

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации Медведевой Виктории Валерьевны «Повышение триботехнических характеристик консистентных смазочных материалов путем применения дисперсных частиц гидросиликата магния», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.02.04 – «Трение и износ в машинах»

1) Актуальность

Диссертационная работа В.В. Медведевой посвящена вопросу о применении трибоактивных наполнителей к пластичным смазочным материалам (ПСМ). Актуальность этого научного направления, по нашему мнению, обусловлена следующим.

- 1) ПСМ обладают рядом «природных» преимуществ по сравнению с жидкотекучими смазочными материалами (СМ). В частности, они позволяют включать в себя порошковые наполнители, варьируя состав и концентрации, не опасаясь нарушения коллоидной устойчивости системы.
- 2) ПСМ позволяют варьировать не только присадками и наполнителями, но также природой загустителя и его структурой в составе ПСМ.
- 3) ПСМ, их реология, механизм смазочного и антиизносного действия изучен в гораздо меньшей степени, чем у жидких СМ.
- 4) Исследование ориентировано в практической его части на улучшение работы колесных подшипников троллейбусов. Однако узлы такого типа с приблизительно одинаковыми условиями работы распространены чрезвычайно широко, и далеко не только в области транспортных машин. Поэтому значение данной работы гораздо более широкое, чем это представлено автором.
- 5) Данное исследование можно считать актуальным, также и потому, что оно направлено на решение конкретных задач, связанных с эксплуатацией традиционных и разработкой новых машин, которые могут быть решены путем конструирования надежных и долговечных узлов трения, включающих рационально выбранный смазочный материал.

2) Структура и содержание работы

Рассматриваемая работа изложена на 143 страницах, содержит Введение, 4 основные главы, заключение, библиографический список (114

источников), включает в себя 68 иллюстраций, 21 таблицы. Имеются также 4 приложения.

Во «Введении» говорится об актуальности исследования, приводятся основные характеристики работы, в том числе перечень грантов и научных программ, в рамках которых выполнялись фрагменты этой работы.

Апробация результатов исследования представляется достаточной. Автор выступала на с докладами на 4 научных конференциях международного уровня. Материалы диссертации с необходимой полнотой освещены в периодических научных изданиях: по теме диссертации опубликовано 13 научных работ, в том числе 10 работ в российских журналах по списку ВАК, кроме того, две работы опубликованы на английском языке, в журналах, индексированных в базах Scopus и Web of Science.

Содержание автореферата с необходимой полнотой отражает содержание диссертации.

В первой главе выполнен аналитический обзор проблемы разработки, применения, теоретических принципов действия ПСМ, в частности, — содержащих порошковые наполнители. Рассмотрены многочисленные подходы к теоретическому описанию трибологической активности силикатных наполнителей.

Во второй главе автор характеризует выбранные для исследования объекты и описывает используемые в работе приборы и методики. Примечательно, что наряду с триботехническими испытаниями, автор привлекает широкий ряд других исследовательских методов, касающихся измерения механических, физико-химических и структурных показателей. Завершается глава описанием разработанной автором оригинальной методики моделирования трения качения.

В третьей главе приведена обширная информация о результатах разнообразных экспериментов. Так, исследованы данные гранулометрического состава наполнителя, его концентрации в ПСМ. Получена информация об износе твердых поверхностей, уровне трения, изменению их шероховатости. Очень интересны микроснимки структуры ПСМ с наполнителем (с. 80), (на которых, к сожалению, не указан масштаб). Приводятся данные реологических и коррозионных испытаний.

В четвертой главе содержатся экспериментальные результаты по исследованию реологического поведения масел, в основном базирующиеся на вискозиметрических методах. Здесь же обосновывается гипотеза о пленкообразовании на твердых поверхностях с учетом присутствия силиката.

В «Заключении» автор сформулировала основные научные и практические результаты диссертационного исследования в виде итоговых выводов.

В 4-х приложениях отражены результаты участия автора в научных мероприятиях, акты, содержащие данные о практическом использовании результатов работы.

Список литературы достаточно полон, в нем присутствуют статьи, монографии, в том числе и зарубежные источники.

3) Оценка обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений

Итоговые выводы диссертации сосредоточены в разделе «Заключение». Обоснованность этих выводов рассмотрим по пунктам.

- 1) Вывод 1 о создании нового состава СМ имеет основанием раздел 3.1 работы.
- 2) Выводы 2 и 3 о путях формирования разделительных силикатных пленок сделаны на основании исследований главы 4.
- 3) Вывод 4 обоснован в разделе 3.3.
- 4) Вывод 5 о новой методике испытаний ПСМ сформулирован в соответствии с разделом 2.3.5
- 5) Вывод 6 об изменении структуры загустителя, коррозионной активности и температуры каплепадения сделан по материалам раздела 4.3.
- 6) Преобразованная формула Крагельского (вывод 7), получена автором в разделе 4.6.
- 7) Вывод 8 об ожидаемых результатах практического использования результатов работы сделан на основании Акта об использовании, включенном в качестве одного из Приложений.

