

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора
Задорожной Елены Анатольевны
на диссертацию Киришиевой Виктории Игоревны
«Повышение эксплуатационных характеристик металлополимерных
фторопластсодержащих подшипников»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности 2.5.3. Трение и износ в машинах

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Проблема повышения работоспособности различных машин, имеющих в своей конструкции подшипниковые узлы, имеет большое значение. Особо это касается техники, которая в процессе эксплуатации подвергается действию динамических нагрузок, возникающих, в частности, из-за дисбаланса имеющихся в них вращающихся элементов. Процесс в этой области во многом связан с постоянным поиском решений проблемы снижения энергопотерь и одновременному повышению производительности машин. Одним из путей сохранения гидродинамического режима и предотвращения отказов в условиях «голодного смазывания», перегрева в результате перекосов, а также других аварийных ситуаций является применение в качестве смазочного материала фторопластсодержащих антифрикционных полимерных покрытий, нанесенных на контактные поверхности – выполняющего роль смазочного материала. Подобное направление реализуется и в рассматриваемой работе.

Значительно развились методы и средства математического моделирования, появились специализированные и универсальные программные продукты, позволяющие создавать численные модели сложных технических процессов и систем. Существующие математические модели трибосистем в каждом отдельном случае расчета требуют пересмотра условий сопряжения с характеристиками специфических смазочных материалов и конструкций подшипников.

Эти обстоятельства требуют формирования последовательно совершенствующихся систем моделей, уточняющих предыдущие теоретические исследования и учитывающих свойства современных материалов и технологических разработок.

Разработка методик и программ расчета гидродинамических течений ньютоновских и неньютоновских сред представляет исключительную сложность, поэтому особую ценность имеют методики приближенных аналитических решений, которые могут быть использованы инженерами как альтернатива или дополнение к сложным САЕ-системам. Кроме того, аналитические решения удобно использовать в задачах оптимального проектирования.

Следует отметить, что выполнение автором указанных разработок, представляет существенную сложность, особенно в части решения задач, относящихся к разделу программы «Математическое моделирование», одной из целей которой является разработка моделей и алгоритмов оптимизации конструкций технических устройств, в том числе и триботехнических систем.

Таким образом, диссертация В.И. Киришиевой, отличающаяся широтой поставленных теоретических и прикладных задач и направленная на решение важной научно-прикладной проблемы, является актуальной и современной.

2. Степень обоснованности научных положений и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Строгий математический анализ полученных уравнений, описывающих свойства моделируемых смазочных материалов при их движении в тонких каналах переменной геометрии и учитывающих подвижность опорных поверхностей, толщину фторопластсодержащих антифрикционных полимерных покрытий с осевой канавкой и наличие адаптированного к условиям трения опорного профиля, а также корректное использование методов прикладной математики при их численном решении, всесторонний анализ полученных результатов – все это подтверждает адекватность разработанных модельных представлений и способность описания ими в рамках сделанных допущений основных процессов в трибосистеме.

Часть теоретических результатов была верифицирована экспериментально, подтвердив удовлетворительное согласие результатов моделирования и экспериментов.

Результаты диссертации применены к решению реальных технических задач ряда промышленных предприятий, что позволило дополнительно верифицировать полученные в работе теоретические и экспериментальные результаты и обосновать их научно-практическую ценность.

Таким образом, целесообразное использование надежных исходных источников информации, значительный объем выполненных автором исследований и промышленных испытаний позволяют уверенно полагать, что научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, являются вполне обоснованными.

Не вызывает сомнения высокий **личный вклад автора диссертации** в развитие теории гидрадинамической теории смазывания, разработку и уточнение расчетных моделей радиальных подшипников, необходимых для создания более совершенных роторно-опорных узлов машин и оборудования различного функционального назначения.

3. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность полученных результатов подтверждается корректностью разработанных расчетных моделей радиальных подшипников скольжения, целесообразным и широким использованием положений базовых фундаментальных наук, сходимостью результатов теоретических исследований с экспериментальными и эксплуатационными данными, полученными при лабораторных исследованиях и в процессе натурных испытаний, а также широкой апробацией результатов исследований.

