



Государственный научный центр Российской Федерации
Федеральное автономное учреждение

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени профессора Н.Е.Жуковского
ФАУ «ЦАГИ»**

Жуковского ул., д. 1, г. Жуковский, Московская область, 140180
тел.: +7 495 556-4303, факс: +7 495 777-6332, www.tsagi.ru
ОГРН 1225000018803, ИНН 5040177331, КПП 504001001, ОКПО 50205960

15.12.2015 № МЗ48-10-12131

На № _____ от _____



Ученому секретарю
диссертационного
совета 24.2.327.06
при ФГБОУ ВО

«Московский авиационный
институт (национальный
исследовательский университет)»
д.т.н., проф. Краеву В.М.

125993, г. Москва,
Волоколамское ш., д.4, МАИ

Уважаемый Вячеслав Михайлович!

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертационной работы
Дворяка Павла Анатольевича «Способ уменьшения погрешностей сборки
роторов турбокомпрессоров серийных газотурбинных двигателей»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.15 – «Тепловые, электроракетные двигатели и
энергоустановки летательных аппаратов».

Приложение: указанное в тексте, на трех страницах и в двух экземплярах.

С уважением,

и.о. Заместителя генерального директора по науке,
научный руководитель центра прочности ЛА

М.Ч. Зиченков

008612

Исп. Смотров А.В., (495) 556-32-18, (916) 732-31-68

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

18.12.2015 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Дворяка Павла Анатольевича «Способ уменьшения погрешностей сборки роторов турбокомпрессоров серийных газотурбинных двигателей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

С момента рождения прогресс в авиации не мыслим без передовых научно-технических разработок двигателей, в том числе обладающих не только большой тяговооруженностью, но и повышенной надежностью, большим ресурсом. Одной из важнейших задач, стоящей перед отечественным двигателестроением является уменьшение динамических напряжений и вибрации в различных узлах газотурбинных двигателей (ГТД) воздушных судов. Этой актуальной проблеме, в основном и посвящена работа, представленная Дворяком П.А.

Ценность данной диссертации заключается в том, что задачами работы является не только исследования погрешности сборки турбокомпрессора авиационного двигателя с целью снижения его вибрации, но и поиск способов уменьшения этой погрешности в условиях серийного производства ГТД.

В своих исследованиях автор детально ознакомился с существующими в авиационной промышленности технологиями сборки авиадвигателей, что позволило ему создать математическую модель вращающегося ротора, учитывающую влияние погрешностей сборки ротора в производственных условиях на его динамические характеристики.

Дворяк П.А. широко использует математический аппарат в сочетании с современными численными методами расчета и умело совмещает теоретические результаты с экспериментальными, демонстрируя новаторский подход.

При экспериментальных исследованиях динамических характеристик роторов ГТД автор демонстрирует широкий набор применяемых способов возбуждения колебаний: ударный (импульсный), с использованием присоединенного электродинамического силовозбудителя и с помощью центробежного вибратора. Для выполнения этой задачи автором разработан действующий макет (опытный образец) вибровозбуждающего и измерительного комплекса.

Представленные в автореферате результаты, свидетельствуют о большой работе, сделанной автором, в том числе, при опытно-промышленной апробации процедуры проверки качества сборки роторов, включая сборку в составе двигателя. Согласно представленной диссертации, в итоге проведенных мероприятий удалось снизить до 10,5 мм/с виброскорость нежелательных колебаний собранного ГТД – гораздо ниже среднего уровня вибрации для партии однотипных двигателей, что, несомненно, является ярким свидетельством ценности результатов диссертационной работы Дворяка П.А.

По теме диссертации Дворяка П.А. имеются 9 публикаций в отечественных изданиях, в том числе включенных в перечень Высшей аттестационной комиссии Российской Федерации, и 6 тезисов докладов, сделанных автором на международных и всероссийских конференциях. Дворяком П.А. оформлено 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Разработанный вибровозбуждающий и виброизмерительный комплекс применяется на предприятии входящем в состав АО ОДК – ПК «САЛЮТ», что,

несомненно, является предметом практической значимости диссертационного исследования, которое, безусловно, требует дальнейшего продолжения.

Вместе с тем при ознакомлении с текстом автореферата возникает указанный ниже вопрос и можно высказать следующие замечания.

