



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ОБЪЕДИНЕННАЯ
ДВИГАТЕЛЕСТРОИТЕЛЬНАЯ КОРПОРАЦИЯ»

ПРОСПЕКТ БУДЕННОГО, 16 КПП 947460001
МОСКВА, РОССИЙСКАЯ ОГРН 1107746081717
ФЕДЕРАЦИЯ ЮСТИИ ИНН 7731644035

Т: +7 495 232-65-02 UECRUS.COM
Ф: +7 495 232-69-92 INFO@UECRUS.COM

29.04.2025 № 62-11729
на № 104-1402 от 17.03.2025

О направлении отзыва

УЧЕНОМУ СЕКРЕТАРЮ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
24.2.379.10 ФГАОУ ВО «САМАРСКИЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»

А.С. ВИНОГРАДОВУ

Уважаемый Александр Сергеевич!

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертационной работы Янюкиной Марии Викторовны на тему «Разработка метода обеспечения геометрической точности сборки рабочих колёс турбины авиационного ГТД», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергетические установки летательных аппаратов

Приложение: по тексту на 4 л. в 2 экз.

С уважением,

/ Главный конструктор ОГК
НТЦ «МКБ «Гранит»
ПК «Салют» АО «ОДК»

А.С. Бардычев


Фетисов М.В.
28.04.25

Фетисов Максим Викторович
Заместитель главного конструктора
Тел. +7 910 427 84 30



**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ОБЪЕДИНЕННАЯ
ДВИГАТЕЛЕСТРОИТЕЛЬНАЯ КОРПОРАЦИЯ»**

ПРОСПЕКТ БУДЕННОГО, 16, КПП 997450001
МОСКВА, РОССИЙСКАЯ ОГРН 1107746081717
ФЕДЕРАЦИЯ, 105118 ИНН 7731644035
Т.: +7 495 232-55-02 UECRUS.COM
Ф: +7 495 232-69-92 INFO@UECRUS.COM

УТВЕРЖДАЮ

Директор по НИР и ОКР
НТЦ «МКБ «Гранит»
ПК «Салют» АО «ОДК»

№ _____
на № _____ от _____ А.Ю. Потапов
«28» _____ 2025 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Янюкиной Марии Викторовны на тему «Разработка метода обеспечения геометрической точности сборки рабочих колёс турбины авиационного ГТД», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергетические установки летательных аппаратов

Современное авиационное двигателестроение предъявляет высокие требования к точности изготовления и сборки компонентов газотурбинных двигателей, например, рабочих колёс, лопаток, корпусных деталей, уплотнений. Это объясняется существующей тенденцией конструктивного усложнения узлов и агрегатов, а также применением высокопрочных материалов, обладающих высокой вязкостью, значительной анизотропией механических свойств и низкой теплопроводностью. Усложнение форм деталей связано со стремлением повысить эксплуатационные характеристики узлов и агрегатов, из которых они состоят.

В контексте ужесточения требований к надёжности и ресурсу изделия особое значение приобретает качество поверхностного слоя деталей, которое определяется совокупностью геометрических параметров (точность размеров, шероховатость, волнистость), физико-механических характеристик (остаточные напряжения, структурные изменения) и химического состояния поверхностного слоя. В производственной практике особенно остро ощущается потребность в методиках, позволяющих уже на этапе проектирования прогнозировать ресурсные характеристики деталей, оптимизировать геометрические параметры для снижения напряжённости соединений, а также повышать надёжность узлов с учётом реальных производственных погрешностей.

Входящий № 104-3286
Дата 14 МАЙ 2025
Самарский университет

Например, при сборке рабочих колёс турбин инженеры сталкиваются с рядом специфических сложностей. Прежде всего, это проблемы обеспечения точности соединений сложнопрофильных элементов, таких как установка рабочей лопатки по замковому соединению елочного профиля, где должен быть обеспечен зазор, как правило, не превышающий 30 микрон. Кроме того, трудности возникают при обеспечении требуемого натяга бандажных полок лопаток, где значительное влияние оказывает именно величина упомянутого зазора.

