

Председателю совета по защите
диссертаций на соискание учёной степени
кандидата наук, на соискание учёной степени
доктора наук Д 218.010.02
на базе ФГБОУ ВО «Ростовский государст-
венный университет путей сообщения»
академику РАН В.И. Колесникову
от доктора технических наук, профессора
кафедры «Технология машиностроения»
ФГБОУ ВО «Донской государственной
технической университет»
Бутенко Виктора Ивановича

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
Больших Ивана Валерьевича
«Идентификация металлополимерных трибосистем с композиционным
покрытием холодного отверждения», представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.02.04 - «Трение и износ в машинах»

1. Актуальность работы

От качества функционирования тяжело нагруженных узлов трения зависит безотказность и долговечность машин и оборудования, во всех секторах промышленности. В современной технике всё чаще находят широкое применение антифрикционные полимерные композиционные покрытия, состоящие из специальной технической ткани на основе полимерных нитей или слоя смеси компонентов. Данные материалы обеспечивают достаточно высокие ресурсы трибосистем при относительно низких скоростях скольжения и высоких нагрузках. В связи с тем, что покрытие чаще всего фиксируется на субстрате при помощи матричного связующего, технология нанесения этих покрытий содержит множество особенностей. В качестве матричных связующих применяются различные полимерные адгезивы: фенолоформальдегидные, полиимидные, полиэфирные, эпоксидные. Одними из наиболее перспективных являются связующие на основе эпоксидной смолы холодного отверждения. Однако основным недостатком данного связующего является его ограниченная термостойкость, что требует более глубокого изучения и доработки. При этом надо иметь в виду, что расширение области промышленного применения высокоэффективных антифрикционных покрытий требует разработки нового матричного связующего холодного отверждения, что связано с решением целого комплекса задач по определению технологических режимов нанесения покрытия и его триботехнических характеристик.

Таким образом, задача, решаемая соискателем в диссертационной работе, является не только актуальной темой для научного исследования, но и представляет очевидную практическую ценность.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе

Достоверность теоретических результатов обеспечивается использованием стандартных проверенных методов расчёта (законов Фурье и Ньютона-Рихмана) и программного комплекса COMSOL Multiphysics, а итоги лабораторных и промышленных исследований обрабатывались статистически при повторности экспериментов 3-5. Максимальное расхождение результатов теоретических расчётов и экспериментальных данных составляет в среднем 8,2 %.

Графики полученных в диссертационной работе регрессионной модели обеспечивают достаточную наглядность результатов. Изложенное выше подтверждает обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций.

3. Научная новизна результатов диссертационной работы

К основным научным результатам выполненной диссертационной работы, определяющим её научную новизну, можно отнести следующее:

- разработку нового композиционного полимерного материала, обеспечивающего возможность нанесения покрытия на поверхности крупногабаритных объектов и деталей, не допускающих нагрева;
- установление оптимального состава матричного связующего холодного отверждения на основе эпоксидной смолы, обеспечивающего требуемую работоспособность покрытия;
- методику многокритериальной оптимизации композиционного состава полимерного покрытия на основе симплекс-решётчатых планов состав-свойство;
- выявление и исследование основных закономерностей, характеризующих триботехнические параметры разработанных антифрикционных покрытий оптимального состава.

4. Значимость полученных результатов для науки и практики

Значимость полученных в диссертационной работе результатов исследований для науки о трении и инженерной практики включает следующее:

- выполнен расчёт пороговой и физической величины температуры, допустимой при эксплуатации покрытия, и установлена функциональная зависимость температуры зоны трения в исследуемой металлополимерной трибосистеме от режимов нагружения;

- разработана и использована методика многокритериальной оптимизации состава композита на основе симплекс-решётчатых планов;
- выявления основных закономерностей процессов протекания вязкоупругих и адгезионных процессов в композите в широком диапазоне нагрузочно-скоростных режимов;
- получены регрессионные модели, позволяющие выполнять инженерные расчёты при проектировании трибосистем с антифрикционными полимерными покрытиями, включая определение их ресурса, интенсивности изнашивания, коэффициента трения, температуры;
- разработаны подшипники с антифрикционным фторопластсодержащим покрытием на основе модифицированной матрицы холодного отверждения, позволивших существенно увеличить износостойкость узлов трения.

5. Оценка изложения материала и полнота публикаций

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов и библиографического списка из 167 наименований. Общий объём работы составляет 134 страницы, включая 62 рисунка и 22 таблицы.

Содержание диссертации охватывает все основные вопросы поставленных в ней задач и определивших научную новизну работы. В ней даётся структурная схема исследований, устанавливающая порядок выполнения экспериментальных блоков, и приведена схема комплекса исследований антифрикционного полимерного покрытия, определившая последовательность и содержание запланированных экспериментальных исследований. В диссертации приводятся обоснованные ограничения и допущения на условия контактирования поверхностей подшипника (стр. 33 – 35), учёт которых позволил автору выполнить достаточно глубокие теоретические исследования по определению контактной температуры покрытия.

В диссертации представлен глубокий анализ имеющейся в настоящее время информации по исследуемой теме, в том числе взятой из зарубежной литературы и патентов. Текст диссертации достаточно хорошо иллюстрирован.

Диссертационная работа соответствует критерию внутреннего единства, так как все её главы объединены одной логической линией, направленной на расширение области применения антифрикционных полимерных композиционных покрытий на основе модификации матричного связующего холодного отверждения.

