

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Ростовский государственный
университет путей сообщения»
доктор технических наук, профессор

А.Н. Гуда

«06» ноября 2020 г

ОТЗЫВ

ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» на диссертационную работу Волохова Станислава Григорьевича **«Исследование триботехнических показателей сопряжений «сталь – сталь» применительно к фрикционным гасителям колебаний на основе влияния магнитного поля»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.04 «Трение и износ в машинах»

1 Актуальность темы диссертации

Практически все машины и механизмы являются фрикционными системами, а выходные параметры узлов трения (фрикционных подсистем) в значительной степени определяют технико-экономические, экологические и уровень безопасности эксплуатации машин и механизмов. Развитие современной техники характеризуется ужесточением условий работы фрикционных подсистем: возрастанием нагрузок, температур и скоростей скольжения, а также воздействием окружающей среды. Процессы исследования, диагностики, мониторинга и оптимизации фрикционных механических систем являются достаточно важными и востребованными.

В подвижном составе большое распространение получили фрикционные гасители колебаний. Такие гасители колебаний используются в рессорном подвешивании локомотивов и вагонов. Одними из основных положительных качеств указанных гасителей колебаний являются сравнительная простота конструкции и практическое отсутствие необходимости в сезонном обслуживании. Однако работа фрикционных гасителей колебаний обычно связана с повышенным износом деталей, значительными ударными нагрузками, а также нестабильностью коэффициента трения, что сказывается на снижении общей надежности.

Рассматриваемая диссертационная работа направлена на повышение ресурсных показателей трибосопряжений на примере фрикционных гасителей колебаний путем модификации их структурного состояния за счёт воздействия магнитным полем.

Как отмечается автором (С. 27), основной причиной, сдерживающей создание магнитных усилителей сцепления (МУС) во фрикционных демпферах является от-

сутствие опыта их проектирования и большой деловой риск, связанный с возникновением непредсказуемых проблем в ходе проектирования и опытной эксплуатации. Автором предложен алгоритм инженерного анализа, направленного на выявление униформации, и методика анализа теоретических работ, позволяющая упростить их восприятие инженером-проектировщиком, исходя из того, что МУС – воздействие магнитного поля при вариациях фрикционного взаимодействия колеса и рельса.

Считаем, что в диссертационной работе С.Г. Волохова предложено актуальное решение научно-технической проблемы, связанной с повышением износостойкости трибосопряжений пар трения «сталь – сталь» фрикционным гасителей колебаний на основе установления закономерностей влияния магнитного поля на процессы их трения и изнашивания.

2 Научная новизна исследований и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В результате выполнения диссертационного исследования соискателем получены следующие новые научные результаты:

- разработан на основе эксперимента подход к оценке влияния магнитного поля на триботехнические показатели, отличающийся тем, что рассматривается непосредственное влияние магнитного поля на триботехнические свойства трущихся тел, интенсификацию процессов, протекающих в зоне трения (рост оксидных плёнок, активных центров, устранение частиц износа из зоны трения), которые способствуют повышению коэффициента трения стальных поверхностей и их износостойкости;
- установлено на основе модели намагничивания различие влияния горизонтального и вертикального магнитных полей на величину силы и коэффициента трения неподвижного контакта.

3 Значимость полученных результатов для науки и практики

Научная значимость диссертационной работы:

- разработана верифицированная модель намагниченности;
- получены результаты влияния магнитного поля на молекулярную составляющую коэффициента трения в условиях скользящего контакта;
- получены результаты влияния магнитного поля на коэффициент и силу трения скользящего контакта, а также на срыв посадки с гарантированным натягом;
- получены результаты влияния магнитного поля на температуру поверхности трения и интенсивность изнашивания в условиях скользящего контакта;
- получены патенты на полезную модель для применяемых в исследованиях экспериментальных установок.

Практическая значимость диссертационной работы:

- модель намагниченности используется для проектирования опытных образцов и предполагаемых к созданию для их испытаний установок;
- изготовленные автором оригинальные трибометрические установки позволяют получить количественные оценки коэффициента и силы трения при проведении испытаний на трение и изнашивание на образцах, и используются в учебном процессе;

– разработаны методики проведения экспериментов на изготовленных установках с подтверждением метрологических параметров.

