

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Шульги Геннадия Ивановича на диссертацию Шишияну Дарьи Николаевны «Влияние фосфорсодержащих неорганических полимерных присадок к смазочным материалам на противоизносные свойства трибосистем, работающих в условиях граничного трения» по специальности 2.5.3 – Трение и износ в машинах на соискание ученой степени кандидата технических наук

1. Актуальность избранной темы

В современном железнодорожном транспорте, машиностроении, автомобилестроении большое внимание уделяется проблемам трения, износа и смазки трибосопряжений. Перспективным для повышения износостойкости, долговечности трибосопряжений является разработка технологии получения исследования и применения новых высокоэффективных присадок к смазочным материалам для улучшения их смазочных свойств.

Актуальность решения данной проблемы возрастает с ужесточением нагрузочно-скоростных режимов эксплуатации современных машин, механизмов, а также требований к экологии – уменьшения воздействия машин на человека и окружающую среду. Используемые в настоящее время металл-, хлорсодержащие присадки не отвечают требованиям экологичности, а серо-, фосфорсодержащие – термостабильности.

Тематика рассматриваемой работы, посвященной синтезу, исследованию и применению новых высокоэффективных неорганических фосфорсодержащих полимерных присадок – фосфоровольфраматов к смазочным материалам, является важной и актуальной проблемой.

Современные достижения трибомеханики, физики, химии, квантовой химии и компьютерного моделирования, используемые диссертантом, позволяют управлять образованием при применении присадок вторичных структур, генерируемых

в трибосопряжениях из смазочных жидких, пластичных материалов, и изучать трибологические процессы на наноструктурном и атомном уровнях.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, представленных в диссертации Шишияну Д.Н., достигается:

– использованием базовых положений теории трения и износа, применением положений квантовой химии для решения задач трибологии, применением программного комплекса Amsterdam Density Functional (ADF) для кванто-химических расчетов в рамках функционала плотности (DFT);

– проведением лабораторных триботехнических испытаний жидких (вазелинового масла, индустриального масла И-40, рафинированного подсолнечного масла) и пластичных (ПУМА-МР,-МЛ,-МГ), Литол-24, ЛЗ-ЦНИИ, ЦИАТИМ-201, Буксол) смазочных материалов, легируемых присадками фосфоровольфроматов щелочных металлов и серебра MePWO_6 (Me –Li, Na, K, Ag), предложенных автором;

– испытаниями на четырехшариковой ЧМТ-1, торцевой, ИИ 5018 машинах трения, трибометре TRB-S-DE (CSM-Instruments), стенде, моделирующем условия работы буксового узла вагона;

– исследованиями наличия и стабильности образования вторичных структур, образующихся на контактируемых поверхностях трибосопряжений, на ИК-Фурье-спектрометре Nicolet 380 с приставкой НПВО.

3. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается использованием известных положений фундаментальных наук, сходимостью результатов теоретических исследований с лабораторными и стендовыми испытаниями, применением положений квантовой химии, современных физико-химических методов. Достоверность полученных результатов подтверждается техническим актом испытаний по результатам эксплуатационных испытаний смазочных материалов ЛЗ-ЦНИИ и ЦИАТИМ-201 с добавками 3% фосфоровольфрамата калия в буксовых узлах и

элементах тормозного оборудования вагонов на железнодорожном транспорте. По итогам всесезонных эксплуатационных испытаний установлено, что смазочные материалы ЛЗ-ЦНИИ и ЦИАТИМ-201 с добавками 3% фосфоровольфрамата калия предупреждали заедание бортов колес и трущихся поверхностей торцов роликов и обеспечивали пробег до 450 тысяч километров без замены их в узле трения, что повышало эксплуатационные характеристики вагона.

4. Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- на базе комплекса вычислительных программ Amsterdam Density Functional (ADF), основанного на приближении теории функционала плотности (DFT), определены параметры структуры фосфоровольфрамов щелочных металлов;
- установлен механизм действия неорганических фосфорсодержащих полимерных присадок к смазочным материалам, основанный на принципах квантовой химии и подтвержденный результатами проведенных расчетов и экспериментов;
- обоснована эффективность применения фосфоровольфрамов в качестве противоизносных присадок к смазочным материалам в широком диапазоне температур.

5. Значимость для науки и практики полученных автором результатов

Значимость диссертационной работы Шишияну Д.Н. для науки заключается в следующем:

- изучен механизм образования граничных слоев с присадкой фосфоровольфрамата в процессе трения, описаны трибохимические превращения присадки, обуславливающие ее противоизносные свойства;
- разработана и опробована методика оценки эффективности соединения в качестве присадки к смазочным материалам для граничного трения, основанная на компьютерном моделировании и квантово-химических расчетах.

Практическая значимость диссертационной работы Шишияну Д.Н.:

- синтезированы фосфорсодержащие присадки, обладающие специфическим набором свойств: экологически безопасные, олеофильные, термостабильные, и

которые могут использоваться в качестве противоизносных и противозадирных присадок;

– проведены лабораторные и стендовые исследования смазочных свойств смазочных масел и пластичных смазочных материалов с присадками фосфоровольфраматов, используемых в железнодорожной технике. Показано, что введение этих соединений улучшает трибологические характеристики и продлевает ресурс службы смазочных материалов;

– по результатам стендовых и промышленных испытаний смазочные материалы с разработанными присадками рекомендованы к использованию для буксовых узлов трения вагонов, что позволяет значительно повысить износостойкость данных трибосистем, и подтверждено соответствующим актом службы вагонного хозяйства Северо-Кавказской дирекции инфраструктуры СП ЦДИ филиала ОАО «РЖД» от 21.04.2021 г.

