

ОТЗЫВ

официального оппонента

кандидата технических наук, доцента Камынина Виктора Викторовича
на диссертационную работу Капустина Владимира Васильевича
**«Повышение триботехнических характеристик материалов и конструкций
подшипников скольжения шарнирных соединений манипуляторов
технологических машин»**, представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальностям 2.5.3 - «Трение и износ в
машинах» и 2.6.17 – «Материаловедение».

1. Актуальность темы диссертационного исследования.

Одной из основных тенденций развития современного машиностроения является постоянно возрастающая энергонапряженность широко используемых технологических машин манипуляторного типа. Основными узлами манипуляторов являются многочисленные шарнирные соединения, лимитирующие зачастую работоспособность рассматриваемой техники. Это связано с повышением мощности, давления и частоты вращения функциональных узлов. Это приводит к ужесточению технических требований к шарнирным соединениям, что выражается в расширении запасов работоспособности по прочности, критическим частотам, амплитудам колебаний, грузоподъемности на основных и переходных режимах, по ресурсу и ряду других параметров их структурных элементов. При этом отличительной особенностью эксплуатации таких узлов являются высокие контактные давления, динамические и вибрационные нагрузки, повышенные эксплуатационные температуры, недостаток смазки, загрязненность абразивом, подверженность климатическим воздействиям и т.д. Поэтому повышение долговечности узлов трения скольжения шарнирных соединений технологических машин представляется весьма актуальной задачей, решение которой позволит повысить надежность рассматриваемых машин.

Важное место среди методов повышения долговечности и надежности шарнирных соединений занимает созданные возможности управления этими свойствами на этапах проектирования и технологической подготовки производства. Возможность заранее прогнозировать триботехнические свойства при задании характеристик качества поверхностного слоя, обеспечиваемых различными методами обработки или другими специальными способами подготовки поверхности фрикционного контакта, позволяет повысить надежность выпускаемой техники. Решение этой проблемы затруднено из-за недостаточных сведений о взаимосвязи показателей износа и трения с характеристиками качества поверхностного слоя, поэтому возникают проблемы, связанные прежде всего, с обеспечением высокой износостойкости и необходимого ресурса подвижных соединений.

Данную проблему автор предлагает решить, в частности, применением в узлах трения новых антифрикционных композиционных материалов, а также новых конструкций подшипников скольжения, эксплуатируемых при высоких знакопеременных нагрузках, ведь именно в таких условиях работают узлы трения скольжения шарнирных соединений. При этом для повышения триботехнических характеристик шарнирных соединений автором предложено обеспечение

значительного числа конструкторско-технологических параметров, среди которых основными являются повышение износостойкости и сопротивляемости трению, стабилизация теплового режима их работы, снижение вибраций и колебаний, создание напряжённого состояния функциональных поверхностных слоёв, а также повышения прочности неподвижных соединений.

Решение представленных в диссертации задач вполне обоснованно выполнялись автором путём выявления преимущественных механизмов трения и изнашивания, а также выработки на этих основаниях мероприятий по снижению их негативных последствий.

Анализ диссертационной работы позволяет полагать, что диссертация Капустина В.В. посвящена решению важных теоретических и практических задач, направленных на повышение срока службы шарнирных соединений манипуляторов различных технологических машин, сформулированная автором цель диссертационных исследований и поставленные им задачи, соответствуют заявленным в диссертации специальностям 2.5.3- «Трение и износ в машинах» и 2.6.17 – «Материаловедение».

2. Оценка содержания диссертационной работы

Представленная на отзыв диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, заключения и списка цитируемой литературы (205 наименований), содержащая 175 страниц машинописного текста, включающего 48 рисунков, 21 таблицу и 2 приложения.

Во введении приведено обоснование актуальности исследований, сформулированы цель и задачи работы, отражены её научная новизна и практическая значимость, положения, выдвигаемые на защиту и др.

В первой главе рассмотрены условия эксплуатации, причины отказов и возможности повышения триботехнических характеристик деталей манипуляторов. Выявляются механизмы и интенсивность изнашивания деталей шарнирных соединений, анализируются перспективы повышения их износостойкости.

Вторая глава посвящена особенностям контактирования деталей в шарнирных соединениях, а также генерация энергии в триботехнических парах скольжения и возможности её диссипации. Установлены пути оптимизации состава антифрикционных материалов за счёт обеспечения теплофизических, демпфирующих и виброгасящих параметров, минимизации потерь на трение и повышения износостойкости антифрикционных материалов в подшипниковых узлах.

В третьей главе содержится обоснование новых конструкций подшипников скольжения и шарнирных соединений повышенной работоспособности.

Четвертая глава посвящена экспериментальным исследованиям и методическим основам их выполнения.

