

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по научной работе
ФГБОУ ВО «Московский
авиационный институт (национальный
исследовательский университет)»

Д.т.н., профессор Равикович Ю.А.
« 20 » 2023 г.



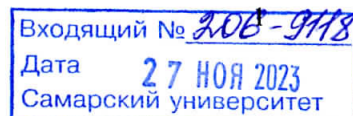
ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Назарова Дениса Викторовича на тему: «Совершенствование модели обеспечения качества изготовления прецизионных тонкостенных деталей на примере гибких колес волновых зубчатых передач приводов солнечных батарей космических аппаратов» в диссертационный совет 24.2.379.05, созданный на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» и представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22 Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства

Актуальность диссертационного исследования.

Увеличение срока активной эксплуатации космических аппаратов на орбите за счет выполнения требований по безотказности работы его агрегатов и узлов (волновых зубчатых передач) имеет важнейшее значение, поэтому повышение качества изготовления входящих в их состав прецизионных тонкостенных цилиндрических деталей является актуальной задачей. Выбранный метод классификации рисков и потенциальных отказов конструкции волновой зубчатой передачи (DFMEA) и технологического процесса изготовления гибкого колеса (PFMEA) позволил существенно продвинуться в развитии теории и практике изготовления прецизионных тонкостенных деталей.

Объект исследования – процесс изготовления прецизионных тонкостенных цилиндрических деталей механизмов электромеханических



агрегатов космических аппаратов (КА), потребовал разработки математической модели процесса функционирования рабочей поверхности оправки из материала с эффектом памяти формы (ЭПФ) при базировании прецизионных тонкостенных цилиндрических деталей. Считаю диссертационное исследование современным и актуальным.

Структура и содержание диссертации.

Структура диссертации построена согласно логике изложения представленных задач и полученных результатов. Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и приложений. Текст диссертации изложен на 172 страницах машинописного текста, содержит 72 рисунка и 7 таблиц; список литературы включает 117 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, определена цель и поставлены задачи, определена научная новизна и обоснована практическая значимость результатов.

В первой главе, установлено, что наиболее значимым фактором, влияющим на точность и сохранение формы тонкостенных заготовок гибких колес во время механической обработки, является их базирование, а существующие методы и средства закрепления тонкостенных заготовок не обеспечивают равномерное распределение сил закрепления и не удовлетворяют заданным значениям погрешности установки. Предложено повысить качество ВЗП приводов СБ КА путем введения в модель обеспечения качества процедур FMEA-анализа конструкции ВЗП и процесса изготовления гибкого колеса ВЗП, позволяющих сделать научно обоснованный выбор корректирующих мероприятий.

Во второй главе предложена структурная модель обеспечения качества прецизионных тонкостенных цилиндрических деталей на основе анализа видов и последствий потенциальных отказов (FMEA) с применением комплексного подхода к обеспечению качества, включающего конструктивные, математические и технологические методы управления качеством, а также методы системы менеджмента качества. Проведена процедура DFMEA-анализа конструкции и установлены потенциальные отказы конструкции, причины и последствия их возникновения. Выявленные приоритеты действий позволили разработать мероприятия, направленные на предупреждение причин возникновения отказов в конструкции ВЗП: оптимизация конструкции ВЗП и оценка влияния точности профиля на величину бокового зазора в профильном соединении.

В третьей главе на основе выявленных при проведении процедуры PFMEA несоответствий процесса, разработаны математическая и численная модели термосилового взаимодействия силового элемента из сплава с ЭПФ в

форме втулки с обрабатываемой заготовкой гибкого зубчатого колеса. Проведено численное моделирование процесса нарезания зубчатого венца гибкого колеса при базировании на оправке с рабочей частью из материала с ЭПФ, что позволило определить величину перемещений заготовки в окружном и в радиальном направлении и оценить их влияние на точность зубьев.

В четвертой главе проведено исследование процесса функционирования образцов и по результатам обработки полученных данных получена зависимость величины рабочего хода оправки от диаметра её отверстия. Разработана методика проектирования технологической оправки с рабочей частью из материала с эффектом памяти формы, которая позволит управлять напряженно - деформированным состоянием заготовки. Проведена отработка процесса базирования заготовки прецизионной тонкостенной детали в оправке в условиях производства.

Представленная диссертационная работа является законченным научным трудом. Оформление и содержание соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертационным работам.

Научная новизна исследования.

FMEA-анализ, нацеленный на учет объективных предпосылок и субъективных факторов, а также решение научно-практической проблемы выбора корректирующих мероприятий, позволило получить следующие обладающие новизной результаты.

1. Структурная модель обеспечения качества механизмов, содержащих прецизионные тонкостенные цилиндрические детали, основанная на применении анализа видов и последствий потенциальных отказов (FMEA).

