

В диссертационный совет 99.0.033.02, созданный на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт машиноведения им. А.А.Благонравова Российской академии наук», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный технический университет» 241035, Россия, г. Брянск, б-р 50 лет Октября, 7

### **ОТЗЫВ**

официального оппонента  
на диссертационную работу Тохметовой Айгерим Бауыржановны  
**«ПОВЫШЕНИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СМАЗОЧНОГО  
МАСЛА ЛЕГИРОВАНИЕМ МИКРО-/НАНОДОБАВКАМИ»**,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 2.5.3 - Трение и износ в машинах

#### **Актуальность диссертационной работы.**

Работа Тохметовой Айгерим Бауыржановны на тему: «Повышение трибологических свойств смазочного масла легированием микро-/нанодобавками» является актуальной, так как она посвящена решению актуальной научной задачи повышения трибологических свойств смазочного материала путем введения микро-/нанодобавок.

#### **Научная новизна и достоверность полученных результатов.**

Достоверность результатов и выводов подтверждается сходимостью теоретических результатов, полученных с использованием разработанной программы для ЭВМ, с результатами лабораторных испытаний.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- в разработке модели расчета средней температуры смазочного слоя с учетом переменной скорости сдвига;
- в разработке модели расчета динамического градиента температуры по высоте легированного смазочного слоя с учетом переменной скорости сдвига;

- в полученных данных по оптимизации концентрации добавок в легированных смазках с использованием программного комплекса, разработанного на основе решения модифицированного дифференциального уравнения Рейнольдса с переменной вязкостью;

- в повышении антифрикционных свойств смазочного масла в режиме гидродинамической и смешанной смазки путём применения смазочной композиции, включающей добавки фуллерена  $C_{60}$  с концентрацией 0,1 % и 2 %.

**Объектом исследования** являются смазочные материалы с микро-/нанодобавками при трении скольжения.

**Предметом** являются исследования влияния концентрации микро-/нанодобавок на моторное масло, среднюю температуру, градиент температуры, толщину смазочного слоя, момент трения, коэффициент трения, износ и осадку заготовки.

**Анализ содержания диссертации и степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.**

Диссертационная работа включает введение, шесть глав, заключение по основным результатам, список литературы из 121 наименований и три приложения. Общий объем работы 113 страниц.

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, представлена степень разработанности темы, сформулированы цель и задачи исследования.

Кроме того, выявлена научная новизна и практическая значимость полученных результатов и представлены научные положения, выносимые на защиту. Достаточная апробация работы подтверждает достоверность полученных результатов.

**В первой главе** выполнен анализ работ, посвященных современным смазочным материалам и их составам, включая добавки трибологического назначения. Особое внимание было уделено трибологическим исследованиям масел с геомодификаторами трения и углеродными нанодобавками.

**Вторая глава** посвящена разработке математических моделей для расчета момента трения, толщины и температуры смазочного слоя на языках программирования Python и Delphi. Предложен критерий оценки ресурса смазочного материала с добавками на основе анализа размерностей.

**В третьей главе** диссертационной работы содержится описание методики получения композиционных смазочных материалов, лабораторное оборудование и приборы.

**Четвертая глава** посвящена экспериментальным исследованиям влияния серпентинита, шунгита и фуллерена на трибологические свойства моторного масла.

**Пятая глава** включает результаты экспериментальных исследований влияния нанодобавок на трибологические характеристики моторного масла при высоких температурах смазочного материала и процессе осадки.

**В шестой главе** представлено сравнение теоретических расчетов коэффициента трения и температуры смазочного слоя с опытными данными при легированном смазочном материале.

В заключении приводятся итоги выполненной работы, общие выводы.

#### **Теоретическая и практическая значимость.**

Теоретическая значимость работы обусловлена разработанной комплексной методикой, исследованием смазочной способности масел с твёрдыми микро-/нанодобавками, позволяющей оценить температуру при переменной скорости сдвига в слое, рассчитать динамический (временной) градиент температуры по толщине, переменную толщину, момент трения, температуру и критерий оценки ресурса смазочного материала, исходя из результатов лабораторных экспериментов.