1) Как известно, в настоящее время при сборке роторов авиационных ГТД применяется способ поэлементной балансировки дисков с последующей низкочастотной балансировкой сборного ротора в двух плоскостях коррекции. Использование данной технологии требует очень высокой и, практически недостижимой в серийном производстве, точности сборки. Например, линейная и угловая погрешность сборки диска ротора барабанно-дисковой конструкции, зависит от погрешности сборки предыдущих дисков и является накопленной. Производственные погрешности поэлементной балансировки и сборки часто приводят к необходимости высокочастотной балансировки на вакуумных разгонно-балансируемых стендах (РБС). Известно, что высокочастотная балансировка широко применяется для серийной балансировки роторов турбин и генераторов крупных энергетических агрегатов в энергомашиностроении. При серийной сборке роторов авиационных ГТД эта технология, к сожалению, еще не используется. Возможно по этой причине, доля авиационных двигателей, снимаемых со стендовых испытаний по причине высокой вибрации, весьма высока. Никаких других способов уравновесить гибкий ротор в широком диапазоне частот вращения, кроме высокочастотной балансировки, как известно, не существует.

Вопрос: Как автору удалось экспериментально определить динамические характеристики гибкого ротора не зарегистрировав распределение дисбалансов по длине ротора?

2) Достоинством работы Дворяка П.А. является нацеленность на повышение качества сборки гибких роторов без высокочастотной балансировки с последующим сравнением эффективности этих мероприятий с испытаниями на РБС. Однако это важное положение диссертации изложено не достаточно подробно.

3) В тексте автореферата имеется некоторая путаница с процедурой определения динамического коэффициента влияния (ДКВ), являющегося коэффициентом пропорциональности между вибрацией и вызывающим ее дисбалансом (стр. 9). В практике балансировки принято, что ДКВ, или балансирующая чувствительность – это векторный коэффициент, определяющий отношение вектора приращения вибрации к вектору движения установленного груза (каждая векторная величина содержит амплитуду и фазу, поэтому может быть представлена в виде комплексного числа). Причем, любая динамическая система «ротор-опоры» характеризуется не одним коэффициентом, а совокупностью – матрицей ДКВ. В случае гибкого ротора каждый элемент матрицы зависит еще от частоты вращения.

4) Понятие «критическая частота ротора», желательно применять согласно *ГОСТ 31320-2006. Вибрация, методы и критерии балансировки гибких роторов*: критическая скорость (гибкого ротора) – это скорость вращения ротора, на которой он претерпевает максимальный изгиб, существенно превышающий максимальное перемещение цапф ротора.

Возможно, отмеченных недочетов нет в тексте самой диссертационной работы. Указанные замечания не снижают общей положительной оценки автореферата диссертации Дворяка П.А.

На основе рассмотрения текста автореферата можно сделать вывод, что представленная к защите диссертационная работа является законченным научным исследованием, отвечает всем требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов», а ее автор Дворяк Павел Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

 Андрей Васильевич Смотров,
начальник Научно-исследовательской лаборатории № 45 Научно-исследовательского
отделения 3 Научно-исследовательского центра прочности ЛА Федерального автономного
учреждения «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е.
Жуковского» (ФАУ «ЦАГИ»), кандидат технических наук

 Владимир Николаевич Тарасов,
Ведущий инженер Отдела № 3 Научно-исследовательского отделения 1 Научно-
исследовательского центра аэрогидродинамики Федерального автономного учреждения
«Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского»
(ФАУ «ЦАГИ»)

Подписи А.В. Смотра и В.Н. Тарасова удостоверяю:

и.о. Заместителя генерального директора по науке,
научный руководитель центра прочности ЛА

М.Ч. Зиченков

« 15 » 12 2025г.



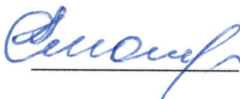
Федеральное автономное учреждение «Центральный аэрогидродинамический институт
имени профессора Н.Е. Жуковского» (ФАУ «ЦАГИ»)

140180, Московская область, г. Жуковский, ул. Жуковского, д.1

тел.: +7 (495) 556-43-03; факс: +7 (495) 777-63-32, +7 (495) 556-43-37

info@tsagi.ru

Я, Андрей Васильевич Смотров, даю согласие на включение своих персональных
данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую
обработку.



Я, Владимир Николаевич Тарасов, даю согласие на включение своих персональных
данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую
обработку.