2. Математическая модель обеспечения качества процесса функционирования рабочей поверхности оправки из материала с эффектом памяти формы (ЭПФ) при базировании прецизионных тонкостенных цилиндрических деталей с управляемым перемещением закрепления.

3. Численная модель обеспечения качества процесса нарезания зубьев на гибком колесе в условиях базирования с управляемым перемещением закрепления на оправке с рабочей частью из материала с ЭПФ, учитывающая деформации гибкого колеса в процессе нарезания зубьев и перемещения элементов профиля зуба, влияющие на разность шага.

4. Методика проектирования и расчета параметров технологической оснастки для базирования прецизионных тонкостенных цилиндрических деталей с управляемым перемещением закрепления, особенностью которого является возможность управлять напряженно - деформированным состоянием заготовки.

Апробация и структура исследования.

Апробация работы. Основные положения диссертационного исследования докладывались на 10 научно-практических конференциях, среди которых:

- XIV Международная научная конференция, посвященная памяти академика М.Ф. Решетнева (г. Красноярск, 2010 г.);
- Всероссийская научно-техническая конференция «Актуальные проблемы ракетно-космической техники» («II Козловские чтения») (г. Самара, 2011 г.);
- VII Всероссийский конкурс молодых ученых, посвященный 70-летию Победы (г. Москва, 2015 г.);
- XXXIX академических чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королева и других выдающихся отечественных ученых-пионеров освоения космического пространства (г. Москва, 2015 г.);
- Международная научно-техническая конференция «Проблемы и перспективы развития двигателестроения» (г. Самара, 2016 г.);
- Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Проблемы и перспективы развития автоматизации технологических процессов», (г. Тула, 2023 г.).

Результаты работы апробированы на предприятии АО «РКЦ «Прогресс» (г. Самара), входящей в структуру Госкорпорации «Роскосмос», что подтверждено актом о внедрении. Основные результаты диссертации представлены в 20 научных работах, в том числе 7-ми статьях, опубликованных в рецензируемых периодических изданиях, рекомендованных ВАК, имеется 2 патента на изобретение.

Степень достоверности и обоснованности.

Обоснованность научных положений, выводов, результатов исследования подтверждена теоретическими и практическими результатами внедрения.

Достоверность научных положений, выводов и результатов исследования обеспечивается анализом существующих подходов к обеспечению качества прецизионных тонкостенных деталей, валидацией предложенных моделей и методики, практикой их применения.

Теоретическая и практическая значимость исследования.

Диссертация Назарова Д.В. обладает научной значимостью, полученные результаты позволяют сделать вывод о развитии теории менеджмента риска, а именно методологии FMEA-анализа.

Теоретическая значимость состоит в разработке структурной модели обеспечения качества механизмов агрегатов космической техники,

содержащих прецизионные тонкостенные цилиндрические детали, которая снижает возможные риски появления отказов, как в конструкции, так и в процессе производства.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке методики процесса базирования с управляемым перемещением закрепления прецизионных тонкостенных цилиндрических деталей и расчета параметров технологического оснастки.

Замечания по диссертационной работе.

Следует отметить следующие замечания по диссертационному исследованию:

1. Не совсем ясно, о совершенствовании какой модели обеспечения качества идет речь, если в работе представлены структурная, математическая и численная модель обеспечения качества?

2. Автор в конце первой главы утверждает о том, что повышение качества ВЗП приводов СБ КА возможно обеспечить конструктивными и технологическими методами. А что изменится в этом случае с точки зрения организации производства?

3. Требуется уточнение, что автор понимает под термином «управляемое перемещение закрепления»?

4. В диссертационной работе не рассмотрены альтернативные способы нарезания зубчатого венца на гибком колесе.

5. В главе 4 на стр. 124 (второй абзац), по-видимому, опечатка «...радиального обжатия Δ силового элемента ...», хотя далее по тексту повествуется о «...совместной раздачи...»

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости представленного исследования и не оказывают существенного влияния на положительную оценку диссертационного исследования.

Заключение.

На основании вышеизложенного считаем, что рассматриваемая диссертационная работа актуальна, содержит научную новизну, имеет теоретическую и практическую значимость, соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор – Назаров Денис Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22 Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Отзыв по диссертационной работе Назарова Д.В. рассмотрен и одобрен на заседании кафедры 1105 «Управление качеством и сертификация», Института №11 «Институт материаловедения и технологий материалов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва. Протокол заседания кафедры №4 от 17 ноября 2023 г.

Результаты голосования: За – 9, против - нет, воздержались – нет.

И.о. заведующего кафедрой 1105
«Управление качеством и сертификация,
д.т.н., доцент

 Одиноков С.А.

Ученый секретарь кафедры 1105
«Управление качеством и сертификация

 Козырева У.Р.
20.11.2023

Федеральное государственной бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Адрес: Волоколамское шоссе, д.4, г.Москва, 125993

Телефон: +7499 158-43-33, 158-58-70, 158-00-02

E-mail: mai@mai.ru