Таким образом, все итоговые выводы работы находят обоснование в соответствующих разделах диссертации. Поставленные в гл. 1 задачи в ходе проведения исследования в основном выполнены. Достоверность основных общих выводов, представленных в диссертации и автореферате 8-ю пунктами, обеспечена корректной оценкой и учетом точности и воспроизводимости результатов экспериментальных исследований, использованных в работе. Все это позволяет считать степень достоверности и обоснованности выводов диссертанта достаточной и соответствующей требованиям «Положения» ВАК РФ.

4) Значимость для науки и практики полученных автором результатов

Значимость для науки

- 1) Сформулированы теоретические представления о взаимодействии частиц наполнителя с базовым ПСМ и твердой поверхностью
- 2) Обнаружены специфические поверхностные вторичные структуры, образованные при трении в среде ПСМ с силикатным наполнителем.
- 3) Показана возможность синергического действия при одновременном использовании наполнителей типа серпентинита и талькита.

Значимость для практики

- 1) Применен комплекс экспериментальных методов, позволяющих создавать новые ПСМ с трибоактивными наполнителями.
- 2) Разработана новая методика испытаний узлов качения.
- 3) Результаты рекомендованы для использования в учебном процессе в рамках спецкурсов трибологической направленности.
- 4) Даны практические рекомендации, касающиеся области применения и особенностей использования вновь разработанных составов ПСМ с наполнителями силикатной природы.

5) Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Считаю целесообразным по итогам рецензируемой работы рекомендовать следующее

- 1) Использовать созданные автором теоретические представления для разработки аналогичных типов ПСМ с наполнителями для выявления границ применения моделей.
- 2) Использовать комплекса экспериментальных методик, примененных автором для других исследовательских циклов создания новых ПСМ с наполнителями.
- 3) Расширить область практического использования разработки за пределы сферы городского транспорта — в другие отрасли машиностроения и эксплуатации техники.

6) Оценка содержания диссертации, ее завершенности

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.02.04 – «Трение и износ в машинах». В работе содержатся следующие компоненты паспорта специальности:

1. Теория и методы исследования процессов, влияющих на техническое состояние объектов машиностроения, способы управления этими процессами (п. 1 Паспорта).
2. Теория и методы проектирования машин и механизмов, систем приводов, узлов и деталей машин. (п. 2 Паспорта).
3. Методы исследования и оценки технического состояния объектов машиностроения (п. 4 Паспорта).
4. Развитие фундаментальных положений родственных и смежных областей науки применительно к исследованию, проектированию и расчетам объектов машиностроения. (п. 6 Паспорта). (Родственными и смежными научными направлениями в данном случае, на наш взгляд, нужно считать триботехнику и химмотологию).

Работа написана в основном грамотным научным языком, снабжена необходимым иллюстративным материалом. Графики и рисунки выполнены наглядно, с элементами качественного графического дизайна. В диссертации гармонично взаимосвязаны теоретические и экспериментальные разделы. Работа в целом выглядит завершенной.

Апробация работы вполне достаточна. Имеется необходимое число публикаций в ведущих научных журналах по списку ВАК РФ. Полнота опубликования основных результатов работы в печати исчерпывающим образом раскрывает основное содержание работы и выносимые на защиту положения. Автореферат адекватно отражает содержание диссертации.

7) Замечания

1. Автор ставит задачу разработку «оптимального» компонентного состава ПСМ, поиск «оптимального» размера и концентрации частиц (с. 6), в то время как в работе стандартные методы оптимизационного эксперимента отсутствуют, а значит, решения назвать оптимальными некорректно.
2. Определение коррозионной активности ПСМ выполнено по методу оценки цвета медных пластинок. Непонятно, в какой степени этот метод применим к материалу подшипников — стали ШХ-15. Другой материал — другие процессы, другие эффекты!
3. На 3D диаграмме (автореферат, рис. 5.) на осях отсутствуют единицы измерения, нет интерпретации формулы (1).
4. Теория вязкости суспензий была разработана в общем виде Эйнштейном. Почему-то автор не обсуждает свои результаты реологических исследований в контексте этой модели. Автор обнаруживает в эксперименте (рис. 3.17), что при добавке наполнителя вязкость, которая, по Эйнштейну, должна расти, с увеличением концентрации,

наоборот, снижается (!). Объяснение, данное автором, что это происходит вследствие какой-то особой пространственной ориентации частиц, кажется нам не убедительным. А на с. 83 (рис. 3.19) эта тенденция меняется на противоположную: с ростом концентрации вязкость нелинейно возрастает. Почему?