С поставленными научными задачами диссертант полностью справился, а представленная диссертационная работа соответствует критерию завершенности, так как в ней решена важная народнохозяйственная задача машиностроения, связанная с увеличением ресурса трибосистем и снижением в них потерь на трение. При этом следует отметить структурно-логическую целостность диссертационной работы, полноту и законченность решений по

каждой поставленной в ней задаче исследований, а также аргументированность сделанных автором выводов и сформулированных положений.

Основные научные результаты, вынесенные автором на защиту, в полной мере представлены в 14 научных работах, в том числе в 4 работах в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования в науки РФ, 1 публикация в издании, включённом в базу данных Web of Science и Scopus и прошли апробацию на научно-технических конференциях различного уровня.

6. Соответствие работы паспорту научной специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту заявленной специальности 05.02.04 – «Трение и износ в машинах» по следующим достигнутым результатам:

- установлен вклад вязкоупругой деформации в формирование зазора трибосопряжения, что соответствует п. 1 «Механические, тепловые, химические, магнитные, электрические явления при трении»;

- рассмотрены антифрикционные свойства разработанного полимерного композиционного покрытия, что соответствует п. 7 «Триботехнические свойства материалов, покрытий и модифицированных поверхностных слоев»;

- сформирован комплекс регрессионных моделей параметров трения и изнашивания, что соответствует п. 10 «Физическое и математическое моделирование трения и изнашивания».

7. Замечания по диссертационной работе

Представленная диссертационная работа в целом не имеет существенных недостатков, которые могли бы повлиять на её положительную оценку. Однако, на мой взгляд, по диссертации можно указать на следующие замечания.

1. В научном плане диссертационная работа была бы более значимой, если бы в ней автор во второй главе сформулировал рабочую гипотезу или выдвинул положение о возможности разработки фторопластсодержащих антифрикционных покрытий повышенной технологичности, обеспечивающих возможность нанесения их на крупногабаритные детали трибосистем без термообработки.

2. Не ясна цель двух способов расчёта температуры в зоне контакта пар трения (глава 2); отсутствуют комментарии по графической интерпретации влияния режимного параметра PV на температуру в зоне контакта трибосистемы для разных материалов контртел (рис. 2.2).

3. Из текста диссертации не ясно, чем обоснован выбор типов ткацких плетений для армирующей компоненты композиционного покрытия.

4. По моему мнению, для повышения эффективности трибосистемы необходимо расширить номенклатуру масел, как компонента матричного связующего.

5. В работе недостаточно полно освещены технологические вопросы нанесения покрытия, отсутствуют данные о времени отверждения (стр. 77 – 78).

6. В работе указана адекватность регрессионных моделей (формулы 4.9, 4.13 – 4.19), но не приведены доказательства этого. Не указаны диапазоны изменения контактного напряжения σ и скорости скольжения V , при которых справедливы полученные зависимости (4.10), (4.11), (.14), (4.16), (4.19).

7. Из формулы (4.10) следует, что контактные напряжения в паре трения оказывают незначительное влияние на температуру. В диссертации этот факт не объяснён.

8. В диссертации на стр. 69 автор отмечает, что поверхность образцов под нанесение покрытий после обработки наждачной бумагой имела $Ra = 1,187 - 1,201$ мкм, но не даёт объяснения тому, как и на каком приборе была измерена шероховатость с такой точностью.

9. В диссертации встречаются некорректные выражения и опечатки. Например: «твёрдые шероховатости» (стр. 15), «общее среднее» (стр. 55), «необходимого требуемого класса точности» (стр. 66), стр. 10, 70, 110, 114. В нумерации формул имеются пропуски (нет формул (4.13), (4.15), (4.17), (4.18)).

Отмеченные недостатки и замечания по диссертационной работе не являются принципиальными. Многие из них носят рекомендательный характер и могут быть учтены соискателем при дальнейшей его научной деятельности.

8. Заключение

Диссертационная работа Больших Ивана Валерьевича на тему «Идентификация металлополимерных трибосистем с композиционным покрытием холодного отверждения» представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития машиностроительной отрасли страны. В ней впервые на основе многопараметрической оптимизации установлен оптимальный состав и разработана технология нанесения матричного связующего холодного отверждения на рабочую поверхность крупногабаритных узлов трения, обеспечивающие существенное повышение ресурса трибосопряжения технологического оборудования.

Тема диссертации актуальна, а результаты выполненных исследований обладают научной новизной и практической значимостью. Представленные в диссертационной работе результаты научных исследований перспективны для практического использования в машиностроительной отрасли и могут быть реализованы для подшипников других конструкций.

Материал диссертации подготовлен автором самостоятельно, изложен достаточно чётко, структурирован, обладает внутренним единством и написан грамотно на понятном языке с использованием терминологии, принятой в теории трения и износа. Содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в опубликованных научных работах, в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Анализ содержания автореферата, представленного объёмом 21 страница, свидетельствует о том, что он полностью отражает основные идеи и выводы диссертации и соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Считаю, что на основании вышесказанного диссертационная работа на тему «Идентификация металлополимерных трибосистем с композиционным покрытием холодного отверждения» по своему содержанию, объёму, актуальности, научной и практической значимости полностью соответствует п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а её автор – Большой Иван Валерьевич – заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.04 – «Трение и износ в машинах».

Официальный оппонент
доктор технических наук,
профессор кафедры
«Технология машиностроения»
ФГБОУ ВО «Донской государственный
технический университет»

Бутенко Виктор
Иванович

3.12.2019г.

Место работы: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет» (ФГБОУ ВО ДГТУ),
344000, Россия, Ростов-на-Дону, Площадь Гагарина 1
тел. +7(9286005761)
эл. адрес: butenkowiktor@yandex.ru

Подпись Бутенко В.И. удостоверено

Учёный секретарь Учёного совета



В.Н. Анисимов