

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента,
декана факультета среднего образования федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»

Корнеева Андрея Юрьевича

на диссертационную работу **Худякова Владислава Сергеевича**
«Оценка работоспособности подшипников скольжения турбокомпрессоров применением
комплексной методики расчета динамики гибкого ротора с учетом процессов
теплообмена», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.2 Машиноведение

Актуальность темы диссертационного исследования

Разработка методики для расчета подшипников скольжения является весьма актуальной задачей современного машиностроения. Подшипники являются важнейшими компонентами машин и механизмов, которые обеспечивают устойчивое движение узлов, а их производительность может существенно повлиять на эффективность, надежность и долговечность системы, в том числе и турбокомпрессора. Подобные алгоритмы предоставляют инженерам и исследователям ценные инструменты для принятия обоснованных и взвешенных решений, оптимизации характеристик подшипников и обеспечения долговечности.

Расчет температуры в подшипниках турбокомпрессора является важнейшим параметром обеспечения эффективной и надежной работы двигателя с турбонаддувом. Высокие температуры могут влиять на состояние смазочного материала, ускоряя его окисление, образование коксовых отложений, увеличение амплитуды колебаний элементов ротора, а также повышение потерь на трение и величину износа.

Поэтому представленная диссертационная работа Худякова В.С. посвящена решению актуальной научно-технической проблемы.

Обоснованность и достоверность положений и выводов работы

Обоснованность основных положений и выводов работы подтверждается использованием современных численных методов, а также методов гидродинамической теории смазки и метода Рунге-Кутты-Мерсона.

Достоверность данных обеспечивалась 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

Научная новизна исследований

Среди основных моментов научной новизны можно отметить следующие:

- впервые разработана методика и алгоритм, учитывающие процессы теплообмена в корпусе подшипников турбокомпрессора серии ТКР 100 и динамику гибкого ротора турбокомпрессора;

- установлено влияние нагрузочно-скоростных режимов работы турбокомпрессора серии ТКР-100 на характер изменения температур в корпусе подшипников турбокомпрессора;

- проведена оценка влияния неравномерного распределения температуры на гидромеханические характеристики трибосопряжений и динамику ротора турбокомпрессора.

Теоретическая и практическая значимость

Теоретическая значимость заключается в создании методики моделирования динамики ротора, учитывающая процессы теплообмена в корпусе подшипников ТКР, а также тепловые деформации элементов подшипникового узла. Методика дополнена алгоритмом определения жесткости опор для возможности симуляции подшипниковых опор в современных численных программных комплексах (например, ANSYS Mechanical, Comsol и т.д.).

Практическая значимость заключается в модернизации программного обеспечения, которое позволяет: определять наиболее выгодные температурные условия эксплуатации подшипника турбокомпрессора; прогнозировать неисправности вследствие чрезмерных температур и возникающих в роторе напряжений; оптимизировать конструкцию подшипникового узла для достижения устойчивости движения ротора турбокомпрессора.

С помощью разработанных алгоритмов и созданного на их основе программного комплекса проведены параметрические исследования изменения гидромеханических характеристик подшипников скольжения турбокомпрессоров.

Общая характеристика, структура и объем работы

Диссертационная работа изложена на 138 страницах основного текста, включает введение, 4 главы, заключение по основным результатам и список литературы из 119 наименований, 69 рисунков и 19 таблиц, 3 приложения.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, приведены ее общая характеристика и направление диссертационного исследования.

В первой главе отражено современное состояние исследований по способам моделирования теплового состояния подшипников скольжения, рассмотрены преимущества и недостатки разных конструкций подшипников, а также представлены результаты анализа статистики основных причин неисправностей опор скольжения. Сформулированы цель и задачи диссертационного исследования.

Вторая глава посвящена разработке методики расчета гибкого ротора с учетом процессов теплообмена и оценки работоспособности подшипников скольжения. Подробно описано предназначение и описание программных комплексов, используемых для решения конкретных задач, а также разобран их математический аппарат.

В третьей главе представлены основные результаты моделирования теплового состояния корпуса подшипников турбокомпрессора. Приведены основные исходные данные для расчета, полученные аналитическим или экспериментальным путем. Получены зависимости изменения температуры в зазорах подшипника от скорости вращения ротора. Результаты сравнивались с данными, представленными в научных трудах других авторов, и получили хорошую сходимость.

В четвертой главе изложены результаты численного моделирования динамики гибкого ротора с учетом теплового и теплодеформированного состояния элементов подшипникового узла. Получены зависимости изменения гидромеханических характеристик для двух конструкций подшипника от режима эксплуатации турбокомпрессора, температуры смазочного слоя и теплодеформированного состояния элементов. Проведена оценка работоспособности, исходя из анализа значения амплитуды колебаний гайки колеса компрессора и температуры смазочного материала в зазоре подшипника.

