

В диссертационный совет 99.0.033.02, созданный на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт машиноведения им. А.А.Благонравова Российской академии наук», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный технический университет» 241035, Россия, г. Брянск, б-р 50 лет Октября, 7.

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Кулешовой Екатерины Михайловны

**«ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЧЕРВЯЧНЫХ
ПЕРЕДАЧ ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ
НАНОМОДИФИЦИРОВАННОГО СМАЗОЧНОГО
МАТЕРИАЛА»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.3 – Трение и износ в машинах

Актуальность диссертационной работы.

Работа Кулешовой Екатерины Михайловны на тему «Повышение износостойкости червячных передач посредством применения наномодифицированного смазочного материала» является актуальной, так как она посвящена решению актуальной научной задачи снижению интенсивности изнашивания и повышению ресурса элементов червячной передачи путем введения в смазочный материал наномодифицированных добавок.

Научная новизна и достоверность полученных результатов.

Достоверность результатов и выводов подтверждается сходимостью теоретических результатов и результатов экспериментальных лабораторных

испытаний. Результаты лабораторных испытаний подтверждены результатами стендовых испытаний.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- показано снижение интенсивности изнашивания элементов червячной передачи введением в смазочный материал наномодифицированной добавки нанодисперсной суспензии серпентина в растворе солей жирных кислот;
- показана неравномерность интенсивности изнашивания по пути трения, выведено уравнение зависимости интенсивности изнашивания от наработки;
- обнаружено, что при трении в смазочном материале с наномодифицированной добавкой интенсивность изнашивания червяка может уменьшаться при увеличении нагрузки. Выведено математическое выражение, описывающее эту зависимость.
- по результатам стендовых испытаний с учетом параметров трения установлены границы работоспособности данной червячной передачи.

Объектом исследования являются смазочные материалы, содержащие наномодифицированные добавки для червячной передачи.

Предметом исследования являются изучение влияния наномодифицированной добавки на трибологические свойства смазочного материала и на трибологические характеристики червячной передачи, в частности, на интенсивность изнашивания, зависимость интенсивности изнашивания от нагрузки, времени наработки.

Анализ содержания диссертации и степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, основных результатов и выводов, списка литературы из 105 наименований и приложения. Общий объем работы 145 страниц.

Во введении обоснована актуальность направления диссертационной работы, представлена степень разработанности направления, сформулированы цель и задачи представленного исследования.

Помимо того, приведена научная новизна и практическая значимость полученных результатов, описаны научные положения, выносимые на защиту. Широкая апробация работы свидетельствует о достаточном обсуждении работы, что повышает уровень достоверности полученных результатов.

В первой главе проанализированы работы, касающиеся смазочных материалов для червячных передач и нанномодифицированные присадки к смазочным материалам. Проанализированы методы определения трибологических характеристик. Обоснован выбор смазочных материалов и добавок.

Вторая глава посвящена проведению лабораторных трибологических испытаний пары трения сталь – бронза с маслом без нанномодифицированной добавки и с маслом, содержащим нанномодифицированную добавку. В результате определены интенсивности изнашивания пар трения сталь – бронза в смазочном материале с и без нанномодифицированной добавки в зависимости от давления в контакте. Регрессионным анализом показано, что основное влияние на интенсивность изнашивания оказывает наличие нанномодифицированной добавки.

В третьей главе диссертационной работы описана методика ускоренных испытаний червячного редуктора и проведены соответствующие стендовые испытания. Оценена роль колебаний в процессе изнашивания. Результаты стендовых испытаний подтвердили результаты лабораторных испытаний. Показано, что интенсивность изнашивания растет с давлением в контакте при отсутствии нанномодифицированной добавки и уменьшается в присутствии нанномодифицированной добавки. С помощью регрессионного анализа показано, что основное влияние на интенсивность изнашивания оказывает наличие нанномодифицированной добавки.

Четвертая глава посвящена выводу уравнения динамики изнашивания. Это уравнение описывало зависимость интенсивности изнашивания от наработки. С его помощью был определен ресурс червячной передачи с учетом нанномодифицированной добавки.

Теоретическая и практическая значимость.

Теоретическая значимость работы обусловлена получением ряда уравнений, показывающих зависимости интенсивности изнашивания от толщины смазочных пленок и выделением основного аргумента – наличие наномодифицированной добавки – который определяет интенсивность изнашивания. Установлен интересный факт – уменьшение интенсивности изнашивания с увеличением давления в контакте при использовании масла с наномодифицированной добавкой. Без наномодифицированной добавки интенсивности изнашивания растет с увеличением давления в контакте. Установлена зависимость интенсивности изнашивания от наработки, что позволяет рассчитать ресурс червячной передачи.

Практическая значимость работы состоит в том, что результаты испытаний и исследований позволяют снизить интенсивность изнашивания червячной передачи, благодаря введению в масло наномодифицированной добавки.

Результаты проведенных в диссертации исследований внедрены в учебный процесс в дисциплине «Трение и изнашивание механизмов. Смазочные материалы». Так же результаты работы использованы при разработке методики оценки эффективности новых смазочных материалов в червячных передачах ООО «Купер».

