

но испытываемой трибосистемы и уровнем напряженности МП до полного насыщения. Разработана методика оценки уровня напряженности магнитного поля, создаваемого намагничивающими установками на различных режимах намагничивания, с помощью серийного толщиномера со специальным датчиком. Принцип работы прибора основан на измерении коэрцитивной силы.

Для ферромагнитных материалов, являющихся элементами трибосопрежений, основное влияние на процессы трения и изнашивания оказывает остаточная намагниченность, усиливаемая доменами. Именно остаточная намагниченность формирует магнитострикционные упругие напряжения, масштабы образования и движения дислокаций, ответственных за пластические свойства поверхности трения. Однако влияние технологии воздействия МП на уровень остаточной намагниченности не выяснено. Поэтому предполагается контроль и измерение остаточной намагниченности образцов с помощью магнитометра.

Исследований о влиянии МП на снижение трения проведено недостаточно, тем более в лабораторных условиях. Сила трения влияет на износ, так как участвует в нагружении локального контакта, находящегося в пластическом состоянии на стадии отделения частиц износа. Поэтому разработана комплексная методика проведения испытаний на модернизированной машине трения с измерением не только величин износа, но и момента трения и температуры трения в ходе испытаний в различных кинематических и нагруженных условиях на образцах ряда трибоматериалов с различной геометрической формой.

ЦИКЛИЧЕСКАЯ ТЕРМООБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ОБОДА КОЛЕС

Долгов В.Б., Горелов А.Ю., Фоменков С.А.

Муромский институт Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Муром, e-mail: mivlgu@mail.ru

Индукционная термообработка обеспечивает повышение долговечности колесных пар за счет стабилизации твердости поверхностного слоя металла на поверхности катания в диапазоне 340...380 НВ без существенного изменения других физико-механических характеристик металла. Разработанный новый способ термообработки имеет целью повысить износостойкость металла за счет формирования мелкозернистой структуры стали в сочетании с остаточными напряжениями сжатия в поверхностном слое металла. Цель достигается термочиклической обработкой с ускоренным охлаждением до начала промежуточного структурного превращения. Выбор времени начала ускоренного охлаждения при первых двух циклах термообработки по абсолютному значению величины остаточных напряжений необходим для минимума градиента фазовых и термических напряжений в поверхностном и нижележащем слоях. Третий цикл термообработки еще больше измельчает зерно, а выбор времени начала ускоренного охлаждения, исходя из условий получения сжимающих остаточных напряжений, также дополнительно повышает сопротивление колесной стали износу и образованию дефектов контактно-усталостного происхождения. На основании теории дробления зерна процесс измельчения подчиняется зависимости:

$$K_{др} = K_{др1}^{K_{ц}}$$

где $K_{др}$ – коэффициент дробления зерна при циклической термообработке; $K_{др1}$ – коэффициент дробления зерна при первом цикле термообработки; $K_{ц}$ – количество циклов термообработки. Однако, как показали проведен-

ные исследования, процесс дробления зерна, при данных условиях нагрева и охлаждения, резко замедляется после третьего цикла термообработки, поэтому введение последующих циклов является нецелесообразным. Таким образом, в результате тройной индукционной термообработки, происходит существенное измельчение зерна перлита (в 8...12 раз), в поверхностном слое формируются остаточные напряжения сжатия, а износостойкость упрочненного слоя повышается.

ВИБРАЦИОННЫЕ НАГРУЗКИ И ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ КОЛЕСНЫХ ПАР

Змеев Д.А., Лазуткина Н.А.

Муромский институт Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Муром, e-mail: mivlgu@mail.ru

Производительность локомотивной откатки и технической уровень подземного транспорта в значительной мере определяется надежностью работы и долговечностью узлов и составляющих элементов подвижного состава. Опыт эксплуатации показывает, что конструкции отдельных узлов и элементов вагонеток и секционных поездов обладают недостаточной надежностью. Основными признаками отказа колеса являются: Заклинивание подшипников; разрегулировка или разрушение подшипника; появление трещин на ребрах жесткости или на задней стенке; откол или выкрашивание части обода; чрезмерный износ реборды или бандажа.

На величину динамических нагрузок, действующих на колесную пару, в первую очередь, оказывают влияние качество виброизоляции подвески колеса, подшипника и колесной пары в целом, наличие волнообразного износа и превышение стыков рельс, микро- и макронеровностей на поверхности катания колес, эксцентриситет, дисбаланс и овальность колеса. Для улучшения показателей надежности и повышения долговечности деталей колеса можно рекомендовать, на основе сделанного анализа, следующие основные направления их модернизации: устранение или уменьшение динамической составляющей нагрузки (проточка бандажей колес по ободу катания, центрирование и устранение эксцентриситета колес); разработка и внедрение средств виброизоляции бандажа от ступицы колеса; изыскание и разработка конструкции виброизоляции обойм подшипников.

Сама конструкция подшипникового узла и применимые типы подшипников не удовлетворяют требованиям практики в связи с ростом нагрузок на колесную пару и скоростей движения вагонеток. Представляется целесообразным разработка специального подшипника. Вместо подшипников качения подшипники скольжения из антифрикционного материала на основе железного порошка. При совершенствовании подвески колесной пары необходимо устранить свободный ход осей в пазах, увеличить упругий ход виброизоляторов подвески до 30-35 мм, обеспечивая этим постоянный контакт колес с рельсами.

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕЛКОМОДУЛЬНЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

Кабанов С.Е., Павлов С.О., Бобенин А.С.

