

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»

ЮУрГУ

Проспект Ленина, 76, Челябинск, Россия 454080, тел./факс (351)267-99-00, e-mail: info@susu.ru, www.susu.ru
ОКПО 02066724, ОГРН 1027403857568, ИНН/КПП 7453019764/745301001

01.08.2022

№ 018-332

На № _____

от _____

Утверждаю
первый проректор-проректор по научной
работе федерального государственного
автономного образовательного учреждения
высшего образования «Южно-Уральский
государственный университет
(национальный исследовательский
университет)»
доктор технических наук, доцент

А.В. Коржов

« 01 августа 2022 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск на диссертационную работу Капустина Владимира Васильевича на тему «Повышение триботехнических характеристик материалов и конструкций подшипников скольжения шарнирных соединений манипуляторов технологических машин», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научным специальностям 2.5.3 – «Трение и износ в машинах», 2.6.17 – «Материаловедение».

На отзыв ведущей организации представлены следующие материалы:

– диссертация, состоящая из введения, шести глав, заключения, списка литературы, приложений и актов апробирования и внедрения результатов работы по теме диссертации;

– автореферат диссертации, в котором изложена общая характеристика работы, приведены основные результаты, выводы и рекомендации.

Представленные материалы с достаточной полнотой раскрывают сущность диссертационной работы и дают возможность оценить и квалифицировать ее с точки зрения научной и практической ценности на соответствие требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Актуальность темы диссертации

В современных условиях развития промышленности России эффективное решение многих её проблем невозможно без использования отечественной конкурентоспособной манипуляторной техники. Ограничение возможности ее производства в РФ ставит под вопрос обеспечение национальной безопасности страны, поскольку на российском рынке доминируют зарубежные компании, на долю которых приходится бóльшая часть используемой техники. При этом во многих отраслях промышленности широко используются технологические машины манипуляторного типа. К ним предъявляются высокие требования по эксплуатационной надёжности многочисленных триботехнических узлов, среди которых выделяются шарнирные соединения, поскольку износ их деталей в значительной мере определяет ресурс машины в целом, а износостойкость, во многих случаях, является недостаточной.

Для повышения износостойкости шарнирных соединений необходимо согласованное обеспечение благоприятных уровней значительного числа конструкторско-технологических параметров. В частности, целесообразной является оптимизация характера относительного перемещения фрикционно-контактирующих поверхностей деталей и снижение действующих на них нагрузок. Это связано с тем, что указанные факторы определяют износостойкость и сопротивляемость трению, а также тепловой режим работы и напряжённое состояние функциональных поверхностных слоёв, а также прочность неподвижных соединений.

Всё это должно учитываться при обосновании перспективных путей повышения износостойкости шарнирных узлов манипуляторов, достигаемой за счёт направленного управления свойствами поверхностных слоёв при проектировании и изготовлении фрикционно-контактирующих деталей. Вместе с тем теоретическое решение этой задачи затруднено по причине сложности существующих зависимостей, связывающих показатели износа и трения с характеристиками качества поверхностного слоя, и свойствами используемых подшипниковых материалов.

Кроме того, не всегда удаётся выявить преимущественные механизмы протекания процессов трения и изнашивания в рассматриваемых триботехнических узлах. В то же время, очевидно, что для создания более износостойких конструкций подшипниковых узлов необходимо решение многих конструкторских и технологических задач формирования благоприятного уровня функциональных свойств изнашиваемых деталей. Поэтому выполненные автором исследования являются актуальными и востребованными.

Оценка содержания работы

Представленная к защите диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, библиографического списка и приложений. Основная часть работы изложена на 175 страницах машинописного текста, включает

48 рисунков, 21 таблицы. Библиографический список состоит из 205 наименований.

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

В первой главе диссертации выполнен анализ состояния вопроса изнашивания материалов и подшипников скольжения шарнирных соединений, рассматриваются условия эксплуатации, причины отказов и возможности повышения триботехнических характеристик деталей манипуляторов. Выявляются механизмы и интенсивность изнашивания деталей шарнирных соединений, анализируются перспективы повышения их износостойкости. Определены цель и задачи исследования.

Во второй главе рассмотрены особенности фрикционного взаимодействия деталей в шарнирных соединениях, генерация энергии в триботехнических парах скольжения и возможности её диссипации. Также установлены возможности оптимизации состава и структуры перспективных антифрикционных композиционных материалов за счёт обеспечения теплофизических, демпфирующих и виброгасящих параметров, минимизации потерь на трение и повышения износостойкости антифрикционных материалов в подшипниковых узлах шарнирных соединений. На основании теоретического анализа предложена концепция создания новых композиционных антифрикционных материалов.