4. Научная новизна результатов работы

Основным научным результатом диссертационной работы можно считать создание комплекса уточненных расчетных моделей, учитывающее конструктивные особенности радиального подшипника скольжения с антифрикционным фторопластсодержащим композиционным покрытием и осевой канавкой, эксплуатируемые в условиях граничного и гидродинамического смазывания с учетом специфики реологических свойств истинно вязких и микрополярных смазочных материалов, позволяющих рассчитать режим гидродинамического смазывания для автоматической смены режимов смазывания с граничной на гидродинамическую.

Научная новизна диссертации также заключается в установлении закономерностей влияния на несущую способность и силу трения следующих особенностей: влияние геометрических параметров осевой канавки (ширина и глубина) с учетом зависимости вязкости истинно вязкого или микрополярного жидкого смазочного материала от гидродинамического давления при ламинарном режиме течения, а также при одновременном учете зависимости вязкости истинно вязкого смазочного материала от давления и температуры при турбулентном режиме течения.

Кроме того, получены расчетные модели радиального подшипника скольжения с нестандартным опорным профилем, имеющие фторопластсодержащее композиционное покрытие с осевой канавкой, при этом учтены зависимости реологических свойств истинно вязкого или микрополярного смазочного материала от давления при ламинарном режиме течения.

При этом важным научным результатом исследований является создание комплекса уточненных расчетных моделей для обоснования проектных решений наиболее эффективной конструкции радиальных гидродинамических подшипников за счет ширины осевой канавки и адаптированных к условиям трения опорных элементов путем направленного регулирования соотношения его несущей способности, таким образом, можно говорить о несомненной новизне выдвинутых соискателем научных положений.

5. Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке новой концепции оценки ресурсов радиальных подшипников скольжения путем формирования общей методической системы блока расчетных моделей, работающих при гидродинамическом или граничном режимах смазывания, ведущая роль которых отводится влиянию противоизносных свойств смазочного материала, обусловленного использованием фторопластсодержащего полимерного покрытия с осевой канавкой на поверхности адаптированного к условиям трения опорного профиля подшипниковой втулки для оценки влияния на гидродинамическое давление в условиях применения смазочных материалов с истинно вязкими и микрополярными реологическими характеристиками при ламинарном или турбулентном режимах течения.

Практическая значимость диссертации заключается в создании и развитии необходимых основ и предпосылок для производственного использования следующих ее основных результатов:

– предложенные комплексы расчетных моделей радиальных подшипников скольжения фторопластсодержащими антифрикционными полимерными покрытиями с осевой канавкой, включающие возможность совокупного учета ряда факторов, относящихся как к области рационального проектирования триботехнических узлов, так и к сфере их эксплуатации. В области эксплуатации – учет специфики реологических свойств смазочных материалов и адаптированных опорных элементов. В конструктивной области это использование фторопластсодержащих антифрикционных полимерных покрытий с осевой канавкой;

– методология расчета основных конструктивных параметров радиальных подшипников скольжения и обоснованного назначения их характеристик применительно к экстремальным условиям эксплуатации;

– предложенные расчетные методы, позволяющие достигнуть значительного увеличения несущей способности радиальных подшипников скольжения и снижения силы трения.

Практическая значимость результатов диссертационного исследования подтверждается также их позитивной эксплуатационной проверкой в пружинно-вальценовочном станке на Ростовском-на-Дону электровозоремонтном заводе филиале АО «Желдорреммаш».

Таким образом, можно констатировать, что полученные результаты имеют хорошие предпосылки трансляции в промышленные сферы и высокую значимость для научно-практической деятельности.

6. Изложение материала и оформление работы

Диссертация Киришиевой В.И. логически построена и изложена технически грамотным языком. Графический материал в значительной степени унифицирован и позволяет наглядно сравнивать результаты решений смежных задач.

Автореферат полностью отражает содержание работы. В целом, рассматриваемая работа по широте охвата проблемы, содержанию и оформлению отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Она содержит решение важных теоретических и практических задач, направленных на повышение технико-экономической эффективности узлов трения широкого круга машин и оборудования.

7. Публикации автора

Соискателем было опубликовано (вместе с соавторами) по теме исследования более 30 статей, включая 14 статей - в журналах, входящих в Перечень ВАК, в том числе 2 публикации в изданиях, входящих в реферативную базу Scopus. Опубликованные работы достаточно полно отражают содержание представленной диссертации. Имеются ссылки на авторов и источники заимствования.

