

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.379.05,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 16 декабря 2024 г. №18
о присуждении Алексееву Вячеславу Петровичу, гражданину Российской
Федерации, учёной степени кандидата технических наук

Диссертация «Совершенствование инструментов повышения качества продукции в процессах производства деталей методом селективного лазерного сплавления» по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства – принята к защите 15 октября 2024 г. (протокол заседания № 17) диссертационным советом 24.2.379.05, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (443086, г. Самара, Московское шоссе, 34) приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19 апреля 2022 г. № 379нк, с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 21.05.2024г. №482/нк.

Алексеев Вячеслав Петрович, 21 апреля 1990 года рождения, в 2013 году окончил федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)». В 2024 году освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский

университет имени академика С.П. Королева» по направлению подготовки 27.06.02 Управление в технических системах. С 2013 года по настоящее время Алексеев В.П. работает в должности старшего преподавателя кафедры технологий производства двигателей федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре технологий производства двигателей федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Хаймович Александр Исаакович, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», кафедра технологий производства двигателей, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты: Айдаров Дмитрий Васильевич, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», кафедра «Техносферная безопасность и управление качеством», профессор; Пантюхин Олег Викторович, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет», кафедра промышленной автоматизации и робототехники, профессор – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург – в своём положительном отзыве, подписанном заместителем заведующего кафедрой ЮНЕСКО «Управление качеством образования в интересах устойчивого развития», доктором экономических наук, профессором Глуховым В.В., ассоциированным членом, профессором кафедры ЮНЕСКО «Управление качеством образования в интересах

устойчивого развития», доктором экономических наук, профессором Бабкиным А.В., директором Высшей школы передовых цифровых технологий Передовой инженерной школы «Цифровой инжиниринг», кандидатом экономических наук, доцентом Левенцовым В.А. и утверждённом первым проректором, доктором технических наук, профессором, членом-корреспондентом Российской академии наук Сергеевым В.В., указала, что диссертационная работа по актуальности, результатам, обладающим научной новизной, практической значимости и достоверности, уровню апробации и степени опубликованности соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Алексеев В.П., заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Соискатель имеет 25 работ, в том числе по теме диссертации 14 работ, из них 5 научных статей опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК России; 1 статья - в издании, индексируемом базой Scopus/Web of Science, получено 3 патента на изобретение. Общий объем публикаций составляет 6,875 п.л., в том числе 2,8 п.л. – личный вклад автора.

В работах, опубликованных в соавторстве, Алексееву В.П. принадлежат следующие результаты: разработан алгоритм к созданию инструмента оценки рисков на основе анализа видов, последствий и причин потенциальных несоответствий технологического процесса селективного лазерного сплавления (PFMEA); разработана методика статистического анализа управления качеством селективного лазерного сплавления, включающая анализ воспроизводимости процесса производства изделий со сложной геометрией малыми сериями; разработан и алгоритм управления показателями качества в технологических процессах изготовления изделий со сложной геометрией методом селективного лазерного сплавления; алгоритм апробирован при изготовлении заготовок лопаток соплового аппарата турбины газотурбинного двигателя методом селективного лазерного сплавления из порошка жаропрочного сплава ВЖ159 на установке SLM280HL.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Алексеев, В.П. Разработка модели оценки рисков, построенной на основе анализа видов, последствий и причин потенциальных несоответствий технологического процесса селективного лазерного сплавления (PFMEA) / В.П. Алексеев // Известия Тульского государственного университета. – 2024. – Вып. 9. – С. 89-93. (научная статья 0,625 п.л.)

2. Алексеев, В.П. Исследование точности изготовления заготовок соплового аппарата турбины, изготовленных технологией селективного лазерного сплавления на основе краткосрочных контрольных карт качества / В.П. Алексеев, А.И. Хаймович, В.Г. Смелов, В.В. Кокарева // Известия Самарского научного центра РАН. — 2023. — Т. 25. № 6. — С. 5-11. (научная статья 0,875 п.л./0,25 п.л.)

3. Agapovichev, A. Study of the structure and mechanical properties of samples obtained by the selective laser alloying technology from the Inconel 738 heat-resistant alloy powder / A.A. Agapovichev, V.V. Kokareva, V.P. Alekseev, V.G. Smelov // Chernye Metally. – 2021. — Vol. 2021. Issue 1. — P. 67-71. (научная статья 0,625 п.л./0,2 п.л.).

4. Алексеев, В.П. Исследование точности и стабильности изготовления секций соплового аппарата турбины методом селективного лазерного сплавления на основе контрольных карт качества / В.П. Алексеев, А.И. Хаймович, В.Г. Смелов, В.В. Кокарева // Известия Самарского научного центра РАН. — 2020. — Т. 22. № 5 (97). — С. 28-35. (научная статья 1 п.л./0,25 п.л.)

