

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.075.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ «ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОВЕДЕНИЯ»
(ИПМАШ РАН В Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ)
ПО ДИССЕРТАЦИИ МЕДВЕДЕВОЙ ВИКТОРИИ ВАЛЕРЬЕВНЫ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 29 марта 2018 № 20

О присуждении **Медведевой Виктории Валерьевне**, гражданке Российской Федерации ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение триботехнических характеристик консистентных смазочных материалов путем применения дисперсных частиц гидросиликатов магния» по специальности 05.02.04 - Трение и износ в машинах принята к защите 29 января 2018 г., протокол №18 диссертационным советом Д 002.075.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем машиноведения» (ИПМаш РАН) (199178, г. Санкт-Петербург, Васильевский остров, Большой проспект, д.61) приказ №75/нк от 15.02.2013 года (с изм. от 15.03.2016 года, приказ №326/нк).

Соискатель Медведева Виктория Валерьевна 1991 года рождения,

В 2014 году соискатель окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого. Работает заведующим лабораторией «Масла, смазки и смазочные материалы» в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого, кафедре «Машиноведение и основы конструирования»

Диссертация выполнена в ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор, Скотникова Маргарита Александровна, заведующая кафедрой «Машиноведение и основы конструирования», ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет

Петра Великого».

Официальные оппоненты:

Годлевский Владимир Александрович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры Экспериментальной и технической физики ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»;

Лишевич Игорь Валерьевич, кандидат технических наук, заместитель директора, начальник НПК-11, НИЦ «Курчатовский институт» - ФГУП «ЦНИИ конструкционных материалов «Прометей» им. академика И.В. Горынина»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова» (г.Санкт-Петербург) в своем положительном заключении, подписанном проректором по научной работе, д.э.н., профессором Пантиной Т.А., к.т.н., доцентом кафедры технологии судоремонта ГУМРФ им адм. С.О. Макарова, Галицыным В.А. и зав. кафедры технологии судоремонта, д.т.н., профессором Цветковым Ю.Н., указала, что диссертационная работа Медведевой В.В. является законченной научно-квалификационной работой, в которой, содержится решение задачи, имеющей значение для развития трибологии, а именно совершенствование свойств смазочных материалов. Диссертационная работа В.В.Медведевой удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.04 «Трение и износ в машинах».

Заключение ведущей организации содержит следующие замечания:

1. Необходимо было более тщательно подойти к формулировке названия диссертационной работы. Вместо слова «повышение» лучше было бы применить слово «совершенствование», или «улучшение». Термин «консистентный смазочный материал» является устаревшим: ГОСТ 2767-88 «Трение, изнашивание и смазка. Термины и определения» рекомендует использовать термин «пластичный смазочный материал»

2. Рассматривая испытания подшипников качения, на странице 93 автор пишет, что в роликовых подшипниках зафиксировано возникновение стекловидных

тел и объясняет это тем, что в роликовых подшипниках трение скольжения возникает в большей мере, чем в шариковых подшипниках. Однако, на самом деле, все наоборот, именно в шариковых подшипниках доля потерь энергии на трение скольжения больше, чем в роликовых, так как в шарикоподшипниках имеет место проскальзывание тел качения по профилированным дорожкам, называемое проскальзыванием по Хизкоуту.

3. На рис. 3.14 и 3.15 автором представлены интересные результаты, согласно которым трение в подшипниках качения, работающих в Литол-24 больше, а температура при этом меньше, чем в подшипниках, работающих с Литолом-24, в который добавлен порошок гидросиликатов магнезия. Автор, на наш взгляд, необоснованно мало внимания уделил этим графикам, объясняя снижение момента подшипников при добавлении в Литол-24 гидросиликатов повышением температуры, вследствие чего происходит окисление металла и образование оксидных пленок. Но ведь не нагрев является причиной снижения трения. Как правило, в экспериментах на трение изменение температуры происходит аналогично изменению трения; если это не соблюдается, как в приведенных исследованиях, значит имеют место иные (помимо трения) источники тепла. По нашему мнению, было бы полезно попытаться сделать термомеханические расчеты и рассчитать тепловой эффект реакций разложения гидросиликатов, это бы позволило также найти дополнительные объяснения большей эффективности талькита по сравнению с серпентинитом.