*Практическая значимость работы состоит в том, что:*

Разработанные модели и программный комплекс, позволяют создавать смазочные масла, обладающие оптимальными антифрикционными и противоизносными свойствами за счёт введения в них микро-/нанодобавок.

Результаты диссертационного исследования внедрены в учебный процесс в рамках программы магистратуры по направлению 15.04.01 «Машиностроение» в МИРЭА – Российский технологический университет, что подтверждается соответствующим актом.

**Личное участие соискателя ученой степени в получении результатов, изложенных в диссертации.**

Диссертационная работа Тохметовой А.Б. является научной работой, выполненной самостоятельно. Её личное участие заключается в выполнении обзора состояния вопроса, в определении цели и задачи работы, в проведении экспериментальных исследований, в обобщении их результатов; в формулировании выводов, в подготовке совместно с научным руководителем результатов для публикации научных статей и тезисов докладов, участии в постановке задач, в разработке алгоритма и программы, в проведении численных расчетов и анализе результатов.

**Замечания по диссертационной работе:**

1. Следовало бы обосновать применение исследованных смазочных композиций в процессе осадки.
2. Целесообразно часть материалов третьей главы, касающихся технических характеристик машины трения разместить в приложении.
3. Выводы, приведенные в заключении диссертационной работы, не в полной мере отражают решение поставленных задач исследования.
4. В диссертационной работе присутствуют опечатки, имеются замечания по оформлению.

Отмеченные выше замечания не снижают значимость проведенных исследований и не отражаются на общей положительной оценке диссертации.

**Заключение.**

Диссертационная работа изложена грамотно и доступно для понимания с использованием общепринятых технических и научных терминов. Обоснование выдвигаемых тезисов и положений осуществляется в

соответствии с требованиями и критериями, предъявляемыми к научным исследованиям. Текст диссертации и рисунки отвечают требованиям, предъявленным к научным работам подобного рода. Главы диссертации содержат необходимые иллюстрации, справочные таблицы и другой пояснительный материал.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, имеющей достаточно высокий уровень исполнения и выполненной автором лично. Ее содержание соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата наук.

Тематика исследования, цель и задачи работы, научная новизна, методы и способы, используемые в работе, подтверждают её соответствие паспорту специальности 2.5.3 -Трение и износ в машинах, пункты:

8. Триботехнические свойства смазочных материалов.
9. Теплофизика и тепловая динамика трения и изнашивания.
12. Расчет и оптимизация узлов трения и сложных трибосистем.

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа Тохметовой Айгерим Бауыржановны «Повышение трибологических свойств смазочного масла легированием микро-/нанодобавками», представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную автором самостоятельно на достаточно высоком уровне.

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 12 работах, 8 из них в журналах из Перечня ВАК Минобрнауки России, из них три - в журналах, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science и одно свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Несмотря на отмеченные выше замечания, не снижающие положительное впечатление о работе, считаю, что диссертационная работа Тохметовой Айгерим Бауыржановны «Повышение трибологических свойств смазочного масла легированием микро-/нанодобавками» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (в пунктах 9 -14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного

Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г., № 842), а ее автор, Тохметова А.Б., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.3 - Трение и износ в машинах.

Официальный оппонент - доктор технических наук  
(05.20.03 – «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве»)

профессор,

заведующий кафедрой

«Материаловедение

и технология машиностроения»

Федерального государственного

бюджетного образовательного учреждения

высшего образования

«Российский государственный  
аграрный университет – МСХА

имени К. А. Тимирязева»

  
/Гайдар Сергей Михайлович

Дата «21» марта 2023г.

Подпись заверяю

Руководитель службы кадровой  
политики и приема персонала

МП

  
Т. В. Сулев

Почтовый адрес: 127550, г. Москва, Лиственничная аллея, д. 7 с. 2 (учебный корпус № 23)

Телефон: +7 916 789-25-76

e-mail: techmash@rgau-msha.ru