

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 99.0.033.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФГБУН «ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ
ИМ. А.А. БЛАГОНРАВОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
И ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ» МИНОБРНАУКИ РОССИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 31 мая 2024 г. протокол №6

О присуждении Кулешовой Екатерине Михайловне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение износостойкости червячных передач посредством применения наномодифицированного смазочного материала» по специальности 2.5.3 – «Трение и износ в машинах» принята к защите 29 февраля 2024 г. (протокол заседания № 4) диссертационным советом 99.0.033.02, созданным на базе ФГБУН «Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук» и ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», Минобрнауки России, 241035, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, д.7, приказ о создании диссертационного совета № 1335/нк от 25.10.2016 г., шифр диссертационного совета изменён в соответствии с приложением №1 приказа №561/нк от 03.06.21 г.

Соискатель Кулешова Екатерина Михайловна, 28 июля 1993 года рождения,

В 2015 году соискатель окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» по направлению подготовки 22.20.00 «Инноватика». В 2017 году Кулешова Екатерина

Михайловна окончила с отличием магистратуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение». С 2019 г. Кулешова Екатерина Михайловна является аспиранткой заочной формы обучения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» по направлению подготовки 15.06.01 «Машиностроение». Сдала кандидатские экзамены (согласно приказу Министерства образования и науки РФ от 12 октября 2022 года №2007/27/01асп) в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН)». Работает в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» на кафедре основ конструирования машин в должности ассистента.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

Научный руководитель – доктор технических наук, Поляков Сергей Андреевич, профессор кафедры основ конструирования машин в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

Официальные оппоненты:

1. Гершман Иосиф Сергеевич, доктор технических наук, главный научный сотрудник научного центра электроснабжения и теплоэнергетики акционерного общества «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» – АО «ВНИИЖТ»,

2. Измеров Михаил Александрович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Трубопроводные транспортные системы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный технический университет»,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Елагиной Оксаной Юрьевной, д.т.н., профессором, заведующей кафедрой трибологии и технологии ремонта нефтегазового оборудования; Малышевым Владимиром Николаевичем, д.т.н., профессором кафедры трибологии и технологии ремонта нефтегазового оборудования, указала, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новые научно обоснованные технические решения и разработки в области редукторостроения, имеющие существенное значение для развития отечественного машиностроительного производства. Диссертационная работа по своему теоретическому уровню и практическому значению соответствует предъявляемым требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации, а ее автор Кулешова Екатерина

Михайловна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.3. – «Трение и износ в машинах».

Соискатель имеет 37 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 14 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 10 работ.

Работы посвящены решению научных задач, связанных с исследованием влияния наномодифицированных смазочных материалов на износостойкость и динамику изнашивания тяжело нагруженных сопряжений скольжения, в частности, червячных передач.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Поляков, С.А. Оценка влияния смазочных материалов на ресурс червячных передач по критерию предельного износа / С.А. Поляков, В.В. Лычагин, **Е.М. Кулешова** // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2018. – № 8. – С. 345–349.

2. Кулешова, Е.М. Определение зависимости интенсивности изнашивания от нагрузки по результатам триботехнических испытаний при использовании пленкообразующих смазочных материалов / **Е.М. Кулешова** // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2020. – № 3. – С. 116–121.

4. Polyakov, S. A. Evaluation of the influence of lubricant quality on dynamic performance and resource of involute gears / S. A. Polyakov, **E. M. Kuleshova**, L. I., Kuksenova, A. V., Medovshchikov // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. XIII International Scientific Conference "Tribology for Mechanical Engineering" (TriboMash 2020) 14-16 October 2020, Moscow, Russia. – 2020. – P. 012020. – DOI 10.1088/1757-899X/996/1/012020.

5. Кулешова, Е.М. Оценка влияния эволюции показателей динамичности червячного зацепления на параметры технического состояния в процессе эксплуатации / **Е.М. Кулешова** // Сборка в машиностроении,

приборостроении. – 2021. – №4. – С. – 170–175. – DOI 10.36652/0202-3350-2021-22-4-170-175.

6. Поляков, С. А. Анализ динамики возникновения триботехнических отказов в червячных передачах и методы их предотвращения / С. А. Поляков, **Е.М. Кулешова** // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2021. – № 7. – С. – 306–312. – DOI 10.36652/0202-3350-2021-22-7-306-312

7. Polyakov, S.A. The kinetics of load-bearing capacity formation of sliding pairings in the use of nanomodified lubricants / S.A. Polyakov, L.I. **Kuksenova, E.M. Kuleshova** // Journal of Friction and Wear. – 2019. – Vol. 40. – No 6. – P. 541–545. – DOI 10.3103/S1068366619060205.