Личное участие соискателя ученой степени в получении результатов, изложенных в диссертации.

Диссертация Кулешовой Е.М. является научной работой, выполненной самостоятельно. Ее личное участие заключается в выполнении обзора по теме диссертации, в определении цели и задач работы, в проведении экспериментов, в объяснении результатов эксперимента, формулировании выводов, в выполнении расчетов при проведении регрессионных анализов. Соискатель совместно с соавторами готовила к публикации научные статьи и тезисы докладов.

Замечания по диссертационной работе:

Глава 1. Раздел 1.4.

1. Действие масел и добавок зависит от трущихся материалов. Например, серпентины могут работать не плохо в паре сталь по стали. В других парах трения они не всегда приводят к положительному эффекту.

2. Рисунки 1.13 - 1.17 могут характеризоваться как процесс обычной приработки. Поэтому не понятно, что автор имела ввиду под синергетическими эффектами.

3. Выводы из литературного обзора являются тривиальными, т.е. их можно было сделать и без обзора.

4. При трении трибопленки образуются всегда (кроме схватывания), а не только при применении наномодифицированных добавок.

Глава 2.

1 (стр. 59 и 73). В работе сообщается о возможности определения толщины трибопленки профилографированием. Но в работе отсутствуют эксперименты и их результаты по определению толщины этой пленки. Трибопленка образуется как с добавками, так и без них.

2. В работе сообщается только о максимальном содержании добавки (0,5 %), поэтому не понятно, варьировалось ли содержание добавки, откуда известно о максимальной и минимальной толщине пленки, соответственно, при максимальном и минимальном содержании добавки.

3. Почему для уравнения регрессии выбрана не содержание добавки в масле, а такая не постоянная, меняющаяся на одной поверхности трения от 0 до ∞ , величина – толщина пленки?

4. Стр. 84 последние 4 строки. Адсорбируются атомы, молекулы, но не частицы размером 50 нм. Поэтому не понятна связь толщины пленки с содержанием наночастиц в ней.

5. Что такое в схеме 2.5 – 2.9 активированная деформацией наночастица D*? Где в этой схеме составляющие трущихся тел (бронзы и стали)?

Глава 3.

1. Стр. 96. 1-й абзац. В бронзе БрОФ6,5-0,15 олово содержится в твердом растворе, поэтому поверхностный слой не может быть сформирован из олова.

Содержание олова в поверхностном слое в процессе трения увеличивается, в результате олово может выделиться из твердого раствора при жестких режимах трения. Т.е. содержание олова не может уменьшаться в процессе трения в поверхностном слое, а может только увеличиваться.

Заключение.

Диссертация написана понятным и доступным для понимания языком с использованием общепринятых терминов. Сделанные выводы логично вытекают из текста диссертации. Текст и иллюстративный материал диссертации отвечают требованиям, предъявляемым к научным работам.

Диссертация, являющаяся законченной научно-квалификационной работой с высоким уровнем выполнения, сделана автором лично. Ее содержание соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата наук.

Направление исследования, цель и задача работы, научная новизна, методы и способы, используемые в работе, подтверждают ее соответствие паспорту специальности 2.5.3 – Трение и износ в машинах, пункты:

3. Закономерности различных видов изнашивания и поверхностного разрушения при трении.

8. Триботехнические свойства смазочных материалов.

10. Физическое и математическое моделирование процессов трения и изнашивания. Расчет и оптимизация узлов трения и сложных трибосистем.

В связи с этим диссертационная работа Кулешовой Екатерины Михайловны «Повышение износостойкости червячных передач посредством применения наномодифицированного смазочного материала» представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, выполненную автором самостоятельно на достаточно высоком уровне.

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 14 научных трудах, в число которых входят 8 научных статей в журналах из перечня ВАК Минобрнауки России, 2 – в международных журналах,

индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science, 4 – в сборниках конференций,

Отмеченные замечания не влияют на результаты работы, в связи с этим диссертационная работа Кулешовой Екатерины Михайловны «Повышение износостойкости червячных передач посредством применения наномодифицированного смазочного материала» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (в пунктах 9 - 14 «Положения о присуждениях ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842), а ее автор Кулешова Екатерина Михайловна заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.3 – Трение и износ в машинах.

Официальный оппонент – доктор технических наук

Гершман Иосиф Сергеевич
(05.02.01 Материаловедение (машиностроение);
05.02.04 Трение и износ в машинах)
Главный научный сотрудник Центра
Электроснабжения и теплоэнергетики
Акционерного общества «Научно-
исследовательский институт железнодорожного
транспорта» АО «ВНИИЖТ»

Дата 13 мая 2024 г.

Почтовый адрес: 129626, Москва, 3-я Мытищинская ул., д. 10.
Телефон: +7(916)1476190
e-mail: isgershman@gmail.com

*Подпись заверяю
Зам. главного инженера
по управлению персоналом
сод. в архиве АО «ВНИИЖТ»
А.А. Пархачев*

