

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук,
Гаврилова Константина Владимировича на диссертационную работу
Фетисова Александра Сергеевича на тему «Грузоподъемность и динамические
характеристики магнитореологических подшипников жидкостного трения»,
представленную в диссертационный совет Д.24.2.353.02 при ФГБОУ ВО
«Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» для
публичной защиты на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.2 - Машиноведение (технические науки)

Актуальность исследования. Задачи контроля и снижение вибраций в роторных машинах с подшипниками жидкостного трения требуют применения современных аппаратных и методологических средств, новых технических подходов и решений. Наиболее высокий потенциал практической применимости имеют, как правило, достаточно простые в реализации технические решения, к числу которых можно отнести применение магнитореологических жидкостей для смазки подшипников скольжения. Вместе с тем, получение необходимой конфигурации такой системы с учетом всех существенных физических взаимодействий в них представляет собой серьезную научную и инженерную задачу, что говорит об актуальности выбранной темы исследования.

В диссертации предложен подход к управлению интегральными и динамическими характеристиками роторно-опорной системы при помощи управляемого электромагнитного воздействия на находящийся в зазоре подшипника магнитореологический смазочный материал.

Построенные математические модели и произведенный расчет взаимодействия электромагнитных, гидродинамических, реологических и вибрационных явлений позволили обосновать работоспособность подхода и сформировать комплекс критериев для его практического воплощения в активных подшипниках жидкостного трения. Результаты показывают возможность снижения вибрационной активности роторной системы за счет смещения частотных характеристик ее элементов посредством

электромагнитного актуатора. Это дает выигрыш в динамических свойствах роторно-опорной системы, ресурсе ее компонентов, при незначительных потерях за счет повышения сил трения на отдельных режимах исследованной опоры. Таким образом, диссертационная работа на тему «Грузоподъемность и динамические характеристики магнитореологических подшипников жидкостного трения» является **актуальной** и имеет прикладное значение.

Общая характеристика работы. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы, включающего 200 наименований, а также 4 приложений. Работа изложена на 223 страницах, имеет 6 таблиц и 87 рисунков. Структура диссертации выстроена логично, главы взаимосвязаны между собой. Работа написана понятным языком, хорошо иллюстрирована. Каждая глава заканчивается выводами, что облегчает чтение и восприятие материала диссертации.

Во введении описана актуальность работы, представлена цель и задачи диссертационного исследования, указаны научная новизна, практическая и теоретическая значимость работы.

В первой главе соискатель приводит достаточно подробный обзор существующих в настоящее время технических решений в области подшипников скольжения, смазываемых магнитореологическими жидкостями. Большое внимание уделено зарубежным работам по данной теме.

Вторая глава посвящена вопросам разработки комплексной математической модели рассматриваемого объекта исследования, включающей следующие компоненты: модель смазочного слоя магнитореологического подшипника жидкостного трения, динамическая модель ротора, а также модель системы активного управления.

Третья глава посвящена описанию экспериментального стенда, разработанного с целью верификации комплексной математической модели. Выполнена постановка и планирование экспериментальных исследований, разработана методика проведения эксперимента. Также приведены

дополнительные инженерные расчеты характеристик опорного узла, включающего магнитореологический подшипник жидкостного трения.

В четвертой главе приведены результаты сравнения теоретических и экспериментальных исследований. Показано, что разработанная математическая модель позволяет достоверно производить расчеты интегральных и динамических характеристик роторных систем на магнитореологических подшипниках жидкостного трения.

В пятой главе соискатель приводит описание элементов системы активного управления на основе методов машинного обучения. Описано программное обеспечение, разработанное на основе представленной математической модели.

В заключении приведены основные результаты исследования и рекомендации по применению результатов, а также основные выводы.

В приложениях приведена конструкторская документация экспериментального стенда, листинги программного обеспечения, патенты и свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, материалы о внедрении результатов работы.

Автореферат диссертации достаточно полно соответствует ее содержанию.

Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». – М.; Стандартинформ. – 2012.

Диссертация полностью отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней №842 от 24.09.2013.

Научная новизна работы заключается в получении следующих результатов:

1. разработке нового вариационного принципа моделирования движения вязких сред с нелинейными реологическими свойствами, основанный на обобщении вариационного принципа Лагранжа, а также в доказательстве условия стационарности целевого функционала.

2. разработке комплекса математических моделей, алгоритмов и программ расчета динамики жесткого и гибкого роторов с подшипниками жидкостного трения, отличающегося от известных учетом характеристик магнитореологических жидкостей и позволяющего рассчитывать интегральные и распределенные характеристики движения ротора и параметры гидродинамического трения в подшипниках скольжения.

