

В диссертационный совет Д212.298.09
ФГАОУ ВО «Южно-Уральский
государственный университет (НИУ)»,
454080, г. Челябинск, пр. им.
В.И. Ленина, 76.

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук Лагуновой Елены Олеговны на диссертационную работу Худякова Владислава Сергеевича на тему: «Оценка работоспособности подшипников скольжения турбокомпрессоров применением комплексной методики расчета динамики гибкого ротора с учетом процессов теплообмена», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.2. Машиноведение

1. Актуальность темы диссертационного исследования

В современной технике очень остро стоит проблема повышения качества трибосистем, вносящих наибольший вклад в безотказность и долговечность машин.

Гидродинамические подшипники скольжения широко распространены в роторных системах из-за их эффективности, простой конструкции, низкой стоимости, длительного срока службы, бесшумной работы и хорошего рассеивания тепла. Эксплуатационные характеристики подшипников зависят от множества параметров, в том числе качества смазочного материала и температурных условий.

Повышение эффективности двигателей внутреннего сгорания предусматривает увеличение нагрузки на все его элементы и сопутствующие механизмы. Турбокомпрессор является одним из самых распространенных агрегатов, обеспечивающих повышение мощности и уровня экологичности поршневого двигателя. Увеличение скорости вращения приводит к увеличению тепловых и механических нагрузок, действующих на элементы турбокомпрессора. Чрезмерные температуры приводят к ускоренному окислению масла, формированию коксовых отложений, падению несущей способности и увеличению амплитуды колебаний ротора.

Разработка методики и алгоритма расчета динамики гибкого ротора с учетом процессов теплообмена и тепलोдеформированного состояния элементов подшипникового узла трибокомпрессоров, определяющих их ресурс, является важным теоретическим и востребовано практикой. Актуальность темы представленной работы несомненна, а решаемые в ней задачи связаны с дальнейшим развитием методов расчета и проектирования сложнонагруженных подшипников скольжения методом оценки влияния неравномерного

распределения температуры и теплодеформированного состояния элементов турбокомпрессора на работоспособность трибосопряжений и динамику ротора.

2. Общая характеристика, структура и объем работы

Представленная диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и 3 приложений, изложена на 138 страницах машинописного текста, включая 69 иллюстраций, 19 таблиц, 14 формул и библиографического списка, содержащего 119 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы, показана научная новизна и практическая значимость работы, приведены сведения об апробации, реализации и структуре диссертации.

В первой главе рассмотрены основные направления развития исследований определения теплового состояния подшипников скольжения. Описаны основные неисправности турбокомпрессора и подшипникового узла из-за чрезмерных температур, проведен сравнительный анализ опор качения и скольжения, а также сформулированы цель и задачи исследования.

Вторая глава диссертационной работы посвящена сравнительному анализу современных численных методов и описанию алгоритма методики расчета динамики упругого ротора ТКР с учетом процессов теплообмена. В работе выделены особенности разных численных методов, а также выявлены достоинства и недостатки.

В третьей главе представлены результаты исследования теплового состояния двух конструкций ТКР 100: с моноштулкой и автономными подшипниками. Полученные тепловые поля и значения температур свидетельствуют о нелинейности и неравномерности тепловой нагруженности подшипников.

Четвертая глава посвящена моделированию динамики гибкого ротора с учетом полученных значений температур и теплодеформированного состояния элементов подшипникового узла. В качестве исходных данных выступают геометрические и массово-инерционные характеристики элементов ротора и подшипников, а также теплофизические свойства смазочного материала.

В заключении приводятся итоги выполненной работы. В приложении помещены результаты расчета гидромеханических характеристик; свидетельства о регистрации разработанных комплексов программ; акты, подтверждающие использование и внедрение результатов работы.

3. Степень обоснованности полученных результатов, научных положений и выводов, сформулированных в диссертационной работе, достаточно высокая, что подтверждается детальным анализом значительного количества отечественных и иностранных литературных источников, последовательным проведением экспериментов, научным обоснованием полученных результатов, их математической обработкой и закономерно сформулированными выводами.

Достоверность полученных результатов обеспечивается корректной постановкой задач, обоснованностью используемых теоретических зависимостей и принятых допущений, применением хорошо известных численных методов; подтверждается качественным и количественным совпадением полученных результатов решения тестовых задач с известными теоретическими и экспериментальными результатами отечественных и зарубежных исследователей.

4. Научная новизна заключается в развитии направления исследования по методам расчета динамики гибкого ротора с учетом процессов теплообмена в корпусе подшипников турбокомпрессора, а также изменения зазоров в подшипниковых узлах под действием теплового нагружения, позволяющая оценивать работоспособность и предотказное состояние трибосопряжений.