5. Автор претендует на новый «метод диагностики», это отражено в разделе «практическая значимость» и п. 5. итоговых выводов. В то же время, на с. 62 автор утверждает, что созданы «оснастка и методика испытаний ПСМ». Отличительные признаки новизны этих решений в работе не приводятся.
6. Автор утверждает, что примененная ею экспериментальная установка позволяет приблизить условия испытаний к реальным условиям работы подшипника колесной ступицы. Но ступица снабжена радиальным подшипником, а на установке использован упорный подшипник (под пятник) с совершенно отличающейся кинематикой узла, а соответственно — и условиями трения. В радиальном подшипнике нагрузка на тела качения периодическая, а в упорном — постоянная.
7. При разработке экспериментальной установки автор не рассматривает вопросы точности и воспроизводимости экспериментов на этом приборе.
8. Основными конкурентами силикатных наполнителей в ПСМ являются такие широко применяемые компоненты, как графит, MoS₂, металлоплакирующие, производные фталоцианина, композитные порошки — ни один из этих материалов автор не использует для сравнения в экспериментах, чтобы показать преимущества (или недостатки) силикатов. К сожалению, автор не использовал также возможность варьировать в опытах тип загустителя. Литол 24 — далеко не лучший и далеко не новый ПСМ. И вообще для модельных исследований было бы желательно использовать базовую смазку контролируемого и инактивного состава, например, очищенное вазелиновое масло с парафиновым загустителем.
9. Список литературы желательно было бы выстроить по алфавиту. Иностранных источников вроде бы достаточно много (ок. 15%), но статей, близких к объекту рассмотрения диссертации — силикатным наполнителям для ПСМ — среди них нет ни одной. Странно, что в списке ссылок отсутствует чрезвычайно близкая по тематике работа В.П. Зарубина (2004 г.), которая как раз была посвящена применению синтетических силикатов в СМ.
10. Не понятно, какой из десятка рассмотренных автором часто противоречащих между собой теорий (сс. 34–37), автор отдает предпочтение.

11. Автор активно обсуждает (с. 95) фазовые превращения, могущие происходить с силикатными материалами при температуре от 490 до 780°C. Вряд ли это имеет смысл обсуждать при температуре каплепадения базового ПСМ в 180°C и средней температуре колесных подшипников не выше 60°C. При гидродинамическом режиме трения, который обеспечивается ПСМ, интерметаллического контакта практически не образуется.
12. Автор предполагает важность процесса коагуляции твердых частиц в ПСМ в процессе трения. С этим трудно согласиться, потому что ПСМ с наполнителем не является свободнодисперсной колloidной системой. Каркас загустителя просто не дает частицам агрегироваться.
13. Автор оперирует в теоретическом разделе работы понятием «доли сечения». Определения этого понятия в работе не дано. Методы опытной оценки этой «доли» не описаны, связь этой величины с реологическими и трибологическими характеристиками из работы не стала ясной. Можно предположить, что это некий безразмерный параметр структуры загущающего каркаса. Во всяком случае, автору следовало бы конкретнее интерпретировать эту идеологию применительно к триботехническим задачам.
14. Новизна таких важных результатов работы, как разработка нового состава ПСМ, создание конструкции испытательной установки — не подтверждены их патентованием. Упомянутая в автореферате некая разработанная автором и зарегистрированная в национальном реестре компьютерная программа в тексте диссертации не упоминается.
15. В работе встречаются опечатки, грамматические ошибки и терминологические погрешности. Так, например, автор применяет в работе устаревшее определение «консистентный» СМ, тогда как общепринятым в настоящее время является термин «пластичный» СМ, «ПСМ» (См., напр., ГОСТ 23258-78 Смазки пластичные). Почему-то автор также избегает применять к исследуемым порошковым добавкам термин «наполнитель», который показывает их отличие от растворимых в ПСМ «присадок». В гл. 1 и разд. 4.4 этот термин присутствует, но ни в «задачах» исследования, ни в «выводах», ни в названии работы он почему-то не фигурирует. Встречаются и другие терминологические неточности: напр., на с. 23. «Кристаллическая решетка загустителя» (у каркаса загустителя нет кристаллической структуры); на с. 74 «Процентное содержание» (вместо стандартной «концентрации»), на с. 38 «удельное давление» (вместо давления), на сс. 40, 64 «консистенция» вместо «вязкости» и проч.

16. Работе очень не повредили бы хотя бы приблизительные оценки экономической эффективности разработки. Важно было бы сравнить данные о наполнителях и загустителях других типов.

8) Заключительная оценка диссертационной работы

Несмотря на отмеченные выше недостатки, полагаем, что в целом диссертация представляет собой законченную самостоятельную научно-квалификационную работу, посвященную решению важной научно-практической проблемы: повышения надежности узлов трения машин путем разработки новых пластичных смазочных материалов с активными наполнителями, — что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а автор диссертации — Медведева Виктория Валерьевна — заслуживает присуждения искомой ученой степени по специальности 05.02.04 — «Трение и износ в машинах»

Официальный оппонент,
профессор кафедры экспериментальной и технической физики
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»
доктор технических наук,
профессор —

В.А. Годлевский

12 марта 2018 г.
г. Иваново



Контактные данные оппонента

ФИО: Годлевский Владимир Александрович

Ученая степень: доктор технических наук.

Специальность, по которой защищена докторская диссертация:
05.02.07 — Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Ученое звание: профессор.

Полное название организации: ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»

Почтовый адрес: 153025, ул. Ермака, 39, ИвГУ.

Контактные телефоны: моб. +7(906)510-36-48;

дом. +7(493)237-67-52

e-mail: godl@yandex.ru