В данном исследовании автор, Янюкина М.В., сосредоточилась на решении этих актуальных производственных задач. Конечным результатом диссертационной работы стала разработанная методика, позволяющая рассчитывать оптимальные геометрические параметры элементов сборки рабочего колеса турбины, учитывать реальные производственные отклонения и прогнозировать напряжённо-деформированное состояние элементов лопаток. Особое внимание в работе уделено ключевой проблеме – обеспечению оптимального натяга по стыковым поверхностям бандажных полок лопаток при одновременном снижении количества предварительных сборок. Последнее особенно важно для достижения максимального ресурса и надёжности всего рабочего колеса турбины.

В диссертационной работе продемонстрировано умение автора, Марии Викторовны, применять системный подход к решению производственной задачи. Ей удалось разработать расчётные модели, учитывающие как конструктивные особенности (деформации лопаток, их качку в пазах диска), так и технологические параметры сборки. Особого внимания заслуживает предложенный алгоритм комплектования деталей, позволяющий сократить количество предварительных сборок с пяти до двух при одновременном повышении точности конечного изделия. Математический аппарат исследования включил иерархическую систему размерных цепей, параметрическую модель контактного взаимодействия в замковых соединениях и конечно-элементные модели силового взаимодействия. Верификация разработанных моделей показала их, в полной мере, удовлетворительную точность: расхождение между теоретическими и экспериментальными данными не превышает 13%, что соответствует требованиям к расчётам подобного класса.

Особую научную ценность представляют результаты анализа влияния технологических факторов. Автором установлена нелинейная зависимость натягов от радиального положения лопаток, обнаружен эффект группового взаимодействия элементов (до девяти сопряжённых лопаток) и количественно оценено влияние производственных допусков (вариация натягов до 25%). Эти данные позволяют более глубоко понять реальное поведение сборных узлов в рабочих условиях. С практической точки зрения наибольшую значимость имеет разработанный алгоритм

комплектования, позволяющий сократить требуемый задел лопаток на 62%. Такой результат свидетельствует о высокой эффективности предложенного подхода и его потенциальной экономической выгоде при серийном производстве.

Значимость проведённого исследования определяется несколькими ключевыми аспектами. Во-первых, работа предлагает переход от эмпирических подходов к научно обоснованной технологии сборки. Во-вторых, разработанные методы позволяют существенно сократить временные и материальные затраты на производство. В-третьих, достигается важный эффект повышения воспроизводимости и стабильности характеристик собираемых узлов. Особую ценность представляет создание замкнутой системы расчётного прогнозирования, объединяющей методы размерного анализа, модели контактного взаимодействия и алгоритмы оптимального комплектования. Такой комплексный подход открывает новые возможности для оптимизации технологических процессов в авиадвигателестроении.

Как следует из автореферата, материалы диссертации докладывались на многих научно-технических конференциях, что говорит о хорошей апробации работы. По теме диссертации опубликовано шесть статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ и индексируемых в базе Scopus. Тема диссертации соответствует паспорту специальности 2.5.15 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергетические установки летательных аппаратов, а именно пункту 9 раздела «Области исследований».

К недостаткам диссертационной работы можно отнести следующее:

- ограниченность охвата влияющих факторов. Несмотря на глубокую проработку темы натягов в посадках, в работе преимущественно рассматриваются геометрические и посадочные параметры. В то же время, остаются в стороне такие важные аспекты, как реальное распределение остаточных напряжений после прессовой посадки, микросмятие поверхностей, а также влияние шероховатости на надёжность соединения. Более комплексный подход позволил бы шире интерпретировать полученные результаты.

- в дополнение к проведенным экспериментальным исследованиям целесообразно было бы провести эксперименты по выявлению величин контактных деформаций поверхностей бандажных полок лопаток.

Указанные замечания не снижают научной и практической ценности работы. В целом, диссертация автора является завершённой научно-квалификационной работой, имеющей важное значение для повышения эффективности сборки рабочих колёс турбин авиационных двигателей. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Янюкина Мария

Викторовна, заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергетические установки летательных аппаратов.

Кандидат технических наук,
заместитель главного конструктора
ОГК НТЦ «МКБ «Гранит»
ПК «Салют» АО «ОДК»

М.В. Фетисов

Кандидат технических наук,
руководитель направления
технической подготовки производства
филиала АО «ОДК-Сервис» «Арамилъ»

Д.В. Филиппов