**РОСЖЕЛДОР**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего образования**

**«Ростовский государственный университет путей сообщения»**

**(ФГБОУ ВО РГУПС)**

*На правах рукописи*

**Кирищиева Виктория Игоревна**

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК**

**МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ
ФТОРОПЛАСТСОДЕРЖАЩИХ ПОДШИПНИКОВ**

Специальность 2.5.3. Трение и износ в машинах

ДИССЕРТАЦИЯ на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент М. А. Мукутадзе

Ростов-на Дону
2023

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

[УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ 3](#bookmark1)

[ВВЕДЕНИЕ 4](#bookmark2)

[Глава 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА 12](#bookmark3)

1. [Полимерные антифрикционные покрытия 12](#bookmark4)
2. [Полимерные композиты в жидких смазочных средах 19](#bookmark5)
3. [Жидкостное трение металлополимерных подшипников 29](#bookmark6)
4. [Цель и задачи исследования 35](#bookmark7)

Глава 2. ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТНЫЕ МОДЕЛИ

МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ ТРИБОСИСТЕМ 37

1. [Давление в маслоподдерживающей канавке 39](#bookmark9)
2. [Подшипники со стандартной опорной поверхностью 43](#bookmark16)
3. [Подшипники с нестандартной опорной поверхностью 58](#bookmark58)
4. [Выводы по главе 87](#bookmark128)

[Глава 3. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 88](#bookmark129)

1. [Общая структура исследований 88](#bookmark130)
2. [Оборудование и инструменты 93](#bookmark132)
3. [Применяемые материалы и образцы 96](#bookmark133)
4. [Экспериментальные планы и их статистическая обработка 102](#bookmark134)

[Глава 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 104](#bookmark135)

* 1. [Смазывание фторопластсодержащих покрытий 104](#bookmark136)
	2. [Режимы работы подшипников 109](#bookmark137)
	3. [Лабораторные и промышленные испытания 120](#bookmark138)
	4. [Выводы по главе 123](#bookmark139)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБЩИЕ ВЫВОДЫ 125](#bookmark140)

[СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 127](#bookmark141)

ПРИЛОЖЕНИЕ

152

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

Исследуемые антифрикционные полимерные покрытия, обладающие вязкоупругими свойствами, находясь под рабочим контактным давлением, подвержены ползучести. При этом шейка вала вдавливается в покрытие и образуется плотный беззазорный контакт, препятствующий образованию гидродинамического клина. При вращении вала в канавке вдоль оси подшипника возникает движение жидкого смазочного материала, и гидродинамическое давление поднимает вал, образуя зазор для смазочного материала.

Обобщенные итоги исследований дают возможность сделать следующие выводы:

1. Впервые разработан и подтвержден экспериментально комплекс расчетных моделей для радиальных подшипников скольжения с полимерным покрытием и осевой канавкой, позволяющих выполнять смену видов смазывания с граничного на гидродинамическое.
2. Расчетные модели радиальных подшипников со стандартным опорным профилем с осевой канавкой и полимерным покрытием основаны на учете трибологических параметров в условиях смазывания микрополярным смазочным материалом с неньютоновскими реологическими свойствами или вязким смазочным материалом при одновременном учете давления и температуры, а также турбулентного характера течения.
3. Установлены зависимости, позволяющие определить эксплуатационные характеристики радиальных металлополимерных подшипников с покрытием и нестандартным специальным некруговым профилем опорной поверхности, адаптированным к конкретным условиям трения, смазываемым вязким или микрополярным жидким смазочным материалом.
4. На основе общего подхода к моделированию подшипников скольжения различной конструкции разработан комплекс расчетных моделей, позволяющий выполнять инженерные проектировочные расчеты радиальных металлополимерных подшипников с осевой канавкой, при которых происходит смена режимов смазывания с граничного, устойчиво работающего при высоких значениях контактного давления и низких скоростях (а ~ 150 МПа и V < 0,25 м/с), при смазывании фторопластом на гидродинамический - при снижении нагрузок и повышении скорости (а ~ 14 МПа и V > 1 м/с).
5. Результаты проведенных экспериментальных исследований подтвердили значимость полученных теоретически расчетных моделей и эффективность характеристик разработанных радиальных металлополимерных подшипников с осевыми канавками оптимальной ширины, позволяющих обеспечить их устойчивую работу в гидродинамическом режиме смазывания при увеличении скоростного режима их эксплуатации.

Промышленные испытания разработанных подшипников, проведенные на Ростовском-на-Дону электровозоремонтном заводе (филиал АО «Жел- дорреммаш») на пружинно-вальценавивочном станке, показали, что ресурс работы подшипников увеличился на 12,3-15,1 %, и оцениваются удовлетворительно