



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «УГАТУ»)

К. Маркса ул., д. 12, г.Уфа, 450008. Тел.: 7 (347) 294-38-29; 8-908-350-35-82, e-mail: office@ugatu.su; <http://www.ugatu.su>
ОКПО 02069438, ОГРН 1030203899527, ИНН/КПП 0274023747/027401001

29.11.2021 № 1499/0344-13

На № _____ от _____



«УТВЕРЖДАЮ»
Первый проректор по науке
ФГБОУ ВО «УГАТУ»
д.т.н., профессор
Р.Д. Еникеев

_____ 2021 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Уфимский государственный авиационный технический университет»
на диссертационную работу Василенко Владимира Владимировича
«Разработка расчетных моделей подшипников скольжения, работающих в
условиях наличия расплава легкоплавкого покрытия», представленную на
соискание на ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.5.3. Трение и износ в машинах

1. Актуальность работы

По статистике до 80 % отказов трибоузлах происходит из-за выхода из строя подшипниковых узлов, а потери на трение требуют до 30 % энергии, вырабатываемой всем человечеством. Вместе с тем, подобные трибосопряжения имеют самое широкое распространение в современных машинах. Решение проблемы лежит в применении для тяжело нагруженных подшипников скольжения, работающих в гидродинамическом режиме трения, новых конструктивных и смазочных материалов.

Одним из способов, позволяющим снизить износ при пуске-выбеге и обеспечить стабильность режима трения при перебоях в подаче смазочного материала, является применение гидродинамических подшипников скольжения с покрытиями из пористых или легкоплавких металлических сплавов на подвижных и неподвижных контактных поверхностях. Подобные конструкции упорных и радиальных подшипники скольжения исследуются в настоящей работе.

Существующие методы расчетов таких подшипников, основанные на приближенных моделях, носят частный характер, не учитывающий весь комплекс переменных факторов, что снижает их точность.

Изложенное делает работу В.В. Василенко, направленную на разработку уточненных расчетных моделей гидродинамических подшипников с модифицированной контактной поверхностью и их экспериментальную верификацию, интересной и актуальной как с теоретических, так и с прикладных общеинженерных позиций.

2. Научная новизна результатов исследований

На основе изучения и анализа современных направлений развития конструкций контактных поверхностей и применения эффективных смазочных материалов при эксплуатации подшипников скольжения, разработана общая методология формирования задач и разработки расчетных моделей.

Новыми и наиболее существенными результатами работы являются следующие.

Применение при разработке блока математических моделей подшипников скольжения с легкоплавкими и пористыми покрытиями, на подвижных и на неподвижных контактных поверхностях, заменяющими аварийный недостаток смазочного материала, при наличии адаптированного профиля опорной поверхности и работающих в гидродинамическом режиме смазывания, оригинальной методики получения точных автомодельных решений исследовательских задач.

В исследуемых трибосистемах установлен характер влияния на несущую способность и силу трения конструкций трибосистем скольжения из легкоплавких металлических и пористых покрытий на подвижных и неподвижных контактных поверхностях, выполненных с учетом одновременной зависимости вязкости смазочного материала и расплава покрытия обладающих при ламинарном режиме течения вязкими или микрополярными реологическими свойствами, а также проницаемости пористого покрытия от давления при наличии адаптированного профиля опорной поверхности.

Сформирован уточненный комплекс расчетных моделей для выбора при проектировании и предпроектных расчетах требуемой конструкции радиальных и упорных подшипников скольжения по оценке основных триботехнических параметров в различных условиях эксплуатации при их смазывании жидкими смазочными материалами и металлическими расплавами, обладающими при ламинарном режиме течения вязкими или микрополярными реологическими свойствами, с учетом наличия пористого покрытия, адаптированного к условиям трения профиля опорной поверхности, а также стратифицированного течения смазочного материала и расплава покрытия.

3. Значимость полученных результатов для науки и практики

Значимость результатов исследований для науки о трении и изнашивании заключается в следующем.