4. Автор много внимания уделила исследованию вязкостных свойств смазочных материалов с добавками гидросиликатов магнезия, что кажется неоправданным. Очевидно, это эффект образования защитных пленок при разложении гидросиликатов, реализуется в режиме граничной смазки, вязкость же смазочного материала на трение при граничной смазке имеет лишь опосредованное влияние. Подшипники качения и заполняют пластичным смазочным материалом только на 0,5...0,7 его полости, именно чтобы избежать потерь на внутреннее трение в смазке и перегрева подшипника. При этом степень заполнения подшипника смазочным материалом, если его количество не превышает указанных значений, практически не влияет на момент трения, т.е. сразу после начала работы подшипника избыток смазки удаляется с дорожек качения, и работает ее очень тонкий адсорбированный слой,

оставшийся на поверхности трения, и в дальнейшем происходит лишь очень медленная миграция смазочного материала с сепаратора в зону трения.

По теме диссертации соискатель имеет 14 печатных работах, из которых 10 работ опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ (общий объем 5,2 п.л.), следует отметить, что более 40% объема текста этих публикаций принадлежат автору диссертации, 2 их них входят в базу Scopus, а также 1 монография в соавторстве, 1 свидетельство на регистрацию программы для ЭВМ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Медведева В.В.**, Бреки А.Д., Крылов Н.А., Скотникова М.А., Фадин Ю.А., Александров С.Е., Гвоздев А.Е., Стариков Н.Е., Провоторов Д.А., Сергеев А.Н., Агеев Е.В. Исследование противоизносных свойств пластичного смазочного композиционного материала, содержащего дисперсные частицы слоистого модификатора трения // «Известия Юго-Западного государственного университета». 2016. №1 (64). С. 75-82.

2. **Медведева В.В.**, Бреки А.Д., Крылов Н.А., Фадин Ю.А., Стариков Н.Е., Гвоздев А.Е., Александров С.Е., Сергеев А.Н., Провоторов Д.А., Малий Д.В. Исследование изнашивания стали ШХ15 в среде пластичных смазочных композиционных материалов, содержащих дисперсные частицы слоистого модификатора трения // Технология металлов. 2016. №7. С. 9-15.

3. **Медведева В.В.** Реологические особенности смазочных материалов, содержащих дисперсные наполнители на основе гидросиликатов магния // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. 2017. Т. 23. № 4. С. 141-148.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Положительный отзыв оппонента д.т.н., проф. **Годлевского Владимира Александровича**, профессора кафедры Экспериментальной и технической физики ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет».

В отзыве указаны следующие замечания:

1. Автор ставит задачу разработку «оптимального» компонентного состава ПСМ, поиск «оптимального» размера и концентрации частиц, 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 убедительной. А на с.83 (рис. 3.19) эта тенденция меняется на противоположную: с ростом концентрации вязкость линейно 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 (подпятник) 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 приборе.

8. Основными конкурентами силикатных наполнителей в ПСМ являются такие широко применяемые компоненты, как графит, MoS_2 , 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 бы выстроить по алфавиту. Иностраных 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 (с.34-37), автор отдает предпочтение.

11. Автор активно обсуждает (с.95) фазовые превращения, могущие происходить с силикатными материалами при температуре от 490 до 780 °С. Вряд ли это имеет смысл обсуждать при температуре каплепадения базового ПСМ в 180 °С и средней температуре колесных подшипников не выше 60 °С. 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 коллоидной 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 корректнее 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 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.

Положительный отзыв оппонента к.т.н. **Лишевича Игоря Валерьевича**, НИЦ «Курчатовский институт» - ФГУП «ЦНИИ конструкционных материалов «Прометей» им. академика И.В. Горынина»

В отзыве указаны следующие замечания:

1. Из работы не совсем ясна связь изменения структурных составляющих консистентного смазочного материала с предлагаемой функциональной зависимостью определения удельной силы трения (формула 4.18).

2. В работе говорится о применении двух видов гидросиликатов магния, однако известно достаточно много разновидностей минералов данного класса. Почему отдано предпочтение именно серпентиниту и талькиту?

