

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебной работе
и международной деятельности
ФГБОУ ВО «Донской
государственный технический
университет» к.т.н., доцент


А.В. Шилов
«28» 9 2022 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет» на диссертационную работу *Якуниной Ксении Александровны* «Механизм действия и повышение эффективности маслорастворимых противоизносных присадок», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия

1. Актуальность темы диссертации

В настоящее время в Российской Федерации имеется острая необходимость обеспечения импортнезависимости эксплуатации транспортных средств и промышленного оборудования. Один из важных видов продукции, требующий импортозамещения - смазочные материалы, отвечающие требованиям современной техники. Необходимым условием производства таких материалов является создание и производство противоизносных присадок, служащих многофункциональными компонентами для различных видов смазок. В настоящее время в РФ имеется производство современных базовых масел. Однако, моторные и трансмиссионные масла производятся с применением импортных пакетов присадок, причем, не самых современных. Это не обеспечивает качества смазочных материалов на уровне лучших зарубежных аналогов и снижает конкурентоспособность отечественных смазочных материалов.

Исходя из вышеизложенного, актуальной задачей, решаемой в диссертации, является повышения эксплуатационных свойств смазочных материалов до уровня лучших аналогов зарубежного производства путем разработки эффективных противоизносных компонентов. Таким образом, тема диссертации является актуальной.

2. Структура и основные результаты работы

Диссертация Якуниной К.А. состоит из введения, 3 глав, заключения, изложена на 129 страницах машинописного текста, включая 20 иллюстраций, 17 таблиц и библиографический список, содержащий 109 наименований, а также 14 приложений.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы диссертации, сформулирована цель работы, вытекающие из неё задачи, а также научная новизна и практическая значимость диссертационного исследования.

В первой главе рассматриваются различные виды смазочных материалов такие как моторные, трансмиссионные и гидравлические масла с точки зрения функциональных свойств. Далее рассмотрены противоизносные компоненты, которые добавляют к смазочным маслам различного назначения. Затем рассмотрена модель структурированного граничного слоя, который обуславливают противоизносные присадки. Проведён обзор и анализ механизмов трения и изнашивания зубчатых передач. Для улучшения эксплуатационных свойств смазочных материалов, в диссертационной работе предложено синтезировать противоизносные присадки с различными вариантами структуры углеводородных радикалов. А также предложен синтез противоизносных компонентов, аналогичных компонентам высокотемпературных пластичных смазок. Введение которых в трансмиссионные масла позволит повысить противоизносные свойства трансмиссионного масла при максимальных эксплуатационных температурах.

Во второй главе описаны объекты исследования, приведены методики синтеза противоизносных присадок, а также методики испытания смазочных материалов с добавленными в них синтезированными компонентами.

В третьей главе представлены результаты исследования механизма действия противоизносных присадок, изучения противоизносных свойств моторных масел в присутствии присадок. Сделан вывод, что основным механизмом противоизносного действия диалкилдитиофосфатов цинка (DDTPZ) и аналогичных ПАВ, является обеспечение жидкостного трения при более высоких контактных нагрузках, чем для масел без присадок. Затем выявлена зависимость противоизносных свойств DDTPZ от длины углеводородного радикала. Показано, что величина углеводородного радикала в DDTPZ цинка оказывает существенное влияние на предельную нагрузку, при которой режим трения переходит в граничный. Далее представлены результаты исследования влияния иона металла, связанного с диалкилдитиофосфатом на антифрикционные и противоизносные свойства. Из полученных экспериментальных данных следует, что

диалкилдитиофосфаты цинка и молибдена трехвалентного обеспечивают более высокие и стабильные антифрикционные свойства масел при повышенных температурах. Наиболее эффективны соли молибдена III. Затем показаны результаты испытания синтезированных противоизносных компонентов высокотемпературных смазок (триалкил- и триарилфосфотрионатов). Наиболее значимым эффектом от дополнительного введения триалкил- и триарилфосфотрионатов отмечено снижение силы трения в диапазоне температур 80...140 °С, что позволит в условиях эксплуатации снизить генерирование тепла в зубчатых передачах и предотвратить достижение критических температур. Также представлены результаты испытаний эффективности дигексадецилдитиофосфата цинка в базовых полиальфаолефиновых маслах. В качестве независимой экспертизы эффективности дигексадецилдитиофосфата цинка испытания были выполнены в лаборатории НИИ «Триботехники и смазки» УГАТУ.

В заключении резюмируются полученные результаты, рассматриваются направления дальнейших исследований в данной области.

Следует отметить, что материалы диссертации позволяют достаточно полно оценить объём и сложность проведенного исследования.

3. Научная новизна основных результатов работы

В работе получены следующие новые результаты.

1) Доказано, что противоизносные присадки (диалкилдитиофосфаты цинка и триарилфосфотрионаты) при взаимодействии с поверхностью металла формируют мономолекулярный слой и инициируют полимолекулярную адсорбцию углеводородных компонентов масла на поверхности металла.