Новизна научных разработок проявляется также в оценке влияния неравномерного распределения температуры и теплodeформированного состояния элементов на работоспособность трибосопряжений и динамику ротора турбокомпрессора.

Следует отметить также, что сформированный алгоритм расчета коэффициентов жесткости и демпфирования многослойного трибосопряжения, позволяет моделировать двухмерную подшипниковую опору и проводить статический анализ и различные виды динамического анализа ротора турбокомпрессора.

5. Значимость для науки и практики полученных результатов

Значимость для науки полученных результатов состоит в разработке новой комплексной методики моделирования динамики ротора, учитывающие процессы теплообмена от турбины и компрессора, а также тепловые деформации элементов подшипникового узла.

Практическая значимость работы определяется следующим содержанием программных комплексов:

- позволяющие определять наиболее выгодные температурные условия эксплуатации подшипников турбокомпрессора;
- прогнозировать неисправности вследствие чрезмерных температур и возникающих в роторе напряжений;
- оптимизировать конструкцию подшипникового узла для достижения устойчивости движения ротора турбокомпрессора.

Отдельные результаты диссертационного исследования нашли применение при проектировании подшипниковых узлов турбокомпрессоров в АО СКБ «Турбина» (г. Челябинск), в частности при выполнении НИР «Расчёт опоры скольжения турбокомпрессоров ТК 200 и ТКР 201», а также НИР «Расчет подшипникового узла» в АО «ТУРБОКОМПЛЕКТ» (г. Протвино).

6. Анализ публикаций автора по теме исследования

Результаты научных исследований докладывались и обсуждались на 11 конференциях различного уровня. Основные положения диссертационной работы опубликованы в 15 работах, 3 из них в журналах Перечня ВАК Минобрнауки России, 5 – в журналах, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science и 4 свидетельствах о государственной регистрации программ для ЭВМ. Во всех публикациях отмечен авторский вклад, имеются ссылки на авторов и источники заимствования. На основании этих сведений, а также анализа публикаций можно утверждать, что научная новизна диссертационной работы и все вносимые на защиту положения отражают личный вклад соискателя в проведенных научных исследованиях.

7. Соответствие автореферата диссертации

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации, охватывает все ее разделы и отвечает требованиям ВАК РФ.

8. Соответствие паспорту научной специальности

Область исследований и основные научные результаты диссертации соответствуют паспорту специальности 2.5.2. Машиноведение.

9. Достоинства и недостатки диссертации

При общей положительной оценке считаю необходимым отметить ряд замечаний:

1. Автор указывает, что полученные значения коэффициентов жесткости и демпфирования позволяют перейти к различным видам динамического анализа. Были ли проведены расчеты в этой области?
2. Исходя из текста работы, непонятно какой режим движения ротора моделируется: разгон, остановка или установившийся режим.
3. Учитывался ли теплообмен турбокомпрессора с двигателем?
4. Учитывалось ли при оценке работоспособности подшипников изменение форм колебаний лопаток рабочих колес?

Вышеизложенные замечания не снижают значимости полученных результатов и общей положительной оценки диссертационной работы.

10. Заключение о соответствии диссертации требованиям положения о порядке присуждения ученых степеней

Диссертация Худякова В.С. «Оценка работоспособности подшипников скольжения турбокомпрессоров применением комплексной методики расчета динамики гибкого ротора с учетом процессов теплообмена» является самостоятельной, завершённой научно-квалификационной работой, в которой на

основании выполненных автором исследований решается новая научная проблема, в области исследований процессов функционального взаимодействия и изнашивания, имеющая важное значение, а также разработан программный комплекс, являющийся отечественным инструментом проектирования, использование которых вносит значительный вклад в ускорение научно-технического прогресса и развития высокотехнологических отраслей промышленности машиностроительного комплекса России.

Анализ содержания диссертации и публикаций по теме позволяет сделать вывод. Что диссертационная работа по актуальности избранной темы, характеру рассматриваемых вопросов, поставленных и достигнутых целей и задач, степени и новизне, значению для теории и практики соответствует требованиям пп. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе соискателя в науку. Считаю, что автор, Худяков Владислав Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.2. Машиноведение.

Официальный оппонент –
доктор технических наук
(05.02.04 – «Трение и износ в машинах»)
доцент, заведующий кафедрой
«Строительная механика»
ФГБОУ ВО РГУПС
Тел. +7 (863) 272-65-88
e-mail: lagunova@rambler.ru

Елена Олеговна Лагунова

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)
Почтовый адрес: 344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка народного ополчения, 2, www.rgups.ru
Тел. 8-903-437-95-91

Подпись Лагуновой Е. О.

УДОСТОВЕРЯЮ
Начальник управления делами
ФГБОУ ВО РГУПС

« 30 » 10 2015



Т.М. Канина