3. В работе при изучении действия смесей гидросиликатов магния на триботехнические характеристики смазочного материала говорится про конкуренцию

механизмов противоизносного действия, приводящих к увеличению износа. Однако, из работы не совсем ясно, по какому механизму эта конкуренция происходит.

4. Также следует отметить, что в работе имеется ряд опечаток и неточностей: местами сбита нумерация формул (глава 4, формулы 4.17, 4.18); нет подписи к графику (глава 2, рис. 2.3); опечатка в шкале значения индекса задира на гистограмме (глава 3, рис.3.3.).

Положительный отзыв на автореферат **Криони Николая Константиновича**, д.т.н., проф., зав.каф. «Технология машиностроения» и **Шустер Левы Шмульевича**, заслуженного деятеля науки Республики Башкортостан, д.т.н., проф. каф. «Основы конструирования механизмов и машин» из ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет».

В отзыве указано следующие замечания:1. На стр.13 автореферата приведено «уточненное» выражение (4). Неясно, можно ли по этому выражению выполнить расчеты? И насколько результаты расчетов при этом уточняются? 2. В п.8 не приводятся конкретные данные о повышении эффективности применения пластичного смазочного материала с гидросиликатами магния в ГУП «Горэлектротранс».

Положительный отзыв на автореферат **Болотова Александра Николаевича**, д.т.н., проф., зав. каф. «Прикладная физика» ФГБОУ ВПО «Тверской государственный технический университет».

В отзыве указано следующее замечание: Автор предлагает важную для трибологии формулу (п.7 выводов) для расчетов удельной силы трения, но которую не анализирует и не подтверждает экспериментально. Правильность этой формулы вызывает сомнение по целому ряду причин и поэтому следует более тщательно проверить ее вывод.

Положительный отзыв на автореферат **Острикова Валерия Васильевича**, д.т.н., зав.лабораторией использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве» (г.Тамбов).

В отзыве указано следующие замечания:1.В автореферате отсутствует формулировка предмета исследований. 2. Объектом исследования не может являться

консистентный смазочный материал. Объектом исследований являются процессы, происходящие в консистентном смазочном материале под действием дисперсных частиц гидросиликатов. 3. Не корректно сформулирована цель исследований. Целью исследований является снижение износа, продление сроков службы, снижение затрат на эксплуатацию и ремонт технических средств.... 4. В разделе «Публикации» на стр.5 автореферата следовало бы указать объем публикаций и личный вклад автора в печатных листах. 5. Рис.4, 13б оформлены не по ГОСТ. 6. Не совсем понятны результаты оценки антикоррозионных свойств консистентного смазочного материала. В работе следовало привести материалы электрохимических исследований по определению антикоррозионных, защитных свойств консистентного смазочного материала с добавками в растворе NaCl. 7. Из материалов работы не совсем понятно, как изменяется температура каплепадения, пенетрация, теплопроводность, низкотемпературные свойства Литол-24 под действием добавок. 8. В автореферате не совсем четко просматриваются результаты теоретических исследований. 9. В автореферате не представлены результаты технико-экономического обоснования работы.

Положительный отзыв на автореферат **Золотухина Владимира Ивановича**, д.т.н., профессора, генерального директора ООО Научно-производственное предприятие «Вулкан-ТМ» (г. Тула).

В отзыве указано следующее замечание: В работе недостаточно освещено эффективность противоизносного действия предложенной смазки в различных агрессивных средах и воде.

Положительный отзыв на автореферат **Майба Игоря Альбертовича**, д.т.н., проф., декана факультета «Дорожно-строительные машины», ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения» (г. Ростов-на-Дону).

В отзыве указаны следующие замечания: 1. Чем можно объяснить постоянство величины износа по достижению определенной концентрации дисперсных частиц гидросиликата магния? 2. Устанавливалась ли функциональная зависимость между концентрацией дисперсных добавок и температурой каплепадения на основании представленных в работе экспериментальных данных?

Положительный отзыв на автореферат **Громаковского Дмитрия Григорьевича**, д.т.н., проф., директора научно-технического центра «Надежность технологических, энергетических и транспортных машин» Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет».

