

«УТВЕРЖДАЮ»  
Первый проректор – научный  
руководитель университета  
ФГБОУ ВО «ЮРГПУ (НПИ)  
имени М.И. Платова»

Николай Иванович Горбатенко  
доктор технических наук, профессор

*Н.И. Горбатенко*  
«28» 09 2017 г.



## ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» на диссертационную работу Камеровой Эльвиры Атласовны на тему: «Идентификация триботехнических характеристик металлополимерных трибосистем в жидких смазочных средах» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.04 «Трение и износ в машинах».

### 1. Актуальность избранной темы

Анализ существующих работ по трибологии полимерных композиционных фторопластсодержащих антифрикционных покрытий в тяжелонагруженных низкоскоростных трибосистемах показал, что существенным недостатком таких покрытий являются ограничения скорости скольжения, связанные с их низкой теплостойкостью. Существенным резервом повышения износостойкости рассматриваемых металлополимерных трибосистем и расширения скоростного диапазона их применимости является переход от граничного трения к гидродинамическому режиму смазки.

Однако при использовании смазочных материалов для реализации режима гидродинамической смазки ими инициируются деструктивные процессы в антифрикционном полимерном покрытии и снижается его адгезия к подложке втулки подшипника скольжения.

Ограничить отрицательное воздействие жидкой смазочной среды возможно уменьшением площади её контакта с втулкой подшипника, на который нанесено антифрикционное покрытие, и блокированием данного антифрикционного покрытия валом в радиально-упорных конических подшипниках скольжения. В стационарный период работы трибосопряжения необходимо обеспечить гидродинамический режим смазывания такого подшипника, что повысит допустимую скорость скольжения в результате охлаждения подшипника используемым смазочным материалом.

Диссертационная работа Камеровой Э.А. является актуальной, так как посвящена повышению ресурса и допустимой скорости скольжения металло-

полимерных трибосистем с композиционными фторопластсодержащими покрытиями путем совершенствования метода их смазывания в жидких смазочных средах.

## **2. Новизна исследования и полученных результатов, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Новыми и наиболее существенными научными результатами работы являются:

- выявлены закономерности адгезионной прочности фторопластсодержащих антифрикционных покрытий в жидких смазочных средах в условиях различных температур, времени экспозиции и вязкости смазочных материалов;
- определены особенности вязкоупругой деформации полимерных фторсодержащих антифрикционных покрытий в жидких смазочных средах, установлены величины пороговой нагрузки, ограничивающей повышение контактной жесткости покрытий в этих условиях;
- получены результаты теоретических и экспериментальных исследований, позволившие повысить скоростные режимы и ресурс металлополимерных подшипников скольжения с фторопластсодержащим композиционным покрытием;
- проведен комплекс теоретических и экспериментальных исследований, позволивший разработать конструкцию радиально-упорного подшипника скольжения с нанесенным антифрикционным полимерным покрытием с осевыми канавками, обеспечивающие переход от граничного трения к гидродинамическому режиму смазки.

## **3. Значимость для развития отрасли науки и производства полученных автором диссертации результатов**

Значимость для отрасли науки «Трение и износ в машинах», полученных автором диссертации результатов, заключается в следующем:

- разработан подшипник скольжения с полимерным антифрикционным покрытием, на рабочей поверхности которого выполнены две осевые оппозиционно расположенные канавки, обеспечивающие при работе в масляной ванне гидродинамический режим смазывания;
- установлены рациональные режимы эксплуатации металло-полимерных трибосистем с фторопластсодержащими композиционными покрытиями, позволяющие при переходе от граничного смазки к гидродинамическому режиму смазывания увеличить допустимую скорость скольжения и повысить ресурс;
- получен комплекс расчетных моделей, позволяющих определить основные эксплуатационные характеристики трибосистем, работающих в жидких смазочных средах: адгезионную прочность соединения антифрикционное покрытие-подложка втулки подшипника, вклад вязкоупругой дефор-

мации композита в формирование зазора сопряжения, интенсивность изнашивания антифрикционного покрытия, коэффициент трения, температуру и ресурс.

#### **4. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы**

Математические модели гидродинамической смазки радиально-упорных подшипников скольжения с нанесенным на подшипниковую втулку антифрикционных фторопластодержащих покрытий, с учетом влияния жидких смазочных сред, могут использоваться в проектных расчетах подшипников скольжения повышенной несущей способности. Метод установления областей изменения конструктивных и функциональных параметров подшипников скольжения, обеспечивающих рациональный по несущей способности и силе трения режим работы, могут быть использован для расчетов подшипников скольжения в станкостроении, опорных и упорных подшипниках в гидрогенераторах, турбомашинах, турбокомпрессорах, компрессорных агрегатах, в технологическом оборудовании нефтеперерабатывающей, нефтехимической и металлургической промышленности.