На диссертацию и автореферат поступило 11 отзывов от организаций:

1. АО «Салют», подписан начальником бюро программного управления, к.т.н. Беловым Г.О. Замечание: статистические методы, примененные автором в функциональной модели, не всегда позволяют адекватно оценивать риски дефектов в условиях единичного производства.

2. АО «Новые инструментальные решения», подписан ведущим специалистом, к.т.н. Дружковым С.С. Замечание: в автореферате автор указывает, что разработанный алгоритм управления показателями качества в технологических процессах изготовления изделий со сложной геометрией апробирован при изготовлении заготовок лопаток соплового аппарата турбины ГТД методом СЛС из порошка жаропрочного сплава ВЖ159, при этом приведена информация лишь о контроле отклонений геометрических параметров (координат профиля сечения пера)

лопаток от номинальных значений. Данные о контроле микрогеометрии (параметрах качества поверхностного слоя) пера лопаток не приводятся.

3. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет», подписан доцентом кафедры «Цифровые лазерные технологии», к.т.н. Земляковым Е.В. Замечания: к недостаткам автореферата стоит отнести апробацию алгоритма на примере одного показателя качества - геометрической точности. Другие показатели не исследованы.

4. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», подписан проректором по научной и инновационной деятельности, заведующим кафедрой механики и машиностроения, д.т.н., профессором Коноваловым С.В. и м.н.с. управления научных исследований Шуберт А.В. Замечание: в автореферате не указано, для каких материалов или их видов разрабатывается методика. Только косвенно можно предположить, и в заключительных главах это подтверждается, что методика разрабатывается для металлических сплавов. В автореферате отсутствует пояснение того, какая геометрия изделий относится к сложной и по какой методике оценивается сложность геометрии. Отсюда непонятные границы применимости разработанных методик и алгоритмов. В автореферате сказано (стр.8), что метод QFD позволяет определить ключевые показатели качества по результатам анкетирования Заказчика (потребителя), согласовать требования к продукции СЛС и отнести изделие, получаемое технологией СЛС к определенному сегменту, что позволяет для каждого сегмента разработать свою траекторию управления рисками на основе подходов PFMEA. Необходимо пояснение, что за сегмент, каковы его характеристики и набор данных, и каково количество таких сегментов (минимальное или максимальное).

5. ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», подписан профессором кафедры «Материаловедение», д.т.н., доцентом Кургановой Ю.А. Замечание: из содержания не ясны границы применимости разработанных методик, а именно: материалы, максимальные и минимальные размеры, точность изделий. Кроме того, в автореферате не уточняются критерии оценки масштаба партии.

6. ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», подписан доцентом кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация», к.т.н.

Адылиной А.П. Замечания: недостаточное описание и учет причин нарушения воспроизводимости процесса СЛС при апробации алгоритма управления показателями качества в технологических изготовления изделий со сложной геометрией.

7. ФГАОУ ВО «Оренбургский государственный университет», подписан директором Аэрокосмического института, д.т.н., профессором Сергеевым А.И. Замечание: представленный алгоритм комплексного управления качеством для производства деталей малыми партиями на практике был опробован только для одного изделия - лопатки соплового аппарата турбины ГТД, изготавливаемой методом СЛС. Ограниченная только одним изделием база данных эксперимента не позволяет сделать достоверные выводы об эффективности предложенного решения применительно к другим ДСЕ. Не отмечена доля личного участие автора в совместных публикациях.

8. ФГБОУ ВО «Иркутский Национальный исследовательский технический университет», подписан профессором кафедры «Автоматизации и управления», руководителем Иркутского филиала Ассоциации по сертификации «Русский Регистр», д.т.н., профессором Лонцихом П.А. Замечания: соискатель пишет: «Установлено, что контрольные карты являются преобладающими инструментами статистического управления процессами». Скорее всего, это справедливо. Однако, было бы хорошо конкретизировать, в чем контрольные карты приоритетны в сравнении с другими инструментами статистического управления процессами, например, гистограммами. А при обращении к контрольным картам, следует конкретизировать, о чем идет речь, т.е., это (р - карта) или (np - карта) или (с-карта)? (стр.6). Следует более аккуратно относиться к требованиям русского языка. Соискатель, например, пишет: «...Учитывая вышеизложенное, можно сформулировать следующую цель диссертационного исследования...». Ну, так если «можно сформулировать» и никто не против, то и формулируйте уже ее. (стр.4).

9. ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», подписан заведующим кафедрой «Биомедицинская инженерия», д.т.н., профессором Бодиным О.Н. и доцентом кафедры «Техническое управление качеством», к.т.н. Рудюком М.Ю. Замечания: в первых двух пунктах научной новизны и положений, выносимых на защиту, описываются разработки на основе методологий QFD и

PFMEA. По мнению рецензентов, целесообразно привести краткий анализ использования методологий QFD и PFMEA, иллюстрация которых приведена на рисунках 4, 5 и 6 автореферата. Согласно Правилу десятикратного увеличения затрат 1:10:100 одного и того же полезного эффекта от изделия можно достичь, затрачивая: 100 рублей на этапе его эксплуатации (обслуживание, ремонт, профилактика и т. д.); 10 рублей на этапе производства (более качественная комплектация, сборка и т. д.); 1 рубль на этапе его проектирования (лучшее продумывание конструкции и технологии изготовления изделия). Диссертационное исследование посвящено вопросам повышения качества на этапе производства, однако в процессе производства не рассмотрены вопросы, касающиеся влияния на качество продукции качества входного контроля МПК и качества инертной среды. На рисунке 4 автореферата приведён дом качества, устанавливающий связь между характеристиками продукции и требованиями к характеристикам процесса, согласно которому характеристики прочности зависят от инженерных характеристик одинаковым образом, поэтому неясно, зачем было разбивать их на три строки: пределы прочности при сжатии, растяжении и изгибе? Также неясно, почему не заполнена последняя строка дома качества. В автореферате не приведено обоснование применения модифицированных краткосрочных карт Шухарта. В обозначении алгоритма на рисунке 8 присутствуют неточности: скорее всего, вместо «ТТ» следует иметь в виду «ТП»?; из-за пересечений непонятно обозначение направления стрелок и, как следствие, соединение блоков «Сегментирование ТТ (ТП?) к изделию», «Общий протокол PFMEA» и «Индивидуальный протокол PFMEA».

10. ПАО «ОДК-Кузнецов», подписан руководителем проекта инновационного развития, к.т.н. Дмитриевым Д.Н. Замечание: отсутствие примера анкеты для определения ключевых показателей качества по результатам анкетирования Заказчика (потребителя). Из содержания автореферата связь между статистическими методами для малых серий и PFMEA в явном виде не прослеживается.

11. ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», подписан заведующим кафедрой технологий, сервиса и сертификации автомобилей, д.т.н., профессором Мезиным И.Ю. Замечания: на рисунке 2 (стр. 7 автореферата) в самом простом виде приведена диаграмма Исикавы для процесса селективного лазерного сплавления. Следовало более подробно

описать, какие показатели относятся к той или иной группе факторов. В тексте автореферата не указано, при каких значениях индекса воспроизводимости процесс считается воспроизводимым либо невоспроизводимым. На основании каких данных были получены численные значения данного индекса 0,96 и 0,53, приведенные на стр. 14 автореферата.

В отзывах с замечаниями отмечено, что указанные недостатки не являются определяющими, частично носят дискуссионный характер и в целом не снижают высокой оценки работы. Во всех отзывах отмечено, что диссертация соответствует требованиям ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и сделано заключение о возможности присуждения Алексееву В.П. учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их опытом и знаниями в области темы диссертации, что подтверждается их публикациями.

Д.т.н. Айдаров Д.В. является специалистом в области управления качеством продукции, стандартизации и организации производства, защитил диссертацию на степень д.т.н. на тему «Развитие теории и практики управления конкурентоспособностью в автомобилестроении на основе методологии потребительской ценности качества» по специальности 05.02.23 – Стандартизация и управление качеством продукции.

Д.т.н. Пантюхин О.В. является специалистом в области управления качеством продукции, стандартизации и организации производства, защитил диссертацию на степень д.т.н. на тему «Разработка методов двухступенчатого статистического контроля для комплексного автоматизированного производства» по специальности 05.02.23 – Стандартизация и управление качеством продукции.

Выбор федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, в качестве ведущей организации обосновывается степенью компетентности его научных сотрудников в области управления качеством продукции, стандартизации и организации производства. Сотрудники ведущей организации имеют публикации, близкие к теме диссертационного исследования. В СПбПУ действует диссертационный совет

У.2.5.22.01 по научной специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика к сегментации требований потребителей к изделиям для процесса селективного лазерного сплавления, основанный на методе функций развертывания качества (QFD). Отличительной особенностью методики является возможность указания уровня значимости взаимосвязей между требованиями потребителей к продукции и технологическими параметрами подготовки и выполнения процесса селективного лазерного сплавления;

предложен алгоритм оценки производственных рисков, основанный на анализе видов, последствий и причин потенциальных несоответствий (PFMEA) в технологическом процессе селективного лазерного сплавления, отличающийся от существующих решений способом формирования матрицы рисков. Этот подход обеспечивает ее полноту и непротиворечивость за счет выявления структурно-логических связей между ключевыми этапами жизненного цикла изделий в процессе функционального моделирования и анализа накопленной статистики по несоответствиям, опираясь на разработанную карту классификации обнаруженных дефектов;

выведены аналитические зависимости, позволяющие проводить расчеты индексов воспроизводимости процесса производства изделий на малых сериях, в основу которых положены средние выборочные значения отклонений;

доказана перспективность использования алгоритма управления показателями качества в технологических процессах производства изделий со сложной геометрией методом селективного лазерного сплавления на практике. Этот алгоритм выделяется среди аналогов благодаря интеграции методик статистического анализа воспроизводимости производственных процессов для малосерийного производства и метода PFMEA, адаптированного для селективного лазерного сплавления.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность управления процессом производства изделий со сложной геометрией для малых серий на основе данных статистического анализа и

модифицированных карт Шухарта с использованием полученных аналитических зависимостей для расчета индексов воспроизводимости.

