

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 19 декабря 2023 г. №20
о присуждении Назарову Денису Викторовичу, гражданину Российской
Федерации, учёной степени кандидата технических наук

Диссертация «Совершенствование модели обеспечения качества изготовления прецизионных тонкостенных деталей на примере гибких колес волновых зубчатых передач приводов солнечных батарей космических аппаратов» по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства – принята к защите 16 октября 2023 года (протокол заседания № 16) 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 Минобрнауки России № 379/нк от 19 апреля 2022 г.

Назаров Денис Викторович, 20 марта 1979 года рождения, в 2001 году окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный технический университет» по специальности «Металлорежущие станки и инструменты», в 2011 году окончил очную аспирантуру государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Самарский государственный технический университет», работает в должности старшего преподавателя кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении 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 производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении 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 Антипов Дмитрий Вячеславович, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», заведующий кафедрой производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении.

Официальные оппоненты:

Пантюхин Олег Викторович, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет», профессор кафедры «Промышленная автоматика и робототехника»;

Панюков Дмитрий Иванович, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», заведующий кафедрой «Транспортные процессы и технологические комплексы», – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва, в своём положительном заключении, принятом на заседании кафедры «Управление качеством и сертификация», подписанном и.о. заведующего кафедрой, д.т.н., доцентом Одиноким С.А., и утверждённом и.о. проректора по научной работе, д.т.н., профессором Равиковичем Ю.А., указала, что диссертационная работа актуальна, содержит научную новизну, имеет теоретическую и практическую значимость, соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор, Назаров Д.В., заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Соискатель имеет 25 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 20 работ, из них в рецензируемых научных изданиях,

рекомендуемых ВАК Минобрнауки России, – 5 работ, получены 2 патента РФ на изобретения. Суммарный объём принадлежащего соискателю опубликованного материала составляет 2,45 п.л. Из материалов совместных публикаций лично соискателю принадлежат: концептуальное описание численного моделирования процесса совместного деформирования заготовки и элементов технологической оснастки, формулировка математического аппарата процесса базирования с управляемым перемещением закрепляющих поверхностей при механической обработке прецизионных гибких зубчатых колес на оправке с рабочей частью в виде втулки из сплава с эффектом памяти формы (аналитическая и численная модели процесса термосилового взаимодействия рабочей части оснащения и заготовки); формирование подходов к экспериментальному исследованию образцов из материала с эффектом памяти формы, разработка оборудования для проведения экспериментальной проверки; описание структурной модели обеспечения качества волновых зубчатых передач, содержащих прецизионные тонкостенные цилиндрические детали; описание рисков и потенциальных отказов конструкции волновой зубчатой передачи и технологического процесса изготовления гибкого колеса; формулировка возможности применения оправки с силовым элементом из материала с эффектом памяти формы для финишных операций механической обработки в качестве приспособления-спутника.

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

1. Назаров, Д.В. Оценка рисков и потенциальных отказов при проектировании процесса изготовления гибких колес волновых зубчатых передач на основе методики PFMEA / Д.В. Назаров, Д.В. Антипов, О.В. Ломовской // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2023. – Т. 25. – № 3(113). – С.26-34 (научная статья 0,54 п.л./0,36 п.л.).

2. Назаров, Д.В. Экспериментальные исследования рабочей части оправки для прецизионного шлифования из материала с ЭПФ в лабораторных условиях / Д.В. Антипов, О.В. Ломовской, Д.В. Назаров, А.А. Шаров // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – Выпуск 4. – С.412-416 (научная статья 0,3 п.л./0,2 п.л.).

3. Назаров, Д.В. Определение напряженно-деформированного состояния при нарезании зубьев гибкого колеса на оправке с силовым элементом из материала с ЭПФ / Д.В. Назаров, Д.В. Антипов, Д.С. Горяинов, О.В. Ломовской // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – Выпуск 4. – С.419-424 (научная статья 0,4 п.л./0,2 п.л.).

4. Назаров, Д.В. Компьютерное моделирование процесса функционирования автореверсивной втулки из материала с памятью формы / Д.С. Горяинов, Е.Г. Громова, О.В. Ломовской, Д.В. Назаров, А. Н. Плотников, А.А. Шаров // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 20. – № 4-3(84). – С. 422-426 (научная статья 0,3 п.л./0,15 п.л.).