Пятая глава посвящена описаниям результатов экспериментальных исследований. При этом установлено влияние конструкций подшипников скольжения и состава предложенных антифрикционных материалов на степень достижения повышенных теплофизических и триботехнических характеристик.

В шестой главе представлена оценка технико-экономического эффекта промышленного использования результатов исследования и приведены перспективы дальнейших исследований.

В заключении приводятся итоги выполненной работы, общие выводы и перспективы дальнейшего развития исследований по выбранной тематике.

Автореферат и опубликованные автором работы достаточно полно отражают содержание диссертации. В них представлены основные идеи и выводы диссертации, адекватно отражается новизна, практическая значимость и личный вклад автора.

3. Научная новизна результатов диссертационной работы.

Основными научными результатами диссертационной работы являются разработка принципов достижения стабилизации температурного режима работы триботехнических узлов с возможностью повышения теплофизических параметров используемых материалов и конструкций подшипников скольжения за счёт введения в их состав легкоплавких структурных составляющих, или размещения их в полостях деталей подшипникового узла.

Кроме того, разработан метод повышения триботехнических характеристик подшипников скольжения, отличающихся возможностью создания благоприятных остаточных напряжений в функциональных поверхностных слоях за счёт использования посадок с натягом и сжимающих пружин.

Разработаны новые композиционные материалы на полимерной основе, обоснован их состав, обеспечивающий формирование благоприятных триботехнических и тепловых характеристик. Также создан способ определения твёрдости гетерогенных композиционных материалов, отличающийся дифференцированной оценкой свойств отдельных структурных составляющих.

Таким образом, можно уверенно полагать, что выдвинутые соискателем научные положения являются новыми.

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

Анализ содержания диссертации показывает, что для достижения поставленной цели и задач применялся комплексный метод, включающий: анализ работы деталей шарнирных соединений, выявление возможных механизмов их изнашивания с учётом оценки влияния эксплуатационных условий и состава используемых материалов и конструкций.

Кроме того, проведенные в процессе выполнения диссертации экспериментальные исследования показали, что их результаты имеют достаточно высокую степень согласованности с прогнозами автора научных положений и выводов, полученных в результате глубоких теоретических обоснований. Это, наряду с корректным использованием методов теоретических и экспериментальных исследований, подтверждает обоснованность научных выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Таким образом, целесообразное использование надежных исходных источников информации, значительный объем выполненных автором исследований и промышленных испытаний позволяют уверенно полагать, что научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, являются вполне обоснованными.

Не вызывает сомнения высокий личный вклад автора диссертации в развитие рассматриваемой манипуляторной техники, разработку новых материалов для подшипников скольжения и шарнирных соединений, используемых при создании более совершенных триботехнических узлов.

5. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность полученных результатов и выводов подтверждается корректностью предложенных комплексных параметров, определяющих влияние свойств материалов на сопротивляемость изнашиванию деталей при реализации различных механизмов поверхностного разрушения и широким использованием положений базовых фундаментальных наук, сходимостью результатов теоретических исследований с экспериментальными и эксплуатационными данными, полученными при лабораторных исследованиях и в процессе натурных испытаний, а также широкой апробацией результатов исследований.

6. Теоретическая и практическая значимость работы.

Теоретическая значимость работы обусловлена уточнением закономерностей изнашивания шарнирных соединений за счёт получения более информативных данных, необходимых для выбора материалов деталей шарнирных соединений, и благоприятного их состава, а также создания подшипников скольжения, обеспечивающих повышенные триботехнические и теплофизические свойства. Разработаны принципы самоорганизации температурного режима работы триботехнических узлов шарнирных соединений.

Практическая значимость работы определяется следующими результатами:

1. Разработан антифрикционный композиционный материал с повышенными триботехническими и теплофизическими свойствами на основе политетрафторэтилена.

2. Предложены конструкции шарнирных соединений, отличающиеся повышенной работоспособностью неподвижных соединений за счёт резьбовой фиксации деталей и точного их позиционирования.

3. Создана конструкция подшипника скольжения, обладающая температурной стабильностью работы и повышенной износостойкостью триботехнических узлов за счёт использования легкоплавких материалов в полостях деталей подшипникового узла и создания остаточных напряжений сжатия в функциональном поверхностном слое за счёт посадки с натягом

4. Создана конструкция подшипника скольжения повышенной работоспособности, достигаемой за счёт увеличения теплоотводящей и демпфирующей способности материала вкладыша подшипника.

5. Разработан способ определения твёрдости гетерогенных композиционных материалов с дифференцированной оценкой свойств отдельных структурных составляющих.

Практическая значимость результатов диссертационного исследования подтверждается их эксплуатационной проверкой при использовании на предприятии ООО «ГидроРемСервис», что подтверждается соответствующими актами апробирования и внедрения.

