заключения диссертации Загидуллина Радмира Салимьяновича получены с использованием метода развертывания функции качества (QFD), анализа видов и последствий потенциальных несоответствий (FMEA), планирования экспериментов по методу Г. Тагути, статистических методов управления качеством, методов квалиметрии, методов математического моделирования.

Достоверность научных положений, выводов и результатов диссертации обеспечивается:

– анализом существующих методов и подходов к обеспечению качества;
– экспериментальными исследованиями на базе Самарского университета;

– апробацией и практикой применения на действующем предприятии авиакосмической отрасли по выпуску космических аппаратов и ракет-носителей АО «Ракетно-космический центр «Прогресс».

Значимость результатов для науки и практики (производства)

Теоретическая значимость результатов диссертации Радмира Салимьяновича Загидуллина заключается в совершенствовании методов и подходов управления качеством в авиакосмической отрасли. Эти методы и подходы обеспечивают выполнение требований потребителей к деталям и узлам аэрокосмических конструкций из полимерных композиционных материалов, получаемых с использованием технологии FDM 3D-печати, и снижают возможные риски появления несоответствий, как в конструкции, так и в процессах предпечатной подготовки и изготовления.

Практическая значимость работы заключается в разработке методики 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, и методики нивелирования («компенсации») высокого уровня вариабельности диаметра прутка филамента в совокупности с программными системами трехмерного проектирования и инженерного анализа. Предложенные методики обеспечения качества прошли апробацию и используются АО «Ракетно-космический центр «Прогресс» для разработки и изготовления соединительных узлов датчико-преобразующей аппаратуры ракет-носителей и космических аппаратов.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат диссертации полностью соответствует основному содержанию диссертационной работы.

Замечания и недостатки по диссертации

1. В четвертой главе диссертации в методике проектирования и

изготовления отсутствует информация об этапе наладки FDM 3D-принтера перед печатью деталей и узлов.

2. В четвертой главе диссертации в методику проектирования и изготовления следовало добавить этап цифрового контроля напечатанных деталей и узлов, например, с помощью 3D-сканера.

3. В четвертой главе диссертации в методику проектирования и изготовления следовало добавить этап неразрушающего контроля (например, ультразвукового), полостей, включений и других факторов для особо ответственных деталей и узлов аэрокосмической конструкции.

Важно отметить, что указанные замечания не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертации.

Оценка работы в целом

Считаю, что по актуальности выбранной темы, степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, полученных лично автором, их достоверности и научной новизне рецензируемая диссертация «Совершенствование модели обеспечения качества проектирования и изготовления деталей и узлов аэрокосмических конструкций из полимерных композиционных материалов в условиях аддитивного производства» является завершенной научно-квалификационной работой, отвечающей требованиям к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук требованиям ВАК Минобрнауки России. На основании изложенного выше полагаю, что Загидуллин Радмир Салимьянович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Диссертация рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством

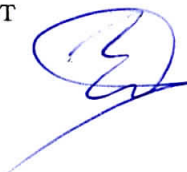
продукции. Стандартизация. Организация производства на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева».

Заключение

Диссертация соискателя является самостоятельным, серьезным и тщательно выполненным научным исследованием. Тексты диссертации и автореферата написаны ясно и аккуратно. По каждой из четырех глав сформулированы обоснованные выводы. Результаты, полученные автором диссертационного исследования, достоверны, выводы и заключения вполне обоснованы. Диссертация работа соответствует паспорту специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства. Таким образом, диссертация Загидуллина Радмира Салимьяновича является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена задача, имеющая существенное значение для выбранного объекта исследования. Диссертация отвечает критериям, изложенным в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №2 842 (в редакции от 11.02.2021 года). Автореферат адекватно отражает основное содержание диссертационной работы. Диссертационная работа «Совершенствование модели обеспечения качества проектирования и изготовления деталей и узлов аэрокосмических конструкций из полимерных композиционных материалов в условиях аддитивного производства» оценивается положительно, а ее автор Загидуллин Радмир Салимьянович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук,
доцент кафедры инноватики и
интегрированных систем
качества
ФГАОУ ВО «Санкт-
Петербургский
государственный университет
аэрокосмического
приборостроения»



Чабаненко Александр Валерьевич

Контактная информация:

Чабаненко Александр Валерьевич

Кандидатская диссертация защищена по специальности 05.02.23 –
Стандартизация и управление качеством продукции
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения», доцент кафедры инноватики и
интегрированных систем качества

190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.67

Тел.: +7 (952) 364-24-76

E-mail: a@chabanenko.ru