На автореферат диссертации поступило 11 отзывов от организаций:

1. АО «Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева», подписан заместителем начальника отделения, к.т.н. Шевцовым А.И. и ведущим научным сотрудником, к.ф.-м.н. Биткиным С.А. Замечания: 1. В классификации изделий с тонкостенными поверхностями (рисунок 1) желательно выделить объект исследования – гибкое колесо. Иначе, отсутствует понимание о цели составления классификации; 2. Не освещен вопрос долговечности (количество циклов стабильной работы) оправок с рабочей частью из материала с эффектом памяти формы.

2. ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», подписан профессором кафедры логистики и управления, д.т.н. Малышевой Т.В. Замечания: 1. В изображенной на рисунке 2 причинно-следственной диаграмме в качестве решаемой проблемы сформулировано «Профиль зубьев, толщина обода под зубчатым венцом». Это является наименованиями требований КД и ТД, но никак не проблемой. На наш взгляд уместно применить, как результат, «Несоответствие в операциях шлифования и зубофрезерования»; 2. Вызывает вопросы употребляемая автором терминология: «отказ конструкции» (стр. 8), «отказ операции» (стр. 11), что объясняется ошибками перевода с английского языка. По правилам русского языка, корректнее было бы выражение «отказ» заменить на «несоответствие».

3. ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», подписан доцентом кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация», к.т.н. Адылиной А.П. Замечание: недостаточный учет влияния человеческого фактора при внедрении результатов исследования в реальное производство.

4. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», подписан доцентом кафедры инноватики и интегрированных систем качества, к.т.н. Чебаненко А.В. Замечания: 1. Не вполне ясно, какой математический аппарат автор применяет в модели обеспечения качества прецизионных тонкостенных цилиндрических деталей; 2. Не до конца раскрыта реакция на связи между отказами оборудования и

аварийными ситуациями рассматриваемого элемента в представленном дереве отказов.

5. ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет», подписан и.о. заведующего кафедрой «Технология машиностроения», к.т.н. Чуранкиным В.Г. Замечание: в материалах автореферата не раскрыт вопрос контроля перемещения в радиальном направлении втулки из материала с ЭПФ при ее эксплуатации.

6. ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», подписан заведующим кафедрой «Прикладная математика и информатика», д.т.н. Извековым Ю.А. Замечания: 1. В автореферате указано численное моделирование, но не показана математическая модель обеспечения качества процесса функционирования рабочей поверхности оправки из материала с ЭПФ; 2. При описании третьей главы в автореферате представлена оценка рисков, фрагмент дерева отказов, но не приведены их численные значения или хотя бы оценки этих значений; 3. В автореферате не приведена схема алгоритма методики проектирования приспособлений с рабочей частью из материала с ЭПФ для выполнения финишных операций механической обработки.

7. ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьева», подписан заведующим кафедрой «Организация производства и управление качеством», д.т.н. Киселевым Э.В. Замечания: 1. Формулировка в первом абзаце теоретической и практической значимости работы (страница 5 автореферата): «...структурная модель обеспечивает требования заказчика к ресурсу работы механизмов...» некорректна. Вряд ли структурная модель может обеспечивать ресурс механизмов. Точнее было бы говорить о том, что построение и использования для анализа такой модели способствует снижению рисков появления отказов механизмов, связанных с несовершенством их конструкции и процессов изготовления; 2. Требуется пояснения формулировка на стр. 7 автореферата «Применив статистические методы управления качеством было установлено, что значительное количество отказов приводов...». Не ясно, о каких статистических методах идет речь и какова база проведенных исследований?

8. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», подписан доцентом кафедры информационно-управляющих систем института информатики и телекоммуникаций, к.т.н., доцентом Тынченко В.С. Замечания: 1. На рисунке 3 автореферата автор приводит описание структурной модели обеспечения

качества в достаточно вольном виде, не основываясь на существующих стандартах описания, причем выбор изобразительных средств кажется хаотичным – неясно, имеют ли смысловые отличия сплошные и штриховые линии; 2. На рисунке 5 автореферата имеется идущая вверх стрелка от блока отказов при «изготовлении гибкого колеса ВЗП», которая не имеет блока входа на втором слое (над блоком «Пескоструйная»).

9. АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева», подписан директором отраслевого центра крупногабаритных трансформируемых механических систем – заместителем генерального конструктора по механическим системам, к.ф.-м.н., профессором, чл.-кор. Российской инженерной академии Халимановичем В.И. и заместителем директора отраслевого центра крупногабаритных трансформируемых механических систем по конструированию и отработке автоматики и электромеханических приводных устройств систем космических аппаратов Порпылевым В.Г. Замечания: 1. Причинно-следственная диаграмма (рисунок 2) подходит к любой прецизионной детали. Не совсем понятно, что же в ней такого исключительного, присущего именно рассматриваемому объекту? 2. Надписи на рисунках воспринимаются с трудом из-за их мелкого масштаба.