В отзыве указано следующие замечания: Замечания по автореферату: 1. В реферате недостаточно полно показан уровень достоверности созданных автором моделей зависимости антифрикционных свойств от температуры, нагрузочных параметров и др. наблюдений при применении частиц гидросиликата магния. 2. Текст реферата мог бы быть более тщательно отредактирован, например, более полно могли бы быть рассмотрены нелинейные связи изучаемых характеристик при применении гидросиликатов и др.

Положительный отзыв на автореферат **Киселева Вячеслава Валерьевича**, к.т.н., доцент, начальник каф. механики, ремонта и деталей машин ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС России».

В отзыве указано следующее замечание: В качестве недостатка можно отметить, что в работе отсутствуют сведения о себестоимости применения дисперсных частиц гидросиликатов магния как наполнителя смазочных материалов в узлах трения различного назначения.

Положительный отзыв на автореферат **Сковородина Василия Яковлевича**, д.т.н., проф. кафедры «Автомобили, тракторы и технический сервис» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет» (г.Пушкин). Без замечаний.

Положительный отзыв на автореферат **Буяновского Ильи Александровича**, д.т.н., главного научного сотрудника Лаборатории методов смазки машин ФГБУН Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (г.Москва). Без замечаний.

Выбор ведущей организации и официальных оппонентов обосновывается их высокой компетентностью и научными разработками в области трения, износа и

смазочных материалов, значительным числом научных трудов, в том числе по рассматриваемым в диссертации проблемам.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Разработан новый эффективный состав на основе дисперсных частиц гидросиликатов магния в консистентном смазочном материале, способный снизить величину износа на 61%, момент трения на 47% и повысить задиростойкость на 42%.

2. Впервые обнаружены вторичные структуры на поверхностях фрикционного контакта, работающих в среде консистентного смазочного материала с дисперсными частицами гидросиликатов магния, которые обладают защитными свойствами.

3. Предложена модель формирования защитных тонких пленок в результате взаимодействия дисперсных частиц гидросиликата с загустителем базового консистентного смазочного материала и контактирующими поверхностями, объясняющая механизм действия слоистых дисперсных наполнителей в зоне трибоконтакта, что позволяет дать более точные рекомендации в использовании гидросиликатов в качестве модификаторов трения.

4. Впервые теоретически обоснована химико-механическая взаимосвязь каркасной структуры консистентного смазочного материала с различным составом и содержанием дисперсных наполнителей, что может быть использовано для прогнозирования эффективности триботехнического действия модифицированного консистентного смазочного материала с целью снижения трения и износа сопряженных поверхностей.

Достоверность научных результатов и рекомендаций диссертации определяется использованием стандартных и оригинальных методик анализа трибоиспытаний смазочных материалов, позволяющих получить численные результаты температуры и момента трения в процессе испытаний; для изучения реологических характеристик применялись стандартные методики на ротационном вискозиметре Brookfield DV2T, оптические микроскопические исследования и определение микротвёрдости проводились на Future Tech FM-300, μ Vizo-Met-221, химический состав исходных материалов определялся на рентгеновском дифрактометре Bruker D8 Advance, анализ тонких пленок выполнялся на микроскопе

SEM Mira3 Tescan с анализатором EDS Oxford Instruments X-Max; обработка полученных результатов с применением программ Mathcad и Advanced Grapher.

Практическая значимость обусловлена возможностью увеличения интервалов техобслуживания и энергоэффективности узлов трения качения различной техники и, как следствие, сокращения затрат на эксплуатацию при использовании предложенных смазочных материалов. Результаты работы, полученные в диссертации, использованы на предприятии городского транспорта ГУП «Горэлектротранс», что подтверждено актом внедрения.

Личный вклад соискателя состоит в: участии на всех этапах исследований, непосредственное участие в получении экспериментальных данных, личное участие в апробации результатов исследования, разработка экспериментальной оснастки, обработка и интерпретация экспериментальных данных.

На заседании 29 марта 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить **Медведевой В. В.** ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту нет, проголосовали: **за - 16, против - нет, недействительных бюллетеней – нет.**

Председатель диссертационного совета Д 002.075.01

чл.- корр. РАН, проф.



Д.А. Индейцев

Ученый секретарь диссертационного совета Д 002.075.01

доктор технических наук

В.В. Дубаренко

29 марта 2018 года