Третья глава посвящена обоснованию основ создания новых конструкций подшипников скольжения и шарнирных соединений повышенной износостойкости.

В главе проанализированы принципы конструктивно-технологического повышения износостойкости подшипников скольжения шарниров манипуляторов, включающие выбор антифрикционных материалов, процессов модификации поверхностных слоёв деталей и применения эффективных смазок для снижения затрат на трение в шарнирных соединениях; оптимизация теплового режима работы узлов трения; оптимизация напряжённого состояния функциональных поверхностных слоёв деталей шарниров; обеспечение износостойкости подвижных соединений и повышение демпфирующих характеристик в шарнирных соединениях. Обоснованы новые конструкции шарнирных узлов с обеспечением работоспособности подвижных и неподвижных соединений манипуляторов. Также представлен новый металло-полимерный подшипник скольжения с повышенными теплофизическими и демпфирующими свойствами.

Четвертая глава отражает сущность запланированных экспериментальных исследований и методические основы их выполнения. В содержание главы входят: методики триботехнических исследований и исследований теплофизических характеристик материалов и конструкций подшипников скольжения, а также методика исследований демпфирующих

характеристик материалов. Рассматривается планирование экспериментов и обработка их результатов.

В пятой главе представлены результаты экспериментальных исследований, изнашивания, коэффициента трения, теплофизических характеристик. Установлено, влияние конструкций и состава предложенных антифрикционных материалов подшипников скольжения на степень достижения повышенных механических, теплофизических и триботехнических характеристик.

В шестой главе даны рекомендации по использованию результатов исследования, приведены перспективы дальнейших исследований и представлен расчет экономического эффекта в виде чистого дисконтированного дохода составляющий 415 006 рублей.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты диссертационной работы.

В приложениях приведена информация, дополняющая основную часть работы, а также представлены документы, подтверждающие внедрение выполненных разработок.

Автореферат и опубликованные автором работы достаточно полно отражают содержание диссертации. В автореферате представлены основные идеи и выводы диссертации, и он адекватно отражает новизну, практическую значимость и личный вклад автора. Не вызывает сомнения высокий личный вклад автора на всех этапах выполнения диссертационной работы.

Новизна проведенных исследований и полученных результатов

Анализ содержания рассматриваемой диссертации позволяет сделать вывод, что автором получены следующие новые научные результаты:

1. Разработка принципов достижения благоприятного температурного режима работы триботехнических узлов, отличающихся возможностью повышения теплопроводности и теплоёмкости используемых материалов и конструкций за счёт введения в состав легкоплавких структурных составляющих, или размещения их в полостях деталей подшипникового узла.
2. Разработка методов повышения триботехнических характеристик подшипников скольжения, отличающиеся возможностью создания благоприятных остаточных напряжений в функциональных поверхностных слоях за счёт использования посадок с натягом и сжимающих пружин.
3. Разработка новых композиционных материалов на основе искусственных и растительных полимеров, обоснование их составов, обеспечивающих формирование благоприятных триботехнических и тепловых характеристик.
4. Создание нового способа определения твёрдости композиционных материалов, отличающегося дифференцированной оценкой свойств отдельных структурных составляющих.

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 свойства. Разработаны принципы самоорганизации температурного режима работы триботехнических узлов.

Практическая значимость работы:

1. Создан антифрикционный композиционный материал повышенной износостойкости на основе политетрафторэтилена и входящих в его состав антифрикционных наполнителей, способствующих стабилизации температурного режима работы триботехнических узлов.

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

3. Создана новая 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.

Отдельные результаты диссертационного исследования внедрены на ООО «ГидроРемСервис», что подтверждается соответствующими актами.

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 и 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.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием методов планирования экспериментов и статистической обработкой полученных данных, обоснованностью принятых допущений и

подтверждается удовлетворительным совпадением результатов расчетов и экспериментальных результатов.

Результаты исследования прошли рецензирование в научных журналах.

Ведущая организация считает возможным использовать результаты диссертационной работы для повышения работоспособности шарнирных соединений манипуляторов технологических машин.

Капустиным Владимиром Васильевичем 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 статей в журналах, рекомендованных ВАК. Новизна технических решений подтверждается 7 полученными патентами РФ.

По содержанию диссертационной работы имеются следующие замечания:

1. В экспериментальной части диссертации при использовании полнофакторного эксперимента для получения регрессионных моделей использована линейная функция, что является не вполне корректным. Рациональным было бы применить ортогональное композиционное планирование второго порядка, учитывающее влияние более широкого перечня свойств и условий работы.