Результаты и выводы диссертационной работы Шишияну Д.Н. могут применяться при разработке составов масел и пластичных смазочных материалов для узлов трения на железнодорожном транспорте, авиационной промышленности, автомобилестроении, сельхозмашиностроении и других машиностроительных областях.

Перспективным является также применение предложенных присадок в маслах, пластичных смазочных материалах, технологических покрытиях в технологических процессах современного машиностроительного производства: вырубки, вытяжки листовых сталей, волочении проволоки, прутковых материалов и других областях.

6. Замечания по диссертационной работе

1.В диссертационной работе не приведены фамилии специалистов, внесших существенный вклад в развитие теории смазочного действия жидких, твердых и пластичных смазочных материалов: Ахматова А.С., Бершадского Л.И., Виноградова Г.В., Великовского Д.С., Гаркунова Д.Н., Дерягина Б.В., Крагельского И.В.,

Кутькова А.А., Костецкого Б.И., Кужарова А.А., Брейтуэйта Е.Р., Бонера К.Дж., Боудена Ф.П., Тейбора Д., Кэлхуна С., Пуддингтона Л. И. и других ученых.

2. Механизмы взаимодействия фосфорвольфраматных присадок с контактирующими поверхностями трибосорязений рассмотрены без учета комплексного влияния смазочного действия базовых жидких масел и без учета влияния базовых масел и загустителей пластичных смазочных материалов (рисунки 2.3-2.6), которые влияют на смазочное действие смазочных материалов.

3. Рассмотрен разрыв циклических молекул фосфорвольфрамата вследствие приобретения от металлической поверхности им отрицательного заряда. Но при этом не указана роль нагрузок, скоростей в трибосопряжении, при которых в зоне контакта повышается температура и может происходить механо-термическая деструкция циклических молекул фосфорвольфрамата с образованием свободных радикалов.

4. Не приведены исследования присадок на стабильность композиций жидких и пластичных смазочных материалов от выпадения их в осадок. В диссертации отмечается, что синтезированные фосфорвольфраматы измельчали и перетирали до порошкообразного состояния (стр. 72). Однако не указаны размеры их дисперсности, при которых достигается стабильность от выпадения присадок в осадок в жидких и пластичных смазочных материалах.

5. Для чистоты эксперимента следовало бы выбрать для исследования смазочных свойств пластичные смазочные материалы, не содержащие в своем составе химические элементы, входящие в состав фосфорвольфраматов. Например, выбранный для исследования пластичный смазочный материал ЛЗ-ЦНИИ уже содержит в своем составе присадку ДФ-1, представляющую собой масляный раствор диалкилдитиофосфата бария и применяется в качестве антиокислительной, антикоррозионной и противоизносной присадки. При введении дополнительных присадок, содержащих фосфор, в пластичные смазочные материалы, в том числе фосфорвольфраматов, возможен синергизм или антагонизм смазочного действия, а также дополнительное введение фосфорвольфраматов увеличивает стоимость смазочных материалов.

6. На рисунках 4.5–4.8 приведены испытания антифрикционного действия рафинированного подсолнечного масла с присадками фосфоровольфроматов калия, натрия и серебра в количестве 3 масс.%. Для информативности процесса следовало проводить испытания в сравнении с рафинированным подсолнечным маслом без присадок.

7. В диссертации на стр. 29, 106 использован термин «смазка», не соответствующий требованиям ГОСТ 27674-88. Должен быть использован термин «смазочный материал». На стр. 69, 71, 108 размерности частоты вращения образцов, роликового подшипника приведены в об/мин. В системе СИ частота вращения приведена в мин^{-1} .

7. Заключение

Отмеченные выше замечания не снижают ценности диссертации. Результаты проведенных исследований представляют комплекс новых научно-технических разработок по совершенствованию узлов трения на железнодорожном транспорте.

Апробация работы осуществлена на конференциях различного уровня. Содержание диссертации достаточно полно отражено в автореферате и в опубликованных работах.

Основные выводы диссертационной работы опубликованы в 5 рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень Минобрнауки России, в 1 научном издании в журнале, индексируемом в базе данных SCOPUS, в 1 научном издании, индексируемом в базе данных Web of Knowledge.

Диссертация выполнена в соответствии с Паспортом научной специальности 2.5.3 – Трение и износ в машинах.

Работа соответствует установленным требованиям к оформлению и структуре диссертации. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации

Диссертация Шишияну Дарьи Николаевны «Влияние фосфорсодержащих неорганических полимерных присадок к смазочным материалам на противоизносные свойства трибосистем, работающих в условиях граничного трения» выполнена самостоятельно на высоком научном уровне и представляет собой за-

вершенную научную квалификационную работу, в которой изложены новые научно-обоснованные технические, технологические решения и разработки в сфере по повышению противоизносных свойств трибосистем, работающих в условиях граничного трения, введением эффективных неорганических фосфорсодержащих полимерных присадок – фосфоровольфраматов в смазочные материалы, что имеет существенное значение для повышения узлов трения и развития железнодорожного транспорта, авиационной промышленности, автомобилестроения, сельхозмашиностроения и в других машиностроительных областей страны.

Диссертация соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней» (п. 9-14), предъявляемым к кандидатским диссертациям», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.3 – Трение и износ в машинах.

Профессор кафедры «Автомобили и транспортно-технологические комплексы» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»

доктор технических наук, профессор  Шульга Геннадий Иванович

« 01 » ____ 08 ____ 2022 г.

Адрес: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» (ЮРГПУ (НПИ))

346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132.


Тел.: (8635) 25-52-25; (8635) 25-52-74

E-mail: avtottk_npi@mail

Подпись д.т.н., проф. Г.И.Шульги заверяю

Ученый секретарь ученого совета ЮРГПУ (НПИ)



 Н.Н. Холодкова

01.08.2022 г.