10. ООО «Специальный Технологический Центр», утвержден генеральным директором Агафонниковым Р.Д., подписан ученым секретарем, к.т.н., профессором Аладинским В.А. и начальником НТЦ – генеральным конструктором по космическим системам и комплексам, к.т.н. Космодемьянским Е.В. Замечания: 1. В предлагаемой конструкции ВЗП отсутствует информация о выборе тел качения, а также влиянии выбранной системы смазочных материалов на конструктивные элементы; 2. В автореферате не приведено определение термина «структурная модель», используемого соискателем. Анализ содержанию рисунка 3 позволяет заключить, что на нем приведена схема методики, включающей совокупность методов обеспечения качества рассматриваемых деталей; 3. На странице 8 автореферата заявлены «структурный и функциональный анализ отказов конструкции» со ссылкой на рисунок 4. Однако на данном рисунке нет информации об этих видах анализа. В автореферате не приведены математические формулы, необходимые для выполнения этапов «структурной модели». Поэтому не понятно, как получены количественные результаты, приведенные на странице 11; 4. В автореферате отсутствуют схемы разработанных соискателем вариантов классификации рисков и потенциальных отказов и не пояснено, в чем состоит их отличие от существующих аналогов; 5. В автореферате не приведены математические

формулы, описывающие разработанные соискателем «математическую и численную модели функционирования рабочей поверхности оправки из материала с ЭПФ», а также «численную модель совместного деформирования технологической оправки из материала с ЭПФ», что затрудняет уяснение содержания данных моделей; 6. В автореферате отсутствуют схема и описание этапов разработанной соискателем «методики расчета параметров технологической оснастки». Не приведены количественные результаты сравнения эффективности предлагаемой методики с ее возможным аналогом; 7. Приведенные на страницах 13, 14 автореферата количественные результаты эффективности разработанных соискателем научных результатов не подтверждены необходимыми расчетами. Не пояснено, как было получено по показателю «годовая экономическая эффективность» значение 2,7 млн. рублей; 8. В автореферате применены сокращения FMEA, NQM, ANSYS, PFMEA, DFMEA, которые не раскрыты на английском и русском языках. На рисунке 6 обозначения на осях координат приведены размером шрифта, который неразличим. Данные факты затрудняют уяснения содержания научных положений, выносимых на защиту.

11. ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», подписан профессором кафедры «Промышленная логистика», д.т.н., профессором Бром А.Е. Замечание: На стр.8 указано, что «В результате реализации мероприятий предложена конструкторская модель ВЗП, не имеющая подшипника качения генератора волн. Суть предложенной разработки в том, что дорожки качения в ВЗП нанесены непосредственно на профиле генератора волн и на гибком зубчатом колесе». Однако, к сожалению, результаты соответствующих экспериментальных исследований и апробации в производстве указанной разработки в автореферате не приводятся.

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 Назарову Д.В. 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., доцент

Пантюхин О.В. является специалистом в области управления качеством и цифровых технологий в управлении качеством. Д.т.н., доцент Панюков Д.И. является специалистом в области управления рисками в технических системах, стандартизации и менеджмента качества.

Выбор федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва, в качестве ведущей организации обосновывается степенью компетентности его научных сотрудников в области менеджмента качества и организации производства и стандартизации. Сотрудники ведущей организации имеют публикации, близкие к теме диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложен подход к созданию структурной модели обеспечения качества механизмов, содержащих прецизионные тонкостенные цилиндрические детали, основанный на применении анализа видов и последствий потенциальных отказов (FMEA) на этапе конструкторско-технологической подготовки производства, отличающийся созданием оптимизированной конструкции механизма и совершенствованием процесса базирования прецизионных тонкостенных цилиндрических деталей в процессе механической обработки;

разработаны:

– математические (аналитическая и численная) модели обеспечения качества процесса функционирования рабочей поверхности оправки из материала с эффектом памяти формы при базировании прецизионных тонкостенных цилиндрических деталей с управляемым перемещением рабочих поверхностей оснастки; разработанные модели обосновывают и подтверждают возможность многоразового применения технологической оснастки с рабочей частью из материала с эффектом памяти формы;

– численная модель обеспечения качества процесса нарезания зубьев на гибком колесе в условиях базирования на оправке с управляемым перемещением рабочих поверхностей из материала с эффектом памяти формы, учитывающая деформации гибкого колеса в процессе нарезания зубьев и перемещения элементов профиля зуба, влияющие на точность шага, позволяющая предупредить появление несоответствий;