В заключении приводятся результаты и выводы, полученные в ходе диссертационного исследования.

Соответствие паспорту научной специальности

Диссертационная работа Худякова Владислава Сергеевича «Оценка работоспособности подшипников скольжения турбокомпрессоров применением комплексной методики расчета динамики гибкого ротора с учетом процессов теплообмена» соответствует паспорту научной специальности 2.5.2 Машиноведение, в частности следующим пунктам:

- 1) пункт 4: «Повышение точности и достоверности расчетов объектов машиностроения, разработка нормативной базы проектирования, испытания и изготовления объектов машиностроения»;
- 2) пункт 5: «Методы исследования и оценки технического состояния объектов машиностроения, в том числе на основе компьютерного моделирования».

Анализ публикаций автора по теме исследования

Основные положения диссертации изложены в 15 работах: 3 – в изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК; 5 – в изданиях, входящих в базы данных Scopus/Web of Science; получены 4 свидетельства о регистрации программы ЭВМ.

Материалы диссертации докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях различного уровня: 15-я Международной конференции по трибологии SERBIATRIB '17 (17–19 мая, 2017, г. Крагуевац, Сербия), 13-я Международной

конференции по трибологии BULTRIB' 18 (25–27 октября, 2018, г. София, Болгария), Международной конференции ICIE 2019 (25–29 марта, 2019, г. Сочи, Россия), 10-я Международной конференции по трибологии BALKANTRIB '20 (20–22 мая, 2021, г. Белград, Сербия), а также ежегодных научно-технических конференциях, проводимых в ЮУрГУ (Челябинск, 2018–2023 гг.).

Соответствие содержания диссертации и автореферата

Диссертационная работа Худякова Владислава Сергеевича «Оценка работоспособности подшипников скольжения турбокомпрессоров применением комплексной методики расчета динамики гибкого ротора с учетом процессов теплообмена» соответствует паспорту научной специальности 2.5.2 Машиноведение, в частности следующим пунктам:

1) пункт 4: «Повышение точности и достоверности расчетов объектов машиностроения, разработка нормативной базы проектирования, испытания и изготовления объектов машиностроения»;

2) пункт 5: «Методы исследования и оценки технического состояния объектов машиностроения, в том числе на основе компьютерного моделирования».

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертационной работы и отражает основные результаты, полученные в процессе ее выполнения.

Замечания к содержанию работы

1) В разделе 1.2 на с.15 описываются гидродинамические подшипники, а принцип действия в описании указан, как для гидростатических подшипников.

2) По тексту диссертации отсутствуют разъяснения понятий автономных подшипников и моновтулки.

3) В разделе 4.1 на с.99 не указано, какими дополнительными мероприятиями можно обезопасить трибосистему от превышения температуры вспышки и чрезмерного нагрева деталей подшипникового узла.

4) Автор указывает на разработку комплексной методики расчета динамики гибкого ротора с учетом процессов теплообмена, однако не ясно, что подразумевается под комплексностью методики, поскольку в работе расчеты приводятся только с учетом процессов теплообмена.

5) Не приведен алгоритм расчета коэффициентов жесткости и демпфирования, хотя в п.3 Заключения указано обратное, ни слова не говорится про важные характеристики, как несущая способность и расход смазочного материала.

6) В работе не проводится динамический анализ ротора (п. 3 Заключения).

Приведенные выше замечания не меняют общей положительной оценки рассматриваемой работы.


Заключение

На основании изложенного считаю, что диссертация соответствует п. 9 – 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 к кандидатским диссертациям.

Диссертация Худякова В.С. «Оценка работоспособности подшипников скольжения турбокомпрессоров применением комплексной методики расчета динамики гибкого ротора с учетом процессов теплообмена» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно и на высоком уровне.

Диссертация Худякова В.С. удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК Российской Федерации к кандидатским диссертациям, а ее автор Худяков Владислав Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.2 Машиноведение.

Декан факультета среднего профессионального образования
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»
доктор технических наук, доцент


Корнеев Андрей Юрьевич
7.11.2023 г.

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
Начальник отдела кадров по работе
с сотрудниками и обучающимися
Сведения об авторе отзыва
С.В. Алёшина

Корнеев Андрей Юрьевич, доктор технических наук по специальности 2.5.2 Машиноведение (технические науки), доцент, декан факультета среднего профессионального образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»

Почтовый адрес: 302026, Орловская область, г. Орел, ул. Комсомольская, д. 95

тел. +7-906-662-44-22

E-mail: korneev_andrey@mail.ru