9. Поляков, С. А. Оценка показателей динамичности и вероятности заедания тяжелонагруженных сопряжений скольжения с различными смазочными материалами / С. А. Поляков, Л.И. Кукуленова, **Е. М. Кулешова** // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2021. – № 3. – С. 123–127.

10. Кулешова, Е. М. Методические основы оценки и повышения параметров предельного состояния червячных передач. / **Е. М. Кулешова**, Л.А. Андриенко, С.А. Поляков // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2022. – № 11. – С. 511–514. – DOI 10.36652/0202-3350-2022-23-11-511-514.

11. Polyakov, S. A. Adaptation of the Structure of Subsurface Layers of Antifriction Copper Alloys during Friction with Various Lubricants / S. A. Polyakov, L. I. Kuksenova, **E. M. Kuleshova**, M. S. Alekseeva // Journal of Friction and Wear. – 2022. – Vol. 43. – No. 4. – P. 277–285. – DOI 10.3103/S1068366622040109.

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов. Все отзывы положительные, при этом содержат следующие замечания:

1. **Прокопенко Анатолий Константинович**, д.т.н., профессор по кафедре «Технология машиностроения», профессор института мехатроники и робототехники **Федерального государственного бюджетного**

образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (г. Москва). Замечания: 1) Важным недочетом автора является крайняя ограниченность сведений о составе и свойствах наномодифицированной добавки к смазочному материалу, которая, собственно, и создает основной эффект, полученный в работе – снижение интенсивности изнашивания при повышении нагрузки, то есть играет ключевую роль в достижении цели работы. 2) Кроме того, практически отсутствуют сведения о составе пленки, наличие которой так наглядно было продемонстрировано методом профилографирования.

2. **Хопин Петр Николаевич**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Технология производства и эксплуатации двигателей летательных аппаратов» в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)». (г. Москва). Замечание: Замечание, которое следует отметить по автореферату - отсутствие сведений о структуре и составе покрытия, которое формируется в области контакта и играет роль твердосмазочного материала, разделяющего трущиеся детали.

3. **Алексеева Мария Сергеевна**, к.т.н., заместитель начальника лаборатории металлофизических исследований Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ) (г. Москва). Замечания: 1) Из текста автореферата неясно по какому принципу была выбрана наномодифицированная добавка «Стрибойл». 2) Из текста автореферата неясно проводилось ли металлографическое исследование образцов и полученной в результате трения пленки, включая их фотографирование и последующий анализ изображений.

4. **Завалишин Александр Николаевич**, д.т.н., профессор по кафедре «Материаловедения и термической обработки металлов», профессор кафедры «Литейные процессы и материаловедение», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». (г. Магнитогорск). Замечание: Не приведены природа, размеры и другие характеристики наноразмерных частиц, использованных в качестве присадки к смазочным материалам.

5. **Седакова Елена Борисовна**, д.т.н., доцент, заведующая лабораторией трения и износа, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук (ИПМаш РАН) (г. Санкт-Петербург). Замечания: 1) Не ясно, почему автор трактует введенный им параметр Δh (рис. 3, стр. 9 автореферата), как толщину изношенного слоя? Из подрисуночной подписи следует, что нарис. 3 приведены профилограммы поверхностей после испытаний при двух различных нагрузках, а не до и после изнашивания при определенной нагрузке. 2) На стр. 10 автореферата автор делает заключение об обнаружении эффекта снижения интенсивности изнашивания при увеличении нагрузки, однако, для корректности, здесь следовало бы ввести ограничительные рамки по величине нагрузки.

6. **Меделяев Игорь Алексеевич**, д.т.н., доцент, профессор кафедры «материально-технического обеспечения» РВСН Федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военная академия Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого» Министерства обороны Российской Федерации (г. Балашиха Московской области). Без замечаний.

7. **Савенко Владислав Ильич**, к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук. (г. Москва). Без замечаний.

8. **Смирнов Петр Ильич**, к.т.н., доцент кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Вологодский государственный университет». (г. Вологда). Замечания: 1) Необходимо учесть, что, хотя результаты испытаний указывают на потенциальное повышение износостойкости червячных передач при использовании наномодифицированных смазочных материалов, это требует дополнительных исследований для проверки и подтверждения в различных условиях эксплуатации и с различными типами конструкций передач. 2) Важно помнить, что предложенная закономерность формирования износостойкости сопряжения «червяк-червячное колесо» и результаты испытаний на износостойкость конкретного типа редуктора могут быть специфичны для данной модели. Для более широкого применения этих результатов необходимо дополнительное исследование на других типах и моделях червячных передач.