3. теоретическом установлении и экспериментальном подтверждении возможности управления в широком диапазоне распределенными (динамическими) характеристиками роторных систем на опорах жидкостного трения, смазываемых магнитореологическими смазочными материалами за счет управления токовыми характеристиками электромагнитного актуатора.

Теоретическая и практическая значимость результатов работы заключается в разработке комплекса математических моделей и создании на его основе программного обеспечения, позволяющего определять интегральные и динамические характеристики узлов скольжения, смазываемых магнитореологическими жидкостями.

Соискателем в соавторстве получены 3 свидетельства о регистрации программ ЭВМ, 2 патента на полезную модель, что свидетельствует о высокой практической значимости результатов работы.

Достоверность результатов диссертационного исследования обуславливается:

- корректной постановкой задач,
- строгостью используемого математического аппарата,
- обоснованностью принятых допущений,
- применением хорошо известных численных методов;
- подтверждается качественным и количественным совпадением полученных теоретических и экспериментальных результатов.

Сформулированные в диссертационной работе выводы и рекомендации имеют достаточно высокую степень достоверности, поскольку согласуются с

известными и широко апробированными теоретическими и экспериментальными исследованиями, закономерностями отечественных и зарубежных исследователей и ученых.

Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных и всероссийских научных конференциях и опубликованы в 25 печатных работах, включая 10 статей в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, входящих в международные базы данных Scopus и Web of Science, 10 статей в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, что позволяет говорить о знакомстве достаточно большой аудитории отечественных и зарубежных специалистов и ученых в исследуемой области с результатами исследований и об их достоверности.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы. Разработанное программное обеспечение, реализующее новый вариационный принцип, позволяет моделировать течение неньютоновских жидкостей под действием массовых сил; На основе нового технического решения был разработан новый экспериментальный стенд, включающий опорный узел с подшипником скольжения с полным охватом зазора подшипника скольжения магнитным полем, смазываемым магнито реологической жидкостью, электродвигатель, систему смазывания и информационно-измерительную систему. По результатам экспериментальных исследований доказана работоспособность предложенного технического решения, а также доказана эффективность предложенного способа уменьшения амплитуд виброперемещений.

Замечания

При анализе материалов диссертационной работы возникло несколько замечаний, требующих уточнения:

1. Среди представленных характеристик подшипников не исследуются такие важные характеристики как расход смазочного материала и потери мощности на трение и прокачку.

2. Не указаны, какие магнито реологические жидкости (МРЖ) используются в качестве смазочного материала, и их свойства, в т.ч. и теплофизические. В диссертационной работе мало уделено внимания исследованию поведения различных МРЖ.

3. Отсутствие в математической модели учета шероховатостей поверхностей трения при их взаимодействии с магнито реологической жидкостью может искусственно завысить расчетную эффективность использования таких смазочных материалов.

4. В работе выполнены расчетные эксперименты, которые сравнивались с натурными для верификации результатов, но отсутствуют примеры расчетных исследований для промышленных экземпляров роторных систем, например, для подшипников скольжения роторов турбокомпрессоров.

5. Не рассмотрен вопрос периодичности замены МРЖ в подшипниках скольжения вследствие снижения их свойств.

Заключение о соответствии диссертационного исследования требованиям ВАК РФ. Отмеченные замечания не снижают научной и практической ценности работы и не влияют на ее положительную оценку. Диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, имеет теоретическую и практическую значимость и соответствует требованиям в соответствии с п.9 действующего положения «О порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Фетисов Александр Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.2 Машиноведение (технические науки).

Я, Гаврилов Константин Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент

Доктор технических наук,
доцент, и.о. заведующего
кафедрой «Колесные и
гусеничные машины»



Гаврилов Константин
Владимирович

01.09.2022 г.

Диссертация на соискание
ученой степени д.т.н.
защищена по специальностям
05.04.02 «Тепловые двигатели»
(соотв. 2.4.7) и 05.02.02
«Машиноведение, системы
приводов и детали машин»
(соотв. 2.5.2).

Сведения об организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

Адрес: проспект Ленина, д. 76, г. Челябинск, 454080 Тел:+7 (351) 267-99-27

E-mail: gavrillovkv@susu.ru

Подпись Гаврилова К.В. заверяю:



ВЕРНО

Начальник службы
телопроизводства ЮУрГУ