Муромский институт Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Муром, e-mail: mivlgu@mail.ru

Одним из путей увеличения надежности и ресурса изделий является разработка новых и совершенствование существующих методик расчета

и проектирования. В полной мере это относится к мелко модульным зубчатым передачам приводов. При этом устанавливаются структура и методы проектировочного и проверочного расчетов мелко модульных зубчатых передач, входящих в состав кинематической цепи привода и отвечающих представленным выше требованиям. Выбор структуры кинематической цепи производится с учетом требований, предъявляемых к приводу, на основании анализа области рационального существования передач различных типов. Проектировочный и проверочный расчет зубчатых передач производится, исходя из обеспечения их работоспособности по критерию изгибной выносливости зубьев. Структура расчета соответствует ГОСТ 21354-87. Дополнительно производится проверочный расчет зубчатых передач на долговечность, который выполняется по критерию износостойкости. Ресурс зубчатых передач оценивается отношением предельно допустимого износа к скорости изнашивания зубьев. Для мелко модульных приводов, работающих с возобновляемым смазыванием, дополнительно производится расчет периодичности нанесения пластичного смазочного материала. Он сводится к оценке промежутка времени, в течение которого уменьшение количества смазочного материала в контакте не приводит к резкому увеличению скорости изнашивания зубьев. Значения параметров, входящих в расчетные зависимости, принимаются с учетом специфики проектирования и функционирования мелко модульных зубчатых передач. Разработанная методика используется в ряде конструкторских бюро при проектировании приводов общего и специального назначения.

ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ С ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКОЙ

Калараш Е.В., Коленкин А.В., Кокурятов С.М.

*Муромский институт Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых,
Муром, e-mail: mivlgu@mail.ru*

За счет применения подшипников качения сухого трения может быть обеспечена работоспособность оборудования в условиях высоких температур и запыленности. Подшипниковой промышленностью освоено производство подшипников качения с антифрикционным наполнителем (АФЗ). Подшипник с АФЗ представляет собой обычный радиальный однорядный шарикоподшипник, в котором пространство заполняется антифрикционным материалом в пластичном состоянии.

В данной работе предложен оригинальный антифрикционный материал на основе графита с упрочняющими добавками в составе: олово, медь, свинец, кокс, сажа, резиновая крошка, смягчитель и связующее в определенном процентном соотношении.

Частицы антифрикционного материала на основе графита с упрочняющими добавками имеют трехслойное строение: графит – добавки – графит. Связи графит – графит менее прочны, чем графит – добавки. В этих сечениях образуются гладкие параллельные поверхности, характеризующиеся наименьшим сцеплением атомов. Поэтому по ним образуется расслоение минерала. При относительно смещении элементов подшипника отдельные слои частично проскальзывают друг по другу по плоскостям спайности, происходит разрыв связей графит – графит. Этим объясняется механизм смазочного действия твердой смазки.

Таким образом, самосмазывающая способность материала позволяет увеличить стойкость наполнителя к динамическим нагрузкам.

Одним из путей повышения долговечности подшипника с АФЗ является улучшение конструкции заполнителя с целью предотвращения его разрушения при изготовлении и эксплуатации подшипника.

Внедрение разработанных конструкций позволило расширить область применения подшипников с АФЗ, которые стали эксплуатироваться при частотах вращения до 1500 мин⁻¹, например, в центробежных насосах, электродвигателях, вентиляторах местного проветривания.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЙ ВИНТА НЕСООСНОГО ВИНТОВОГО МЕХАНИЗМА

Карев А.М., Галкин Д.А.

*Муромский институт Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых,
Муром, e-mail: mivlgu@mail.ru*

По мере расширения применения винтовых передач ужесточаются требования к снижению их массы, габаритных размеров, повышению КПД, надежности и долговечности. В обеспечении этих требований (наряду с изготовлением, выбором оптимальных расчетных материалов, термообработкой), решающая роль принадлежит совершенствованию методов расчета напряженного состояния винтовых поверхностей, сопрягаемых деталей.

Несоосные передачи являются усовершенствованной формой передач винт-гайка и в тоже время наиболее общим видом винтовых механизмов предназначенных для преобразования вращательного движения в поступательное включающем в себя большое число как схемных, так и конструктивных решений – внутреннего сопряжения витка с резьбой кольцевой гайки или внешнего сопряжения с резьбой одного или нескольких роликов. Отличительной особенностью несоосных винтовых механизмов, по сравнению с другими типами винтовых механизмов, является фрикционный характер передачи движения.

Данная работа посвящена построению математической модели расчета напряжений винта несоосного винтового механизма (НВМ) на основе экспериментальных данных. Экспериментальные данные напряжений получены по методу тензометрии. Проволочные датчики сопротивления наклеиваются на поверхность детали, имитирующий винт НВМ. С целью получения достоверных результатов проведено большое число опытов. Ошибка измерений при достаточно высоком коэффициенте тензочувствительности тензодатчиков (3,5), определенная на стадии тарировки составляет 5...8 МПа. Эта величина не более 7...12% от измеряемой величины, что допустимо.

Построение математической модели напряжений от действующих сил проводилась с использованием степенных полиномов.

Получена математическая модель расчета экспериментальных напряжений винта НВМ. Может использоваться для расчета винтовых механизмов валов.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ ЗУБЬЕВ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

Карелин Е.Н., Никифоров М.Э., Тигин А.В.

*Муромский институт Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых,
Муром, e-mail: mivlgu@mail.ru*

Для исследования изнашивания зубьев мелко модульных зубчатых передач использовались специально разработанные стендовые установки, по-