Разработана система расчетных моделей для различных типов подшипников скольжения, охватывающая многопараметрические зависимости комплекса параметров, обеспечивающих повышение точности и универсальность моделей. Это выполнено при одновременном учете зависимости от гидродинамического давления проницаемости пористого покрытия, реологических свойств жидкого смазочного материала и расплава легкоплавкого покрытий, обладающих при ламинарном режиме течения истинно вязкими или микрополярными свойствами.

Кроме того, для упорных и радиальных подшипников учтена роль параметров конструкции контактных поверхностей в виде адаптированной к условиям трения опорной поверхности, легкоплавкого металлического и пористого покрытия на подвижных и неподвижных контактных поверхностях.

Полученные результаты позволяют создать теоретическую базу для прикладных проектных и предпроектных расчетов радиальных и упорных подшипников скольжения.

В практическом плане подобные расчеты подшипников, работающих в режиме гидродинамического смазывания на жидких смазочных материалах и расплавах покрытий, обладающих при ламинарном режиме течения истинно вязкими или микрополярными реологическими свойствами, позволяют определить величину несущей способности и силу трения со стандартным и специальным адаптированным к условиям трения опорным профилем, с учетом зависимости вязкости и проницаемости пористого покрытия от давления.

Дополнительным подтверждением эффективности разработанных расчетных моделей и практической значимости полученных рекомендаций являются результаты удовлетворительных промышленных испытаний в опорах обдирочного шлифовального станка Sasl 125x500 на ростовском заводе ОАО «ГПЗ10» и на стенде окончательной сборки и обкатки КМБ (модель ОБ-741 инв. № 3Н-0089) электровозоремонтного завода – филиала АО «Желдорремаш» в городе Ростове-на-Дону.

4. Обоснованность и достоверность полученных результатов и выводов

Достоверность результатов теоретических разработок подтверждена корректной постановкой задач исследований, квалифицированным применением для их решений классических положений гидродинамической теории смазывания, использованием для численных расчетов современных компьютерных программ, экспериментальной верификацией теоретических положений и удовлетворительной оценкой результатов промышленных испытаний.

Экспериментальные исследования выполнялись в соответствии с полнофакторными двухуровневыми планами при 3-х параллельных опытах и статистической обработкой результатов. При этом использовалось современное поверенное стандартное и специально разработанное испытательное оборудование. Полученные регрессионные модели адекватны.

5. Полнота изложения материалов диссертации в открытой печати

Основные научные результаты диссертационной работы опубликованы в 38 статьях. В том числе 13 статей в изданиях, рекомендованных ВАК, 7 статей в изданиях включенных в международную реферативную базу данных Scopus, 1 патент РФ № 177239 на полезную модель.

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на 17 международных научно-практических и научных конференциях. Опубликованные и доложенные на конференциях материалы достаточно полно отражают основное содержание диссертации.

Содержание диссертации достаточно полно изложено в автореферате и в опубликованных работах, личный вклад автора подтвержден. Имеются ссылки на авторов и источники заимствования.

6. Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа Василенко В.В. соответствует паспорту специальности 2.5.3.Трение и износ в машинах.

7. Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы

Разработанные расчетные модели могут быть использованы для инженерных проектировочных расчетов гидродинамических подшипников скольжения с контактными поверхностями, модифицированными пористыми или легкоплавкими металлическими покрытиями с применением адаптированной

к условиям трения опорной поверхности при смазывании вязкими или микрополярными смазочными материалами в следующем диапазоне нагрузочно-скоростных режимов: средние контактные напряжения до 8МПа и скорости скольжения 0,5 – 3мс.

Подшипники с легкоплавкими металлическими покрытиями могут применяться для сохранения стабильного режима гидродинамического смазывания трибосистем, необходимого при перебоях в подаче штатного смазочного материала, в механизмах, сбой в работе которых недопустимы в пределах производственного или рабочего цикла.

Кроме того, материалы диссертации могут быть использованы в учебном процессе в курсах преподаваемых дисциплин «Основы конструирования» и «Трибология».

8. Замечания по диссертационной работе

1. В диссертации приводятся расчетные модели радиальных и упорных подшипников с легкоплавкими и пористыми покрытиями, однако не приводятся технологии их нанесения, их возможная толщина и величина пор, а также влияние их на граничный смазочный слой.