2. Из текста диссертации не совсем ясно, какое количество параллельных опытов выполнялось в случае оценки интенсивности изнашивания композиционных материалов.

3. В подразделе 4.1 указано, что *«устанавливались закономерности влияния на указанные характеристики таких факторов контактирования как скорость скольжения, прилагаемая нагрузка, вид и количество смазочного материала, а также степень загрязнения зоны фрикционного контактирования образцов абразивными частицами...»*. Однако в тексте диссертации не приведены результаты оценки влияния вида и количества какого-либо смазочного материала на сопротивляемость изнашивания и величину коэффициента трения исследуемых объектов. А также не ясно, какой именно смазочный материал применялся в экспериментальных исследованиях. Следовало уделить внимание наиболее типичным пластичным смазкам, применяемым в шарнирных соединениях манипуляторов (например, карьерных экскаваторов, лесозаготовительных машин или другой тяжёлой техники).

4. Из текста автореферата не просматривается связь триботехнических параметров антифрикционных композиционных материалов с их структурой и свойствами.

5. Почему автор полагает, что только твёрдость влияет на износ, а другим физико-химическим параметрам уделяется меньшее внимание?

6. Во втором выводе к главе 6 указано, что в результате применения новых подшипников было обеспечено *«повышение межремонтного периода шарнирных узлов почти в 1,4-1,6 раза»*. Предпринималась ли попытка при расчёте экономической эффективности от внедрения результатов работы связать повышение межремонтного периода шарнирных узлов с показателями работы ремонтной службы предприятия, и с повышением производительности работы технологических машин? И если не предпринималась, то почему? На наш взгляд именно такая оценка позволила бы ещё более подчеркнуть экономическую эффективность от внедрения результатов работы.

7. Автор утверждает, что при эксплуатации шарнирных соединений температура в зоне трения играет важную роль и влияет на триботехнические характеристики деталей пар трения скольжения. Однако скорости в шарнирных соединениях сравнительно малы. Оценивалась ли температура при таких скоростях и является ли она критичной для условий работы таких триботехнических пар?

8. В работе отмечается большая роль в повышении износостойкости подшипников скольжения минимизация колебательных воздействий, разработаны методические основы исследований, однако результаты таких исследований в диссертации представлены фрагментарно и выглядят не вполне завершёнными.

9. При обработке результатов исследований было бы желательно выполнить ранжирование степени влияния факторов на получаемые значения коэффициента трения и выявить возможные пути его минимизации.

Приведенные выше замечания не меняют общей положительной оценки рассматриваемой работы.

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

Диссертационная работа Капустина Владимира Васильевича является законченной научно-квалификационной работой. В работе на высоком уровне с новыми научными и практическими результатами решена актуальная для теории и практики задача, связанная с повышением работоспособности шарнирных соединений манипуляторов технологических машин.


Все разделы диссертации взаимосвязаны и в полной мере отвечают поставленной цели диссертации. Это позволяет определить диссертацию как завершённую научно-исследовательскую работу, написанную автором единолично. Диссертацию характеризует внутреннее единство по существу представленного материала, стилю, квалификационному уровню изложения и качеству оформления. Опубликованные работы, автореферат, а также

отражают ее существо и соответствуют ей по содержанию, основным положениям и выводам.


Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям («Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.5.3 – «Трение и износ в машинах», 2.6.17 – «Материаловедение».

Диссертационная работа Капустина Владимира Васильевича, автореферат диссертации, а также отзыв ведущей организации рассмотрены и одобрены на расширенном заседании кафедры автомобильного транспорта ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» 21.07.2022 г., протокол № 11.


Заведующий кафедрой «Автомобильный транспорт», доктор технических наук, профессор


Юрий Владимирович
Рождественский

Профессор кафедры «Автомобильный транспорт», доктор технических наук, профессор


Елена Анатольевна
Задорожная

Заведующий кафедрой «Колесно-гусеничные машины», доктор технических наук, доцент


Константин Владимирович
Гаврилов

Сведения:

Адрес: Россия, 454080 Челябинск, Проспект Ленина, 76.


ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет).

Сайт: www.susu.ru

Тел./факс: +7 (351) 267-99-00

Эл. почта: info@susu.ru

*Подпись
удостоверяю*


НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА КАДРОВ
РАБОТНИКОВ УНИВЕРСИТЕТА
СТАРИКОВА Е. А.