– методика проектирования и расчета показателей качества технологической оснастки для базирования прецизионных тонкостенных

цилиндрических деталей с управляемым перемещением рабочих поверхностей, особенностью которой является возможность управлять напряженно-деформированным состоянием заготовки, тем самым повышая качество детали.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

раскрыты несоответствия существующего технологического процесса требованиям повышения результативности финишных операций технологического процесса механической обработки за счет решения проблем базирования и закрепления тонкостенных прецизионных деталей в оснастке;

изучены методы и средства обеспечения качества закрепления тонкостенных заготовок, предложено использование оправки с рабочей частью из материала с эффектом памяти формы, обеспечивающей качество закрепления заготовки за счёт радиального натяга, вызванного контролируемым радиальным перемещением её рабочей поверхности в процессе закрепления заготовки;

предложена модель обеспечения качества прецизионных тонкостенных цилиндрических деталей в целом и гибких зубчатых колес, в частности, основанная на применении анализа видов и последствий потенциальных отказов (FMEA);

разработаны:

– математические модели обеспечения качества процесса функционирования рабочей поверхности оправки из материала с эффектом памяти формы при базировании прецизионных тонкостенных цилиндрических деталей с управляемым перемещением закрепляющих рабочих поверхностей;

– численная модель обеспечения качества процесса нарезания зубьев на гибком колесе, учитывающая деформации гибкого колеса в процессе нарезания зубьев и перемещения элементов профиля зуба, влияющие на разность шага, вследствие упругой разгрузки, обусловленной снятием материала заготовки при нарезании зубьев.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что

введены в технологическую документацию рекомендации по процессу нарезания и контроля зубьев на гибком колесе в условиях базирования в технологической оснастке с управляемым перемещением закрепляющих рабочих поверхностей;

разработана и внедрена на предприятии АО «Ракетно-космический центр «Прогресс» методика проектирования и расчета показателей качества технологической оснастки и порядок ее применения в процессе базирования

прецизионных тонкостенных цилиндрических деталей с управляемым перемещением закрепляющих рабочих поверхностей; экономический эффект от внедрения предложенных решений представляет собой снижение себестоимости агрегатов за счет уменьшения уровня дефектности гибких колес на 42% в следствие сокращения трудоемкости, материальных затрат, расходов на электроэнергию и производственных издержек.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построена на известных фактах и согласуется с опубликованными теоретическими и экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на системном подходе, квалиметрии, интеграции технологических, организационных и информационных процессов и последовательно-параллельном представлении процессов;

использован экспертный подход с применением требований менеджмента качества прецизионных тонкостенных деталей для формирования моделей и методики в части валидации соответствия деталей требованиям конструкторской и технологической документации.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в разработке структурной модели обеспечения качества волновых зубчатых передач, содержащих прецизионные тонкостенные цилиндрические детали и математических моделей обеспечения качества процесса функционирования рабочей поверхности оправки из материала с эффектом памяти формы, в создании численной модели обеспечения качества процесса нарезания зубьев на гибком колесе в условиях базирования на оправке с управляемым перемещением рабочих поверхностей из материала с эффектом памяти формы, внедрении методики проектирования и расчета показателей качества технологической оснастки и инструментов оптимизации технологического процесса изготовления гибких колес волновых зубчатых передач в АО «Ракетно-космический центр «Прогресс», в проведении расчетов, подготовке публикаций по выполненной работе. Все результаты, выносимые на защиту, получены автором либо лично, либо при его определяющем личном участии.

Разработанный научно-практический комплекс инструментов универсален и может быть использован при разработке технологических процессов механической обработки тонкостенных прецизионных цилиндрических деталей в части учета деформаций, наведенных воздействием технологической оснастки.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

На заседании 19 декабря 2023 года диссертационный совет принял

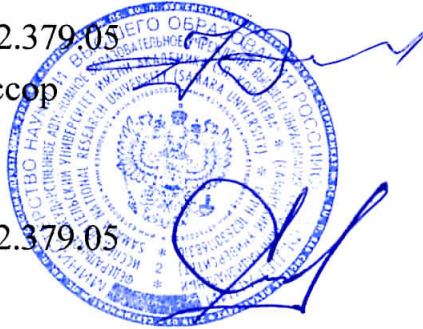
решение за новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, присудить Назарову Д.В. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 12 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 10, 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

19.12.2023

Ерисов Я. А.