2. Из диссертационной работы не ясно, почему автор выбрал только проницаемость смазочными материалами порошковых материалов и покрытий, а не скорость фильтрации.

3. Не ясно, почему проницаемость пористого слоя покрытий выражается формулой $k' = k_0 e^{\tilde{a}p'}$, если в формулах отсутствует пористость композиционных материалов и покрытий, для чего введен безразмерный параметр \tilde{M} , характеризующий проницаемость пористого слоя.

4. В работе отмечается, что для экспериментов со смазочным материалом, обладающим вязкими и микрополярными реологическими свойствами, были использованы масло МС-20, ТП-22С и их смесь с добавками. Однако не

указываются размеры частиц, их вводимая концентрация, технология стабилизации в смазочных слоях МС-20 и ТП-22С, а также влияние на вязкость смазочного материала.

5. В диссертационной работе приводятся названия деталей упорного подшипника «ползуна» и «направляющая». В ГОСТ ИСО 4378-1-2001 используются другие названия деталей упорного подшипника – «упорный сегмент», «упорный диск».

6. В работе не указываются размеры частиц меди у микрополярного смазочного материала и способ их стабилизации.

7. При проведении экспериментальных исследований не приводится величина пьезокоэффициента вязкости.

8. В диссертационной работе и автореферате приведен устаревший ГОСТ 4960-75 на медный порошок электролитический, а не ГОСТ 4960-2009.

9. Заключение

Диссертация Василенко Владимира Владимировича «Разработка расчетных моделей подшипников скольжения, работающих в условиях наличия расплава легкоплавкого покрытия» обладает внутренним единством, выполнена на актуальную тему, имеет научную новизну, а полученные результаты имеют практическую ценность.

Диссертация представляет собой самостоятельную, завершённую научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки по гидродинамическому расчету радиальных и упорных подшипников скольжения с пористым и легкоплавким покрытием, заменяющим аварийный недостаток смазочного материала.

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертационной работы и позволяет сделать заключение о научном уровне работы. Диссертационная работа соответствует критериям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, представляемым к кандидатским диссертациям, а

ее автор Василенко Владимир Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.3. Трение и износ в машинах.

Отзыв на диссертацию и автореферат Василенко В.В. рассмотрен на заседании кафедры технологии машиностроения ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» 18 ноября 2021 года, протокол № 10. На заседании присутствовало 28 членов из 34. Результаты голосования: «за» - 28, «против» - нет, «воздержалось» - нет.

Д.т.н, профессор,
и.о. заведующего кафедрой
технологии машиностроения

Рамазанов Камиль Нуруллаевич

Д.т.н., профессор кафедры
технологии машиностроения

Криони Николай Константинович

Сведения о составителях отзыва:

Рамазанов Камиль Нуруллаевич, доктор технических наук, профессор.
Защитил докторскую диссертацию в 2016 году по специальности 05.16.01 - Металловедение и термическая обработка металлов. Ученое звание доцента получил в 2013 году по кафедре технологии машиностроения.
Должность: и.о. зав. кафедрой технологии машиностроения

Криони Николай Константинович, доктор технических наук, профессор.
Защитил докторскую диссертацию в 2005 году по специальности 05.02.04 - Трение и износ в машинах.
Ученое звание профессора получил в 2006 году по кафедре основ конструирования механизмов и машин.
Должность: профессор кафедры технологии машиностроения

Сведения об организации:

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет» (ФГБОУ ВО «УГАТУ»)

Адрес: ул. К. Маркса, д. 12, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450008

<https://ugatu.ru/> e-mail: office@ugatu.ru, тел.: 8-908-350-35-82,

kaftrn@ugatu.ru, тел.: 8-908-350-21-83

Подпись	<i>Рамазанова ЖН</i>
Удостоверяю «29»	11 2021
Начальник отдела документационного обеспечения и архива	<i>Рамазанова ЖН</i>



Подпись	<i>Криони Н. К.</i>
Удостоверяю «29»	11 2021 г.
Начальник отдела документационного обеспечения и архива	<i>Рамазанова ЖН</i>