4 Степень достоверности результатов исследований

О достоверности результатов диссертационной работы свидетельствует достаточная корректность системного подхода к изучению поведения фрикционного контакта при наличии воздействия магнитного поля, обоснованность принятых решений. Теоретические результаты в работе получены на основе фундаментальных законов контактного взаимодействия твёрдых тел с учётом шероховатости, молекулярно-механической теории трения, современных достижений поверхностных явлений во фрикционном контакте «сталь - сталь», теории электромагнитного поля. Математический аппарат в диссертации использован корректно. Для получения результатов использована система моделирования магнитного поля в конечноэлементном пакете ANSYS.

Теоретические результаты, полученные в диссертации, подтверждены достаточным совпадением с данными экспериментальных исследований.

5 Публикации автора по теме работы

Считаем, что о личном вкладе автора в получении результатов исследований можно судить по списку основных его публикаций по теме диссертации, включающем 19 работ. Волоховым С.Г. опубликовано 5 научных статей в изданиях, входящих в «Перечень изданий, рекомендованных ВАК для публикации научных результатов диссертаций», также получено 9 патентов на изобретения и полезные модели. Имеются ссылки на авторов и источники заимствования.

6 Рекомендации по исполнению результатов и выводов диссертационной работы

Результаты, полученные в диссертации, имеют теоретическое значение для определения молекулярной составляющей коэффициента трения, о чём свидетельствует полученный автором в соавторстве патент РФ. Практическая ценность использования результатов исследований заключается в получении патентов РФ на установку и прибор для определения коэффициента трения, прибор для определения молекулярной составляющей коэффициента трения.

Результаты исследований рекомендуются при подготовке магистров по направлению подготовки 15.04.03 – «Прикладная механика».

7 Оценка структуры и содержания работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, основных результатов и выводов, списка использованной литературы из 122 наименований и приложения. Работа изложена на 158 страницах основного текста, содержит 89 рисунков, 8 таблиц и 1 приложение. Общий объем работы составляет 174 страницы.

Во введении обосновывается актуальность темы, цель и задачи исследования, указаны научная новизна и практическая значимость работы, приведены положения, выносимые на защиту.

В первой главе автором диссертации выполнен анализ работ в области исследования силы трения при воздействии магнитного поля, теоретических и экспериментальных подходов при оценке свойств пар трения. Выявлена область исследования, которая недостаточно разработана и которая может быть перспективной в достижении успехов по проблеме повышения силы трения пар трения «сталь-сталь». Обоснована цель и задачи исследований.

Во второй главе подробно описаны конструктивные особенности трех оригинальных стендовых установок, созданных автором, и методика экспериментов для оценки влияния магнитного поля на процесс трения пары трения, имитирующей процессы трения фрикционного гасителя колебаний шпинтонного типа.

В третьей главе выполнено математическое моделирование контактного взаимодействия двух тел методом конечных элементов с использованием программного продукта для расчета электромагнитных полей *ANSYS*, что было использовано для проектирования опытных образцов и предполагаемых к созданию для их испытаний установок, позволило получить распределение магнитного поля в парах трения установок. Также приведены результаты оригинальных экспериментов на стендовых установках по выявлению влияния магнитного поля на коэффициент трения в условиях скользящего контакта и неподвижного соединения.

В четвертой главе приведены результаты оценки влияния на процессы изнашивания температурного режима в условиях трения скольжения и магнитного поля.

В пятой главе приведен расчет экономической эффективности от применения результатов исследований, а также представлено использование результатов работы в научных исследованиях и в учебном процессе.

В заключении диссертации содержатся выводы и предложения, обобщающие результаты выполненного исследования.

Содержание и структура диссертации выстроены логично, полностью соответствуют целям исследования и решениям научных проблем и задач, поставленных в работе.

8 Соответствие диссертации научной специальности

Диссертационная работа Волохова С.Г. «Исследование триботехнических показателей сопряжений «сталь – сталь» применительно к фрикционным гасителям колебаний на основе влияния магнитного поля» по своему содержанию и решаемым задачам исследования полностью соответствует паспорту научной специальности 05.02.04 - «Трение и износ в машинах»:

- п. 1 «Механические, тепловые, химические, магнитные, электрические явления при трении»;
- п. 3 «Закономерности различных видов изнашивания и поверхностного разрушения»;
- п. 10 «Физическое и математическое моделирование трения и изнашивания».