2) Экспериментально показано, что увеличение длины углеводородных радикалов в диалкилдитиофосфатах металлов снижает коэффициент трения и позволяет увеличить контактное давление, при котором происходит переход гидродинамического режима трения в граничное трение. При увеличении длины углеводородного радикала также снижается диаметр пятна износа. Противоизносное действие солей диалкилдитиофосфорных кислот возрастает со снижением основных свойств металлов в ряду: Ва–Са–Zn–Mo(III).

3) Экспериментально установлено, что значимым эффектом от дополнительного введения триалкил- и триарил-фосфотрионатов является снижение силы трения в диапазоне температур 80...140 °С, что позволит в условиях эксплуатации снизить генерирование тепла в зубчатых передачах и предотвратить достижение критических температур.

Таким образом, в выполненном диссертационном исследовании разработаны состав и метод синтеза противоизносных компонентов смазочных материалов, которые готовы для организации опытно-промышленного производства на базе существующих технологии и оборудования для производства присадки ДФ-11.

4. Практическая значимость полученных результатов

Результаты диссертационной работы позволяют изготавливать отечественные маслорастворимые противоизносные присадки для смазочных материалов на уровне лучших зарубежных аналогов, что позволит ликвидировать отставание России в области разработки присадок, а также обеспечить импортнезависимость машин с импортными агрегатами, для широкого спектра отраслей промышленности, в особенности оборонно-промышленного комплекса и автотранспортной отрасли.

Разработанный состав и метод синтеза противоизносных компонентов смазочных материалов готовы для организации опытно-промышленного производства на базе существующих технологии и оборудования для производства присадки ДФ-11. Используемые в работе теоретические подходы и методы исследования могут быть использованы для дальнейших исследований по созданию противоизносных компонентов для производства полноценных импортозамещающих смазочных материалов.

5. Публикация результатов

Основные научные результаты диссертационного исследования отражены в 18 научных работах, в том числе 10 статьях, включая 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, и апробированы на различных научно-практических конференциях. По результатам диссертации получены 5 патентов РФ на изобретение.

6. Соответствие работы заявленной научной специальности

Согласно паспорту специальности 1.4.4 Физическая химия полученные Якуниной К. А. научные и практические результаты соответствуют пунктам

п.3 – Определение термодинамических характеристик процессов на поверхности, установление закономерностей адсорбции на границе раздела фаз и формирования активных центров на таких поверхностях.

п.12 – Физико-химические основы процессов химической технологии и синтеза новых материалов.

7. Замечания по работе

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

- 1) Глава 2 не структурирована. Описание объектов и методов исследования «размазано» по всей главе.
- 2) Структурные формулы синтезированных присадок не приведены, что несколько затрудняет понимание процесса их адсорбции на поверхности трущихся металлов.
- 3) Было бы интересно оценить изменение морфологии трущейся поверхности при использовании синтезированных присадок на микро- (или нано-) уровне методами, например, СЭМ или АСМ.
- 4) Не понятно, каким методом определяли элементный состав полученных присадок.
- 5) В п. 3.5 приведены результаты сравнения показателей ДИ для присадок в виде таблиц и графика без обсуждения полученных результатов, а в разделе «Выводы по разделу 3.5» приводится обсуждение результатов, однако в этом разделе выводы отсутствуют.
- 6) Чем обусловлено повышение противоизносных свойств триалкилфосфоротионатов по сравнению с триарилфосфоротионатами в диапазоне температур 80 – 110 °С?
- 7) В таблицах, например, 3.3, 3.8-3.11, округление числовых значений полученных результатов величин должно быть одинаковым.
- 8) По тексту работы таблицы и рисунки дублируют друг друга, например, табл.3.8-3.11 и рис. 3.9.
- 9) В Библиографическом списке практически отсутствуют источники за последние 5 лет.

8. Заключение

Диссертация Якуниной К.А. является законченным научным трудом, в котором решается актуальная проблема производства современных отечественных маслорастворимых противоизносных присадок к смазочным материалам, не уступающих по эффективности зарубежным аналогам. Это позволяет обеспечить импортнезависимость машин для широкого спектра отраслей промышленности.

Отмеченные замечания не снижают научной и практической ценности диссертационной работы.

На основании вышеизложенного считаем, что диссертационная работа «Механизм действия и повышение эффективности маслорастворимых

противоизносных присадок» по содержанию, полученным результатам и оформлению удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении учёных степеней» постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Якунина Ксения Александровна заслуживает присуждение ей степени кандидата технических наук по специальности 1.4.4 Физическая химия.

Диссертационная работа и отзыв одобрены на заседании кафедры «Химия» (протокол №2 от 26 сентября 2022 г.).

Отзыв составлен:

доктор технических наук, профессор
Бурлакова Виктория Эдуардовна

Заведующая кафедрой «Химия» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»

Докторская диссертация защищена по специальности:

05.02.04 – Трение и износ в машинах;

02.00.04 – Физическая химия

Адрес организации: 344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»

Телефон: 8-800-100-1930

Электронная почта: reception@donstu.ru

