

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и
инновационной деятельности
ФГБОУ ВО «Южно-Российский
государственный политехнический
университет (НПИ) имени
М.И. Платова», к.т.н., доцент

В.С. Пузин

2025 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова» по диссертации Азоян Анаид Иосиповны
«Повышение эксплуатационных свойств функционального полимерного
материала путем его модификации», представленной на соискание
ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.3. Трение и износ в машинах

1. Оценка структуры и объема диссертационной работы

Диссертация Азоян А.И. «Повышение эксплуатационных свойств функционального полимерного материала путем его модификации» состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников из 218 наименований. Работа изложена на 146 страницах, содержит 40 рисунков и 12 таблиц.

2. Актуальность темы исследования

В современном станкостроении при позиционировании корпусных деталей в системах координат при механической обработке важное значение имеет износостойкость трибосопряжений направляющие станин-направляющие различных блоков оборудования, совершающие возвратно-поступательное движение. От качества изготовления таких трибосопряжений зависит точность и производительность механической обработки.

При ремонте металлообрабатывающих станков находит применение полимерных композитов, используемых в качестве антифрикционных покрытий для ремонта поврежденных или изношенных направляющих различных блоков оборудования.

Повышение температуры в тяжело нагруженных трибосопряжениях в результате трения приводит к изменению физико-механических и триботехнических

характеристик полимерного материала. Учет тепловыделения является важным фактором, влияющим на износостойкость полимерного материала.

Диссертация Азоян А.И. является актуальной, так как посвящена повышению эксплуатационных свойств функционального полимерного материала на основе эпоксидной смолы путем его модификации шпинелями металлов магния, марганца, железа и добавкой политетрафторэтилена, его термической устойчивости к разложению, используемого в качестве антифрикционного покрытия при ремонте направляющих горизонтально-расточного станка 2А622.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Степень обоснованности исследований теоретического плана достигнута разработкой расчетной модели контактной задачи теории упругости о действии жесткого штампа на изотропный упругий двойной слой покрытия, рассмотрением двойного слоя покрытия как основания Фусса-Винклера, определением напряженно-деформированного и теплового состояния узла трения стола горизонтально-расточного станка, совместным решением термоупругих уравнений Дюгомаля-Неймана и стационарного уравнения теплопроводности с использованием программы MAPLE. Модель узла трения контактной задачи теории упругости о действии жесткого штампа на изотропный упругий двойной слой создана в универсальной программной системе конечно-элементного анализа ANSYS.

Исследования антифрикционных свойств покрытия выполнялись на трибометре TRB с использованием методики DIN 50324 по схеме испытаний «шар-диск». Для оценки концентрации антифрикционных добавок и нагрузочных режимов был использован статистический метод планирования эксперимента с применением ортогонального плана второго порядка.

4. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность обеспечивается корректным установлением и достижением общей цели исследований. Сходимость теоретических результатов подтверждена экспериментальными исследованиями с применением современных методов исследований: растровой электронной микроскопии, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, термического анализа, ИК Фурье-спектроскопии, удовлетворительными результатами промышленных испытаний.

5. Научная новизна результатов работы

1. Установлен оптимальный состав полимерного композиционного материала, повышающий эксплуатационные свойства узла трения «накладка направляющей поворотного стола-станина станка».

2. Предложена модель узла трения в универсальной программной системе конечно-элементного анализа ANSYS, отличающаяся тем, что позволяет определять его напряженно-деформированное и тепловое состояние.

3. Выявлено влияние шпинелей и политетрафторэтилена на триботехнические свойства модифицированного полимерного материала.

4. Изучен механизм формирования вторичных структур в результате фрикционного переноса элементов на поверхность контртела в металлополимерном трибосопряжении.

6. Значимость для науки и практики полученных результатов

1. Выполнен расчет напряженно-деформированного и теплового состояний взаимодействующих поверхностей узла трения.

2. Исследовано влияние наполнителей на термическую стойкость композита.

3. Проведен анализ процесса формирования вторичных структур фрикционного переноса методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии.

4. Предложено полимерное композиционное покрытие для применения в направляющих горизонтально-расточного станка 2А622.

5. В результате выполненных экспериментальных исследований установлены закономерности образования вторичных структур и их влияние на триботехнические свойства модифицированного полимерного покрытия.

6. Проведенные промышленные испытания в ООО «РостИнТех» подтвердили эффективность предложенного модифицированного полимерного покрытия. Величина износостойкости экспериментальных накладок превышала показатели накладок, используемых в производстве на 14...16%.

7. Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертация Азоян А.И. «Повышение эксплуатационных свойств функционального полимерного материала путем его модификации» соответствует паспорту научной специальности 2.5.3. Трение и износ в машинах, а именно: п. 2 «Механика и физика контактного воздействия при трении покоя, трения скольжения, трения качения и качения с проскальзыванием с учетом строения, качества и свойств поверхностных слоев»; п. 7 «Триботехнические свойства, материалов, покрытий...»; п. 9 «Теплофизика и тепловая динамика трения и изнашивания».

5. Полнота изложения материалов диссертации в открытой печати

Научные результаты диссертации опубликованы в 18 статьях, в том числе основные научные результаты – в 3 публикациях в изданиях, входящих в перечень периодических изданий ВАК Минобрнауки России.

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на международных и всероссийских научно-практических и научных конференциях. Опубликованные и доложенные на конференциях материалы достаточно полно отражают основное содержание диссертации.

Содержание диссертации достаточно полно изложено в автореферате и в опубликованных работах, личный вклад автора подтвержден. Имеются ссылки на авторов и источники заимствования.

7. Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы

Основные положения, полученные в диссертационной работе, могут быть использованы для расширения области применения модифицированных функциональных полимерных материалов путем установления основных закономерностей физико-химических процессов, происходящих в их зоне трения.

Разработанная методика подбора качественного и количественного состава мелкодисперсных модификаторов и исследование их влияния на эксплуатационные характеристики трибосистемы модифицирования полимера могут применяться в ремонтном производстве при восстановлении поверхности тяжело нагруженных узлов трения.

Предложенное в диссертационной работе конструктивное решение повышения износостойкости контактных поверхностей трибосопряжения может быть использовано путем нанесения на накладки направляющих металлорежущего станка композиционного слоя.

На основании результатов проведенных исследований могут быть разработаны рекомендации по применению нового композита с оптимальной концентрацией модификаторов с целью повышения эксплуатационного ресурса трибосопряжения.

8. Замечания по диссертационной работе

1. Автором диссертации представлена модель контактного взаимодействия в прямой паре взаимодействия жесткого штампа и изотропного упругого двойного слоя с коэффициентом перекрытия меньше 1. Согласно приведенной схеме под действием штампа может происходить пластическое отеснение покрытия с образованием валика, которое затрудняет перемещение штампа по упругому покрытию. Автору следовало бы рассмотреть модель контактного взаимодействия жесткого штампа и изотропного упругого двойного слоя в обратной паре трения, в которой пластическое отеснение покрытия с образованием валика не затрудняет перемещение штампа по упругому двойному слою.

2. Автором решена задача термоупругости с использованием уравнений Дюгамеля-Неймана и стационарного уравнения теплопроводности. Приведено уравнение распределение температуры верхнего слоя покрытия. Однако не

определена суммарная температура вспышки и температура в зоне контакта трибосопряжения штамп-покрытие.

3. В диссертации приведен закон трения Амонтона-Кулона. Автор рассматривает двухслойное покрытие как основание Фусса-Винклера и не приводит в диссертации информации о составляющих коэффициента трения– адгезионной и деформационной (гистерезисной) составляющих. По этой причине не ясно: деформационная или гистерезисная составляющие влияют на коэффициент трения трибосопряжения с предлагаемым покрытием.

4. В диссертационной работе применены термины, не соответствующие ГОСТ 27674-88 «Трение, изнашивание и смазка. Термины и определения» и имеют место неудачно сформулированные фразы. Так, на стр. 26, 27, 37 приведены термины «смазка», «пленки смазок», «сухое трение», а согласно ГОСТ 27674-88 должно быть «смазочный материал», «пленки смазочных материалов», «трение без смазочного материала»; на стр. 27 приведено «окисные плёнки», а должно быть «оксидные плёнки»; на стр. 31 «улучшение адгезии» нужно использовать «уменьшение адгезии»; на стр.43 приведено «переходящей в тепло», но нужно использовать «переходящей в теплоту» и др.

5. В литературном обзоре диссертации отсутствуют ссылки на научные работы профессоров, докторов технических наук Дорофеева Ю.Г. по материаловедению порошковых материалов, Кутькова А.А., Авдеева Д.Т., Гоголева А.Я. по трибологии полимерных материалов и покрытий.

Заключение

Отмеченные выше замечания не снижают ценности диссертации. Результаты проведенных исследований представляют комплекс новых научно-технических разработок по совершенствованию антифрикционных композиционных покрытий на основе диановых эпоксидных смол с добавками шпинелей металлов магния, марганца, железа и политетрафторэтилена.

Диссертация Азоян Анаид Иосиповны «Повышение эксплуатационных свойств функционального полимерного материала путем его модификации» представляет собой самостоятельную, завершённую научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические, технологические решения и разработки, обеспечивающие повышение эксплуатационных свойств функционального полимерного материала путем его модификации, что имеет существенное значение для повышения долговечности узлов трения и развития станкостроения, авиационной промышленности, сельхозмашиностроения и других машиностроительных областей страны.

Апробация работы осуществлена на международных конференциях. Содержание диссертации достаточно полно отражено в автореферате и в

опубликованных работах. Диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.5.3. Трение и износ в машинах.

Диссертация соответствует критериям Положения о присуждении ученых степеней (п. 9-11, 14), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Азоян Анаид Иосиповна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.3. Трение и износ в машинах.

Диссертация обсуждена и отзыв утвержден на совместном заседании кафедр «Автомобили и транспортно-технологические комплексы» и «Технология машиностроения, технологические машины и оборудование» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», протокол № 9 от 27 января 2025 г.

Заведующий кафедрой «Автомобили и транспортно-технологические комплексы»
ФГБОУ ВО «ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова»
доктор технических наук, профессор
тел.: 8(863)525-52-25
e-mail: avtottk_npi@mail.ru

Исаков Владимир Семенович
« 27 » января 2025 г.

И.о. заведующего кафедрой «Технология машиностроения, технологические машины и оборудование»
ФГБОУ ВО «ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова»
кандидат технических наук, доцент
тел.: 8(863)525-54-83
e-mail: mtm_npi@mail.ru

Гринько Дмитрий Александрович
« 27 » января 2025 г.

Подписи В.С. Исакова, Д.А. Гринько заверяю
Ученый секретарь Совета вуза документов



Н.Н. Холодкова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И.Платова»
ФГБОУ ВО «ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова»
Адрес: 346428 Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132,
тел: 8(863) 525-54-33
e-mail: rektorat@npi-tu.ru