

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
д-ра техн. наук Айдарова Дмитрия Васильевича

на диссертационную работу Алексеева Вячеслава Петровича
«Совершенствование инструментов повышения качества продукции в
процессах производства деталей методом селективного лазерного
сплавления», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством
продукции. Стандартизация. Организация производства

Актуальность диссертационной работы

В работе рассматриваются вопросы обеспечения параметров качества и их стабильности при изготовлении деталей горячего тракта газотурбинных двигателей (ГТД) и газотурбинных установок (ГТУ) технологией селективного лазерного сплавления. Автор решает одну из основных проблем аддитивного производства аэрокосмической техники, которая связана с большим влиянием факторов, природа которых не всегда определена, на процесс лазерного синтеза, и, как следствие, изменчивости параметров качества опытных образцов.

Актуальность работы обусловлена тем, что исследуются модели оценки рисков на основе анализа видов, последствий и причин потенциальных несоответствий технологического процесса (PFMEA) аддитивного производства, так как традиционные методы статистического управления процессами и анализа воспроизводимости и пригодности процесса не работают. Кроме этого, исследуемые параметры качества деталей горячего тракта ГТД и ГТУ играют ключевую роль при внедрении аддитивного производства авиационных двигателей, энергетических и газоперекачивающих агрегатов и других изделий авиационно-космической техники, так как геометрические параметры этих деталей во многом определяют технико-экономические характеристики двигателя в целом.

Входящий №	206-2978
Дата	27 НОЯ 2024
Самарский университет	

Оценка структуры и содержания работы

Содержание и структура диссертации находятся в логическом единстве и соответствуют поставленной цели исследования. Диссертационная работа написана по проблемно-тематическому принципу, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы. Общий объем работы составляет 132 страницы, включая 35 рисунков, 11 таблиц, 109 наименований использованных литературных источников.

Во введении обосновывается актуальность темы, сформулированы объект и предмет, методы исследований, приведены основные положения, выносимые на защиту. Отмечена новизна и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе проведен обзор и анализ особенностей технологии селективного лазерного сплавления, подходов и методов обеспечения и управления качеством изделий, изготовленных технологией селективного лазерного сплавления.

Во второй главе автор приводит функциональную модель процесса селективного лазерного сплавления (СЛС), включающего ключевые этапы и артефакты, которые связаны отношениями принадлежности с картой дефектов, выявленных в процессе СЛС, с целью комплексного анализа потенциальных несоответствий. Автором приведены факторы, оказывающие влияние на показатели качества процесса СЛС, которые сопоставлены с основными операциями технологического процесса. Разработаны подход к сегментации рынка изделий, полученных методом СЛС, в соответствии с требованиями потребителей к обеспечению показателей качества и методика поэтапного развертывания функции качества.

В третьей главе представлена методика статистического анализа воспроизводимости процесса производства изделий со сложной геометрией малыми сериями, отличающаяся разработкой

модифицированных целевых краткосрочных контрольных карт и определением индексов воспроизводимости. Условия нарушения воспроизводимости аддитивного процесса определены дисперсиями отклонений размеров от номинальных значений при условиях равенства допусков на размеры, анализом контрольных карт средних всех отклонений (по группам однородности). Также автором определены основные метрики воспроизводимости и управляемости процессом для коротких серий, которые рассчитаны по отклонениям и наличие (отсутствие) тренда смещения среднего отклонений от центра поля допуска.

В четвертой главе представлена апробация разработанной методики статистического анализа на основе краткосрочных контрольных карт применительно к заготовкам лопаток соплового аппарата турбины ГТД изготовленных технологией СЛС из порошка жаропрочного сплава ВЖ159. Автором разработан алгоритм обеспечения показателей качества технологического процесса изготовления заготовок лопаток соплового аппарата турбины из порошка жаропрочного сплава технологией СЛС, отличающийся использованием методики статистического анализа воспроизводимости процесса производства изделий на малых сериях.

В заключении приведены основные выводы по результатам диссертационной работы.

В целом, работа логически понятна, изложена технически грамотным языком. В конце каждой главы представлены полученные результаты. Общее оформление работы соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Новизна проведенных исследований и полученных результатов

В результате проведенных исследований, Алексеевым В.П. разработаны следующие модели и методики, обладающие научной новизной:

- методика сегментации требований потребителя к изделиям для процесса селективного лазерного сплавления на основе метода QFD, отличающаяся от известных решений определением уровня значимости связей между требованиями потребителя к продукции и технологическими параметрами подготовки и реализации процесса селективного лазерного сплавления;