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых методов управления качеством: структурно-функциональный анализ; метод развертывания функций качества (QFD); метод анализа потенциальных несоответствий (PFMEA) адаптированных для процесса селективного лазерного сплавления;

изложен комплексный алгоритм управления качеством селективного лазерного сплавления, который объединяет этапы жизненного цикла изделия. Анализ этих этапов основан на функциональной модели процесса, методе оценки рисков потенциальных несоответствий на ключевых стадиях жизненного цикла и адаптированном статистическом методе управления качеством, использующем специально разработанные модифицированные контрольные карты для малосерийного производства;

раскрыты и определены ранги значимости технологических параметров процесса селективного лазерного сплавления с точки зрения обеспечения их управляемости и значимости связи с потребительскими характеристиками изделий;

изучены на основе статистического анализа и метода PFMEA закономерности между воспроизводимостью процесса селективного лазерного сплавления и качественными характеристикам металлопорошковой композиции.

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

представлен подход к управлению качеством в технологических процессах изготовления изделий малыми сериями (партиями), характерной особенностью которых является сложная геометрия. Подход позволил разработать комплекс методик и показателей для управления качеством технологии селективного лазерного сплавления;

разработана методика сегментации требований потребителя к изделиям для процесса селективного лазерного сплавления на основе метода функций развертывания качества (QFD), которая на этапе заключения договора на изготовление позволяет согласовать с Заказчиком требования к изделию и сформировать индивидуальную траекторию обеспечения показателей качества;

определены основные дефекты процесса селективного лазерного сплавления и их связи с этапами жизненного цикла изделий при их производстве аддитивными технологиями;

создана методика анализа последствий и причин потенциальных несоответствий технологического процесса селективного лазерного сплавления, которая была внедрена на АО «Лазерные системы»;

разработана и внедрена на ООО Научно-Производственное Предприятие «Базовое машиностроение» методика статистического анализа управления качеством селективного лазерного сплавления на основе анализа воспроизводимости процесса производства изделий со сложной геометрией малыми сериями, примененная при изготовлении сопловых лопаток газотурбинных двигателей;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном современном оборудовании в лабораторных условиях и малосерийном производстве Самарского университета с применением современного измерительного оборудования, в частности, оптического трехмерного 3D-сканера RangeVision Pro, изготовление лопаток соплового аппарата турбины осуществлялось на современной установке селективного лазерного сплавления SLM280HL.

теория построена на известных методах управления качеством (QFD, PFMEA, SPC) и согласуется с полученными экспериментальными данными соискателя по теме диссертации;

достоверность результатов обеспечена обоснованным использованием допущений и ограничений, применяемых в теоретическом анализе; корректностью постановки задач исследования; применением классических статистических методов исследования; корректным использованием специализированного программного обеспечения для расчета статистических характеристик при анализе управляемости процесса селективного лазерного сплавления, а также апробацией результатов в промышленных условиях.

Личный вклад соискателя состоит во включенном участии на всех этапах процесса: разработке методики сегментации требований потребителя к изделиям для процесса селективного лазерного сплавления на основе метода функций разветвления качества (QFD); методики анализа последствий и причин потенциаль-

ных несоответствий технологического процесса селективного лазерного сплавления (PFMEA); методики статистического анализа управления качеством селективного лазерного сплавления на основе анализа воспроизводимости процесса производства изделий со сложной геометрией малыми сериями; алгоритма управления качеством в технологических процессах изготовления изделий со сложной геометрией технологией селективного лазерного сплавления; обобщении данных и написании на их основе научных статей в журналы ВАК и Scopus/Web of Science.

В ходе защиты диссертационной работы критических замечаний высказано не было. Соискатель Алексеев В.П. ответил на все задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 16 декабря 2024 г. диссертационный совет принял решение за новые научно-обоснованные технические, технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, присудить Алексееву В.П. учёную степень кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 13 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 11, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель

диссертационного совета 24.2.379.05,

академик РАН, д.т.н., профессор

Гречников Ф. В.

Учёный секретарь

диссертационного совета 24.2.379.05,

д.т.н., доцент

16.12.2024



Ерисов Я. А.