#### **5. Обоснованность научных положений и достоверность результатов исследований**

Обоснованность научных положений и достоверность результатов исследований подтверждается:

- использованием основных положений гидродинамической теории смазки, теории ползучести;
- результатами квалифицированно проведенных экспериментальных триботехнических исследований;
- использованием современного испытательного оборудования, известных методов физико-химических методов, лабораторных исследований;
- корректностью определения метрологические характеристики с использованием современных приборов и компьютерных технологий;
- согласованностью результатов с данными, полученными экспериментальным путем автором и другими исследователями.

#### **6. Подтверждения опубликованных основных результатов диссертации в научной печати**

Основные научные результаты диссертационной работы опубликованы в 3 работах в рецензируемом научном издании (из перечня ВАК) журнале «Трение и смазка в машинах и механизмах», 1 патенте на изобретение.

Основные результаты исследований прошли апробацию на следующих международных и всероссийской конференциях:

12-й международной научно-практической конференции «Проблемы синергетики в трибологии, трибоэлектрохимии, материаловедении и мехатронике» (Новочеркасск, ФГБОУ ВПО ЮРГТУ, 2013 г.); 8-й международной научно-практической конференции «Интерагромаш-2015» «Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения» (Ростов н/Д, ФГБОУ ВПО ДГТУ, 2015 г.); всероссийской научно-практической конференции «Современные аспекты развития науки, образования и модернизации промышленности». Технические науки. (ФГБОУ ВО ДГТУ, 2016 г.).

## **7. Замечания по диссертационной работе**

1. При описании методики испытаний на износстойкость антифрикционного покрытия не указаны режимы испытания: нагрузки, скорости испытаний образцов.

2. Неясно, наносились ли канавки на антифрикционном покрытии образцов в лабораторных условиях, а также какова технология нанесения таких канавок на втулке подшипника. Какое влияние оказывает на гидродинамический режим смазывания стык антифрикционного покрытия при его наклеивании на втулку подшипника.

3. Следовало было провести исследования по набуханию антифрикционного покрытия во времени при выдержке в смазочных средах с целью определения изменения внутреннего диаметра втулки подшипника скольжения с нанесенным антифрикционным покрытием.

4. В табл. 4 в автореферате и табл. 4.8 под названием «Эффективность металлополимерных трибосистем при гидродинамическом режиме смазывания» диссертационной работы износстойкости трибосопряжений при граничной смазке на воздухе, в масле МС-20, Тп 22-С должны быть классифицированы по 7 классу, а в гидродинамическом режиме в этих же средах по 8 классу, а не по 11 и 12 классам, как квалифицировано диссертантом.

5. Ресурс подшипников скольжения устанавливают в часах, а не в циклах.

6. Автором используются термины: «оппозитно расположенные канавки» «сегментальные сечения» – стр.6, диссертации, стр. 5 автореферата и др. Следует использовать термины «оппозиционно расположенные канавки», «сегментные сечения».

## **8. Заключение**

Отмеченные выше замечания и недостатки не снижают ценности диссертации. Результаты проведенных исследований представляют собой комплекс теоретических и экспериментальных исследований, позволивший разработать конструкцию радиально-упорного подшипника скольжения с осевыми канавками, обеспечивающую переход от граничного трения к гидро-

динамическому режиму смазки. Апробация работы осуществлена на научно-технических конференциях различного уровня. Содержание диссертации достаточно полно изложено в автореферате и в опубликованных работах, личный вклад автора подтвержден. Диссертация Камеровой Э.А.. выполнена в соответствии с Паспортом специальности 05.02.04 - «Трение и износ в машинах».

Диссертация Камеровой Э.А. «Идентификация триботехнических характеристик металлополимерных трибосистем в жидкых смазочных средах», выполнена самостоятельно на достаточно высоком научном уровне. Работа написана грамотно, стиль изложения логичный, доказательный. Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технологические решения повышения ресурса и допустимой скорости скольжения металлополимерных систем с композиционным фторопластсодержащими покрытиями совершенствованием метода смазывания, имеющие существенные значения для развития страны.

Диссертация соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней», п. 9-14, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Камерова Эльвира Атласовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.02.04 - «Трение и износ в машинах».

Отзыв о диссертации Камеровой Э.А. подготовил профессор, д.т.н. Шульга Г.И. Отзыв обсужден и единогласно одобрен на заседании кафедры «Автомобили и транспортно-технологические комплексы» «Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова» 4 апреля 2017 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой «Автомобили и транспортно-технологические комплексы» ФГБОУ ВО «ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова»  
доцент, кандидат технических наук

Сиротин Павел Владимирович

Профессор кафедры «Автомобили и транспортно-технологические комплексы» ФГБОУ ВО «ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова»  
доктор технических наук, профессор

Шульга Геннадий Иванович

**Адрес:** ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова, 346428, Ростовская обл.,  
г. Новочеркаск, ул. Просвещения, 132, тел.: (8635) 25-56-72.

**E-mail:** mehan.fakultet@mail.ru



Подписи П.В. Сиротина, Г.И.Шульги заверяю

Ученый секретарь

Ученого совета ЮРГПУ (НПИ)

Н.Н.Холодкова