7. Полнота публикаций.

Соискателем успешно проведена апробация основных результатов диссертации при обсуждении на международных и всероссийских научно-технических конференциях и семинарах. Основное содержание диссертационной работы отражено в 34 печатных работах, из них 8 – статьи в журналах, рекомендованных ВАК и 7 полученных патентов.

Все опубликованные работы соискателя соответствуют требованиям, предъявляемым к публикациям основных научных результатов диссертационных работ.

8. Соответствие диссертации паспортам научных специальностей.

Диссертационная работа Капустина Владимира Васильевича соответствует паспортам заявленных автором научных специальностей, а именно, следующим пунктам областей научных исследований.

Специальность 2.5.3 - «Трение и износ в машинах»:

7. Триботехнические свойства материалов, покрытий и модифицированных слоев.

12. Расчет и оптимизация узлов трения и сложных трибосистем.

Существенная часть выполненных разработок соответствует паспорту научной специальности 2.6.17 – «Материаловедение» по пунктам:

1. Теоретические и экспериментальные исследования фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности материалов и изделий.

6. Разработка и совершенствование методов исследования и контроля структуры, испытание и определение физико-механических и эксплуатационных свойств металлических и неметаллических материалов и функциональных покрытий.

9. Заключение по диссертационной работе

К замечаниям по существу рассматриваемой работы можно отнести следующее:

1. В диссертации предложен новый способ определения обобщённого показателя твёрдости гетерогенных композиционных материалов, однако не ясно каковы технические возможности оценки влияния структурных составляющих

исследуемых материалов, в частности размеры, повторяемость и оценочная площадь.

2. При обосновании конструкций подшипников скольжения и шарнирных соединений, неясно как учитывалась разнонаправленность действия остаточных напряжений в функциональных поверхностных слоях.

3. В работе рассматриваются различные критерии изнашивания, учитывающие влияние различных факторов и особенностей контактного взаимодействия деталей. Однако не ясно как такой подход реализуется в случае использования критерия хрупкого выкрашивания и какой при этом механизм изнашивания.

4. Полезным для работы было бы более широкое проведение испытаний натуральных образцов предложенного антифрикционного композиционного материала в реальных условиях эксплуатации, включая возможные динамические нагрузки.

5. На графике зависимости интенсивности изнашивания от величины остаточных напряжений (стр. 122), указана размерность интенсивности изнашивания, однако этот показатель является безразмерным.

6. В автореферате автором приведены статьи, в которых опубликованы основные результаты работы. Однако «Лесной журнал», где опубликованы 3 статьи, не распространяется на специальности «Трение и износ в машинах» и «Материаловедение». Стоило ли этот журнал приводить в списке литературных источников в автореферате.

7. Объем диссертации можно было бы сократить за счет более компактного изложения текста и исключения ряда малоинформативных иллюстраций и таблиц.

Приведенные замечания не снижают общую позитивную оценку диссертационной работы, которая в целом важна и актуальна. Замечания носят частный характер и не влияют на ценность и значимость полученных результатов.

10. Заключение о соответствии диссертации критериям «Положения о порядке присуждения учёных степеней»

Диссертационная работа Капустина Владимира Васильевича «Повышение триботехнических характеристик материалов и конструкций подшипников скольжения шарнирных соединений манипуляторов технологических машин», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.5.3 – «Трение и износ в машинах» и 2.6.17 – «Материаловедение», представляет собой завершённую научно - квалификационную работу, выполненную автором самостоятельно на высоком уровне, в которой содержатся новые научные результаты и технологические решения в области создания триботехнических узлов шарнирных соединений манипуляторов технологических машин, использование которых вносит значительный вклад в их создание.

Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемых к кандидатским диссертациям (пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ № 842 от 24

сентября 2013 г.), а её автор, Капустин Владимир Васильевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.5.3 – «Трение и износ в машинах» и 2.6.17 – «Материаловедение».

Официальный **оппонент:**
заведующий кафедрой
«Общетехнические дисциплины и
физика» ФГБОУ ВО «Брянский
государственный технологический
университет», кандидат
технических наук, доцент

Камынин Виктор Викторович

Научная специальность: 05.16.01 Металловедение и термическая обработка металлов

Адрес: 241037, г. Брянск, проспект Станке Димитрова, 3

Тел.: +7-910-237-07-05

Адрес электронной почты: kaf-mim@bgitu.ru

Адрес организации: 241037, г. Брянск, проспект Станке Димитрова, 3
ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», тел.(факс): (4832) 74-60-08, E-mail: mail@bgitu.ru

Проректор по научной и
инновационной деятельности
ФГБОУ ВО «Брянский государственный
инженерно-технологический
университет»

Тихомиров Пётр Викторович

24.08.2022г