- подход к созданию инструмента оценки рисков на основе анализа видов, последствий и причин потенциальных несоответствий технологического процесса селективного лазерного сплавления (PFMEA), отличающийся от известных решений алгоритмом получения матрицы рисков, обеспечивающим ее полноту и непротиворечивость за счет выявления структурно-логических связей между ключевыми этапами жизненного цикла изделий при их функциональном моделировании и накопленной статистикой по несоответствиям на основе разработанной карты классификации выявленных дефектов;

- методика статистического анализа управления качеством селективного лазерного сплавления, включающая анализ воспроизводимости процесса производства изделий со сложной геометрией малыми сериями и отличающаяся от известных решений разработкой и применением модифицированных целевых краткосрочных контрольных карт и индексов воспроизводимости технологического процесса;

- алгоритм управления показателями качества в технологических процессах изготовления изделий со сложной геометрией методом селективного лазерного сплавления, отличающийся от аналогов интеграцией методик статистического анализа воспроизводимости процесса производства изделий на малых сериях и PFMEA для селективного лазерного сплавления.

Полученные результаты соответствуют п. 7 «Научные основы управления рисками и предотвращения несоответствий в технических и

организационных системах»; п. 8 «Разработка научно-практического статистического инструментария управления качеством» паспорта специальности 2.5.22. - Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Степень обоснованности и достоверности

Достоверность полученных научных положений диссертационного исследования Алексеева В.П. обеспечивается анализом существующих подходов к обеспечению качества изделий, изготовленных технологией СЛС, валидацией предложенных моделей и методов, практикой их применения для отдельных организаций.

Значимость результатов, полученных автором диссертации

Практическая значимость полученных Алексеевым В.П. результатов подтверждается актами внедрения разработанной методики PFMEA в производственный процесс изготовления деталей сложной геометрии методом СЛС в АО «Лазерные системы» и методики статистического анализа воспроизводимости процесса производства изделий со сложной геометрией малыми сериями на предприятии ООО НПО «Базовое машиностроение».

Учебно-практическая значимость работы обусловлена внедрением разработанных методов и моделей управления качеством СЛС при изготовлении изделий со сложной геометрией малыми сериями в лабораторные и практические занятия обучающихся по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Развитие технологий аддитивного производства и методов управления качеством СЛС является необходимой задачей предприятий,

так как степень использования аддитивных технологий является ключевым индикатором индустриальной мощности государства, его инновационного развития.

Приведенные в работе результаты свидетельствуют о том, что решены актуальные научные задачи в разработке комплексного подхода к управлению качеством СЛС, который базируется на функциональной модели процесса, методе анализа рисков потенциальных несоответствий на ключевых этапах ЖЦИ и адаптированном статистическом методе управления качеством с применением модифицированных контрольных карт для малых серий.

Публикации по теме диссертации

По результатам исследований, представленных в диссертационной работе, опубликовано 14 научных работ, из них 5 статей - в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК России; 1 статья - в журнале, индексируемом в базе данных Scopus; получено 3 патента на изобретения.

Соответствие автореферата диссертационной работе

Автореферат соответствует тексту и структуре диссертации, в нем четко и логично изложены актуальность, цели и задачи исследования, объект и предмет исследования, сформулированы научная новизна и значимость полученных результатов.

Замечания по диссертационной работе

Отмечая положительные стороны диссертации Алексеева В.П., следует обратить внимание на следующие замечания.

1. В тексте диссертации неоднократно упоминается о множественном и сложном характере воздействия факторов внешней среды на процесс аддитивного производства. Приведена классификация этих факторов, агрегированных по группам: материалы, оборудование, параметры

процесса. Однако в явном виде не указывается, вариативность каких факторов, влияющих на показатели качества, носит стохастический характер, а каких – вариабельный. Негативное действие последних можно было бы уменьшить, исключив систематические погрешности известными методами снижения вариабельности процесса.

2.Необходимо обосновать и указать целесообразность применения разработанного алгоритма управления качеством для малых серий к другим материалам и классам деталей авиационной техники (корпусные, тонкостенные, сложнопрофильные и т.д.).

3.Для сегментирования изделий по группам согласно спискам предъявляемых требований, автор применяет адаптированный под эту задачу метод разворачивания функций качества (дом качества). Среди списка анализируемых требований значится такой показатель как «требование по сложности реализации требований». Необходимо пояснение о целесообразности этого показателя, поскольку совершенно не очевидно, что этот показатель дает для решаемой задачи, как его оценивать количественно.

4.В диссертации не обоснована полнота приведенного перечня несоответствий для метода PFMEA процесса СЛС.

Данные замечания не снижают научного уровня представленной на отзыв работы и являются рекомендациями для проведения дальнейших исследований.

Заключение

Диссертация Алексеева Вячеслава Петровича на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена актуальная задача обеспечения показателей качества изделий, изготовленных технологией СЛС с агрегированием ключевых этапов и артефактов процесса СЛС для составления карты

E-mail: defense@samgtu.ru