

**ОТЗЫВ**  
**на автореферат диссертации**  
**НИКОЛАЕВА Ильи Витальевича**  
**«Исследование шлицевых соединений роторов при наличии несоосности**  
**и их влияние на динамическое поведение системы»,**  
**представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук**

Шлицевые соединения роторов пользуются большой популярностью в конструкциях роторов газотурбинных двигателей. Несмотря на многолетнюю практику их применения, остается актуальной проблема влияния на динамику роторов привносимой ими несоосности между соединяемыми валами, обусловленной производственными допусками. Кроме этого, прецессия ротора, изменение частоты его вращения, а также влияние инерционных сил могут приводить к динамической расцентровке шлицевого соединения, что в сочетании с демпфированием, возникающем в контактах шлицов, может приводить к значительному усложнению вибрационного поведения всей роторной системы. Решение задачи снижения уровня вибрации двигателей должно преимущественно осуществляться на этапе проектирования, поэтому поиск новых подходов к моделированию динамического поведения роторов с шлицевыми соединениями валов представляется актуальным.

Основным результатом диссертационной работы И.В.Николаева, представляющим научную новизну, является модель эвольвентного шлицевого соединения, предназначенная для использования при моделировании нелинейной динамики роторов газотурбинных двигателей. Благодаря ряду упрощающих допущений, автору удалось получить эквивалентные жесткостные характеристики соединения с учетом зазоров, нелинейности контакта, сил трения в контакте. Для верификации предложенной модели выполнен конечно-элементный анализ типового шлицевого соединения с эвольвентными шлицами. Полученные значения радиальной и угловой жесткостей для рассмотренного примера согласуются с результатами расчета по упрощенной модели.

Отдельно следует отметить интегрированность предложенной автором математической модели эвольвентного шлицевого соединения модели в существующий расчетный комплекс Dynamics R4, что представляет несомненный практический интерес.

По автореферату имеется ряд замечаний:

1. Заявленная автором верификация результатов по данным других авторов в тексте автореферата отсутствует.

2. Использование для моделирования метода конечных элементов даже в популярном расчетном пакете не является гарантией получения достоверных результатов, пригодных для верификации упрощенной модели. В частности, при

решении контактной задачи требуется характерная настройка расчетной сетки, выбор параметров модели контакта, обеспечивающих сходимость результатов; в автореферате эта информация отсутствует.

3. К сожалению, для подтверждения достоверности моделирования автор не опирается на экспериментальные данные (свои, или из литературных источников).

Отмеченные замечания не снижают общего уровня проведенных автором исследований и полученных автором научных результатов.

В целом считаю, что диссертация Николаева И.В. выполнена на актуальную тему и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задач, обладающих научной новизной и практической значимостью. Диссертация отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор Николаев Илья Витальевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 - Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Я, Нихамкин Михаил Шмерович, даю согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы, связанные с защитой диссертации Николаева Ильи Витальевича на тему: «Исследование шлицевых соединений роторов при наличии несоосности и их влияние на динамическое поведение системы», и их дальнейшую обработку.

Профессор кафедры авиационных двигателей  
ПНИПУ  
д.т.н., профессор

Нихамкин Михаил Шмерович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»  
Почтовый адрес: 614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29  
Телефон: +7 342 239 13 61. Адрес электронной почты: nikhamkin@mail.ru

Подпись Нихамкина М.Ш. удостоверяю  
Ученый секретарь Пермского национального исследовательского  
политехнического университета, кандидат исторических наук,  
доцент

«27»

11



Макаревич В.И.