9. **Мамыкин Сергей Михайлович**, к.т.н., заместитель генерального директора по технической части общества с ограниченной ответственностью «КУППЕР». (г. Москва). Замечание: К недостаткам автореферата следует отнести недостаточность информации о составе и свойствах наномодифицированной добавки к смазочному материалу, а также о составе пленки, формирующейся на поверхности трения.

10. **Ибатуллин Ильдар Дугласович**, д.т.н., и.о. зав. кафедрой «Машины и оборудование нефтегазовых и химических производств» ИНТГ Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается

их способностью определить научную и практическую ценность диссертации, компетентностью и высокой квалификацией в своей отрасли, наличием публикаций в ведущих рецензируемых изданиях в соответствующей области исследования. Официальные оппоненты не имеют совместных публикаций с соискателем. Ведущая организация не имеет договорных отношений с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана научная идея вывода нового уравнения динамики изнашивания червячной передачи и управления интенсивностью изнашивания сопряжения «червяк - червячное колесо» применением наномодифицированного смазочного материала;

предложена оригинальная научная гипотеза о существенном повышении износостойкости и кратном увеличении ресурса червячной передачи за счет применения наномодифицированного смазочного материала;

доказано наличие закономерности изменения интенсивности изнашивания от нагрузки в виде нелинейной степенной зависимости с уменьшением интенсивности изнашивания по мере роста нагрузки за счет использования наномодифицированного смазочного материала;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано положение о необходимости учета в расчетах динамики изнашивания, предельного износа и ресурса червячной передачи наномодификации-смазочного материала, случайного характера и скорости роста коэффициента динамичности с ростом нагрузки;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы метод планирования эксперимента и регрессионного анализа для выявления значимых факторов, влияющих на износостойкость червячной пары;

изложены научные положения о закономерностях формирования износостойкости сопряжений скольжения на примере сопряжения «червяк – червячное колесо» при применении наномодифицированного смазочного материала и предложено их аналитическое описание;

раскрыты механизмы и противоречия нелинейного характера изменения интенсивности изнашивания по мере роста нагрузки на сопряжение при смазывании штатным и наномодифицированным смазочным материалом;

изучены взаимосвязи между интенсивностью изнашивания и изменением динамических нагрузок на сопряжение при смазывании штатным и наномодифицированным смазочным материалом;

проведена модернизация существующих методов оценки ресурса и вероятности безотказной работы по критерию изнашивания и установлены параметрические границы триботехнической работоспособности червячных передач, зависящие от температуры смазочного материала, скорости относительного скольжения червячной пары и роста нагруженности сопряжения при смазывании штатным и наномодифицированным смазочным материалом.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены методики оценки эффективности новых смазочных материалов в механических передачах, в частности в редукторах (ООО «Купер»), а также разработанные методики оценки динамики изнашивания червячных передач в учебный процесс в рамках дисциплины «Трение и изнашивание механизмов. Смазочные материалы» по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение» (ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана (НИУ)»);

определены перспективы практического использования разработанных методик расчета ресурса и вероятности безотказной работы червячных передач.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показана устойчивая воспроизводимость результатов проведенных испытаний на износостойкость при применении методик по ГОСТ 23.224–86.

идея базируется на анализе и обобщении практического опыта испытаний на износ тяжело нагруженных сопряжений скольжения, в т.ч. червячных редукторов;

установлено, что результаты исследований не противоречат известным данным в рассматриваемой области;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, представительные выборочные совокупности с обоснованием подбора объектов наблюдения и измерения.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии автора в получении исходных данных, постановке и проведении научных экспериментов, обработке и обобщении их результатов, а также в подготовке научных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания, касающиеся состава и процентного содержания рекомендуемых наномодифицирующих добавок.

Соискатель Кулешова Е.М. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

На заседании 31 мая 2024 года диссертационный совет принял решение за решение научной задачи, связанной с повышением износостойкости червячных передач посредством применения наномодифицированного смазочного материала имеющей существенное значение для развития

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 9 докторов наук по специальности 2.5.3. —«Трение и износ в машинах», участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 18, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Федонин Олег Николаевич

Хандожко Виктор Александрович

Дата оформления заключения: 31 мая 2024 г.