Разработанные методы и полученные результаты докладывались на научных конференциях по проблемам триботехники и смежным областям (на 9 всероссийских и международных конференциях и международных студенческих форумах (г. Ростов-на-Дону, г. Санкт-Петербург, г. Тамбов, г. Самара, Дубай (ОАЭ), Дели (Индия)).

7. Соответствие диссертации паспорту научной специальности

К областям исследований, выполненных по специальности 2.5.3. Трение и износ в машинах, ее паспорту соответствуют следующие положения:

– исследованный комплекс условий гидродинамического смазывания жидким смазочным материалом соответствует пункту 4 области исследований «Смазочное действие: гидродинамическая смазка...»;

– полученные уточненные расчетные модели гидродинамических подшипников скольжения путем дополнительного ввода параметров вязкости истинно вязкого и микрополярного смазочного материала совпадают с пунктом 7 области исследований «Триботехнические свойства материалов, покрытий...»;

– учет при получении расчетных моделей зависимости вязкости смазочного материала от давления или от давления и температуры одновременно совпадает с пунктом 8 области исследований «Триботехнические свойства смазочных материалов»;

– разработанные уточненные расчетные модели радиальных подшипников скольжения в условиях повышенных рабочих нагрузок, действующих на адаптированный опорный профиль подшипниковой втулки с учетом реологических свойств применяемого жидкого смазочного материала от давления, а также от давления и температуры одновременно соответствует пункту 12 «Расчет и оптимизация узлов трения...».

8. Замечания по диссертационной работе

1. В степени разработанности проблемы не представлены представители иностранных научных школ, что визуально снижает проведенный анализ актуальности темы. В списке литературы приведены три работы иностранных школ гидродинамики 1986 года.
2. Автор на защиту выносит универсальные модели расчета радиальных подшипников скольжения, но в силу введенных во второй главе допущений должны быть введены ограничения по применимости разработанных моделей. Применение модели бесконечного подшипника никак не обосновано. Также не указан диапазон удельных нагрузок и скоростей скольжения, для которых допустимо применение расчетных моделей.
3. В тексте приведено допущение (стр. 43), что рабочий зазор подшипника между втулкой и валом полностью заполнен несжимаемым вязким жидким смазочным материалом. Однако, многочисленными исследованиями других авторов подтверждено, что при работе тяжело нагруженных подшипников скольжения зазор заполнен лишь частично.
4. Из текста диссертации не ясно учитывался ли эффект течения смазочного материала из канавки в несущую область подшипника и обратно.
5. В ходе выполнения работ создано множество математических моделей. Был ли разработан и зарегистрирован программный продукт, как инструмент для расчета подобных конструкций?

Несмотря на приведенные замечания, рецензируемая диссертация является законченным научным исследованием и по ней можно принять следующее заключение.

9. Заключение о соответствии диссертации требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней

Диссертация В.И. Киришиевой «Повышение эксплуатационных характеристик металлополимерных фторопластсодержащих подшипников» является самостоятельной, завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержатся обоснованные расчетные модели радиальных подшипников скольжения с полимерными фторопластсодержащими покрытиями, имеющими осевую канавку для автоматической смены режимов смазывания при наличии адаптированного профиля с учетом зависимости реологических свойств истинно вязкого или микрополярного смазочного материала от давления при ламинарном режиме

течения а также одновременно от давления и температуры при турбулентном режиме течения истинно вязкой среды. На основании выполненных автором исследований решается новая научная проблема в области исследования процессов функционального взаимодействия и изнашивания, использование которых вносит значительный вклад в ускорение научно-технического прогресса и развитие высокотехнологичных отраслей 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, Киришичева Виктория Игоревна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.3. Трение и износ в машинах.

Официальный оппонент – доктор технических наук,
профессор кафедры «Автомобильный транспорт»
ФГАОУ ВО «Южно-Уральский
государственный университет (НИУ)» *Задор* Задорожная Елена Анатольевна

Шифр и наименование специальности, по которой защищена диссертация:

05.02.02 – «Машиноведение, системы приводов и детали машин»:

«Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»

454080, г. Челябинск, пр. Ленина, д.76, тел. 8(351)26792-13, e-mail: zadorozhnaiaea@susu.ru



ВЕРНО
Начальник службы
делопроизводства *С. Д. Д. Д.*

16.11.2023