



ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ОДК-КУЗНЕЦОВ»

ЗАВОДСКОЕ ШОССЕ, Д. 29,  
САМАРА, РОССИЙСКАЯ  
ФЕДЕРАЦИЯ, 443009

КПП 631901001  
ОГРН 1026301705374  
ИНН 6319033379

Т.: +7 846 312-71-01  
+7 846 955-16-12  
Ф.: +7 846 992-64-65

UEC-KUZNETSOV.RU  
INFO@UEC-KUZNETSOV.RU

Федеральное государственное  
автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Самарский национальный  
исследовательский университет имени  
академика С.П. Королева»

Учёному секретарю диссертационного  
совета 24.2.379.10

А.С. Виноградову

443086 Московское шоссе, д. 34  
ssau@ssau.ru

26.07.24 № 20525 СТО

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации по теме «Разработка методов создания цифровых технологических моделей деталей и узлов ГТД для повышения технических показателей их производства», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов

Значимой производственной задачей является обеспечение высокого качества производимых изделий, которое определяется их техническими показателями. Важнейшими техническими показателями качества выпускаемых на предприятии ГТД являются тяга, расхода топлива, уровень вибрации и ресурс. Можно заключить, что диссертационная работа Болотова М.А. посвящена решению вопросу обеспечения упомянутых важнейших технических показателей качества ГТД и в особенности снижению уровня вибрации изделий. Задача снижения уровня вибрации изделий напрямую связана с процессом обеспечения геометрической точности роторов и их допустимых дисбалансов. Совокупность данных вопросов рассматривается в диссертации автора, что делает её актуальной для отрасли двигателестроения.

Диссертационная работа Болотова М.А. посвящена рассмотрению значимых для производства процессов:

- высокоточного измерения геометрических параметров деталей и узлов с помощью координатно-измерительных машин;
- сборки и балансировки роторов ГТД.

Рассмотренные процессы в значительной степени оказывают влияние на ресурс и уровень вибрации производимых изделий. Диссертационная работа реализует индивидуальный подход к производству и сборке изделий, который диктуется высокими техническими требованиями к ГТД, достигаемыми на условиях неполной взаимозаменяемости. Реализация индивидуального подхода к производству и сборке

Входящий № 204-5800  
Дата 31 ИЮЛ 2024  
Самарский университет

изделий заключается в фиксации действительных значений геометрических параметров деталей и узлов с использованием их действительных моделей и управлением сборкой и балансировкой роторов посредством процесса цифровой сборки. Наиболее значимыми для производства являются следующие положения научной новизны диссертационной работы:

- основные принципы создания и применения проблемно-ориентированных действительных моделей деталей и узлов для цифровизации технологий производства ГТД, предназначенные для повышения управляемости выполнения сборочных операций, точности и производительности технологических процессов;

- метод определения действительных геометрических параметров деталей и сборочных параметров узлов с помощью ВМ и КВС, позволяющий учитывать сопряжения контактных поверхностей измеряемых объектов и деформаций деталей в ходе их контактного взаимодействия при сборке;

- метод оценки параметров сопряжений деталей и узлов для расчётов размерных связей, позволяющий определять геометрические сборочные параметры узлов;

- метод снижения уровня неуравновешенностей роторов ГТД с помощью балансировки на цифровой модели, позволяющий определять оптимальное угловое положение деталей и узлов в окружном направлении, использованием которых при сборке узлов снижает уровень дисбалансов и вибрации изделий;

- алгоритм и модель определения рациональных условий сборки роторов ГТД с целью повышения точности и снижения трудоёмкости сборки изделий.

Полученные и прошедшие апробацию результаты работы Болотова М.А. ориентированы к практическому внедрению на предприятиях ОДК. Особо следует выделить улучшенную технологию сборки роторов ГТД, основанную на цифровом моделировании. По сравнению с традиционной технологией сборки, содержащей предварительные сборки узлов, применение новой технологии позволяет снизить погрешности сборочных параметров (торцевых и радиальных биений рабочих колес) в среднем на 23% и уменьшить величину дисбаланса на 80%, что является существенным. Использование компьютерного моделирования показало снижение трудоёмкости сборки роторов за счёт сокращения количества предварительныхборок с 4 до 2.

В качестве недостатков по работе можно отметить:

1. В тексте автореферата не указана возможность применимости разработанных теоретических положений не только к роторам, но и к статору ГТД. Статор имеет близкие к ротору конструктивные решения, включающие сопряжения торцевых и цилиндрических поверхностей.

2. Кроме сопряжений деталей по парам поверхностей торце-цилиндрический пояс в соединении ротора НД присутствует шлицевое соединение, которое может оказывать влияние на геометрическую точность ротора и его дисбаланс. В работе автора не рассмотрено влияние геометрических отклонений данного соединения на дисбаланс ротора.

Представленные замечания не являются принципиальными, не снижают уровень теоретической и практической значимости диссертационной работы. Общая оценка работы является положительной. Исходя из текста автореферата, можно сделать вывод, что поставленная цель диссертационного исследования достигнута, сформулированные задачи решены в полном объёме, положения, выносимые на защиту, обоснованы. Диссертация Болотова М.А. является законченным научным исследованием и соответствует паспорту

специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Диссертационная работа «Разработка методов создания цифровых технологических моделей деталей и узлов ГТД для повышения технических показателей их производства» соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора технических наук, регламентированным Положением о присуждении учёных степеней, утверждённым Правительством Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, а её автор – Болотов Михаил Александрович – заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Врио технического директора



С.Ф. Кретов

Главный конструктор, д.т.н., профессор

ПАО «ОДК-Кузнецов»

В.П. Данильченко