9 Соответствие автореферата диссертации ее содержанию

Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы, содержит достаточную информацию об основных положениях и выводах диссертации, позволяет сделать заключение о научных результатах и научном уровне работы.

10 Замечания по диссертации

1. Недостаточно раскрыта практическая применимость результатов исследований на железнодорожном транспорте, технологий производства фрикционных демпферов.

2. Отсутствуют монопубликации научных статей в изданиях, рекомендованных ВАК Минобнауки, международных базах Scopus или WoS.

3. Недостаточно ясен личный вклад автора в достижении научных и практических результатов исследований.

4. Недостаточно полно раскрыт механизм роста коэффициента трения при относительной скорости скольжения поверхностей трения равной нулю, а также влияние времени неподвижного контакта на данный механизм.

5. При описании иденторного устройства (С. 56) и установки для проведения испытаний пар трения скольжения при воздействии магнитного поля (С. 60) указано, что нагрузка образца при намагничивании контролировалась динамометром, а сила трения – тензометрической балкой, подсоединённой к компьютеру. Возникают следующие три вопроса:

5.1) как оценивалось влияние магнитного поля на показания тензометрических сопротивлений ввиду их значительной чувствительности к электромагнитным наводкам;

5.2) как рассчитывался на компьютере коэффициент трения – при постоянной нагрузке, равной константе? В этом случае какие значения сопротивления относительному движению автором были выбраны за расчётные (по средней величине, с учётом положительного среднего квадратичного отклонения или с учётом пиковых величин)?

5.3) так как нагрузка автором была принята постоянной, то как оценивалось сближение контактирующих тел в динамике и её влияние на регистрируемые значения коэффициента трения?

6. При описании результатов исследований влияния магнитного поля на триботехнические показатели (С. 105 – 113) представляется сложным оценить совместное влияние нагрузки и тока намагничивания на регистрируемый коэффициент трения, так как результаты измерений не сведены в табличной форме или гистограмме. В автореферате указанный недостаток работы автором представлен более наглядно.

7. На рис. 3.37 (С. 114), рис. 3.39 (С. 116), рис. 3.41 (С. 117) и рис. 3.43 – 3.44 (С. 118-119) значения коэффициента трения не могут быть непрерывной линией, так как реализуется анализ различных образцов.

8. Желательно было бы объединить рис. 3.36, 3.37, 3.40, 3.42 на одном графике для сравнительного оценивания режима срыва посадки без/с магнитным полем.

9. Используются в разных разделах диссертации разные обозначения коэффициента трения.

Однако указанные выше замечания не снижают ценности диссертационного исследования.

11 Заключение по диссертационной работе

Диссертация Волохова Станислава Григорьевича «Исследование триботехнических показателей сопряжений «сталь – сталь» применительно к фрикционным гасителям колебаний на основе влияния магнитного поля» обладает внутренним един-

ством, выполнена на актуальную тему и полученные результаты имеют практическую ценность использования во фрикционных демпферах железнодорожного подвижного состава.

Диссертация является научно-квалификационной работой и включает в себя разработанные теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, содержит научно обоснованные новые технические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие транспортной и электротехнической отраслей страны. Рассматриваемая диссертационная работа соответствует критериям п.п. 9-11, 13-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 № 842, а Волохов Станислав Григорьевич достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальностям 05.02.04 – Трение и износ в машинах.

Отзыв на диссертацию Волохова Станислава Григорьевича «Исследование триботехнических показателей сопряжений «сталь – сталь» применительно к фрикционным гасителям колебаний на основе влияния магнитного поля» рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Транспортные машины и триботехника» ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения», протокол № 2 от «23» октября 2020г.

Заведующий кафедрой «Транспортные
машины и триботехника» ФГБОУ ВО РГУПС
доктор технических наук,
профессор
e-mail: tmt@rgups.ru
тел.: (863) 2-726- 243

Шаповалов Владимир Владимирович

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)
344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2
Телефон: (863) 245-06-13
e-mail: up_del@dep.rgups.ru
Адрес официального сайта: <http://www.rgups.ru>

Подпись Шаповалова В.В.

УДОСТОВЕРЯЮ

З.М. Начальника управления делами
ФГБОУ ВО РГУПС

« 06 » ноября 2020



О.Н. Кирсанова