

полимерами, и совершенствуются конструктивные исполнения узлов трения из них. Преимущество самосмазывающейся прессованной древесины – отсутствие химического сродства с материалами вала, хорошая прирабатываемость, мягкие продукты износа, возможность эффективной смазки водой или другими жидкостями, являющимися рабочей средой в машине.

Принцип работы заключается в том, что при увеличении нагрузки на подшипник скольжения длинные цепные макромолекулы полимера, поступающие в контактную зону из капилляров древесины, переходят в ориентированное состояние, а следовательно, повышается прочность граничного смазочного слоя. И при достижении значительных нагрузок, когда макромолекулы приобретают наибольшую ориентацию, вступают в действие Ван-дер-Ваальсовы силы отталкивания, которые действуют на очень малых расстояниях между молекулами. А это значит, что с ростом нагрузки сопротивление относительноному перемещению макромолекул полимера падает, а коэффициент трения снижается. Следовательно, на контактных поверхностях образуются вторичные структуры, так называемые рабочие слои, обладающие высокой прочностью, значительной несущей способностью и деформативностью.

Из-за значительного размера молекул полимера, степень полимеризации которых составляет 10^3 – 10^6 , межмолекулярные силы в граничном слое очень велики. Для разрушения такого слоя необходимо приложить большие сдвиговые усилия, которые и обеспечивают высокую работоспособность древесины в режиме самосмазки в широком интервале температур и нагрузок. Кроме того, сформированные полимерными макромолекулами граничные (рабочие) слои на трущихся поверхностях предотвращают прямой контакт древесины с контртелом.

Такие антифрикционные материалы работоспособны в режиме самосмазки при p_v до 3,5 МПа·м/с, износостойки и по долговечности в 2,5–15 и более раз превосходят все известные антифрикционные материалы, работающие даже при смазке в идентичных условиях.

УДК 621.763

КОМПОЗИЦИОННОЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ УЗЛОВ ТРЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

В. А. СТРУК, В. И. КРАВЧЕНКО, Г. А. КОСТЮКОВИЧ

Гродненский государственный университет

Нанесение на поверхности трения шлицевого соединения покрытия на основе фосфатов металлов обеспечивает достаточную износостойкость и ресурс работы передач. Вместе с тем, отмечалось, что многостадийная технология формирования твердосмазочного покрытия достаточно трудоемка и требует точного соблюдения технологических режимов. Представляется экономически целесообразной разработка композиционного покрытия, наносимого за один технологический цикл из ванны, содержащей компоненты различного функционального назначения. Для исследований использовали фосфатирующие составы на основе солей железа и марганца с соответствующими ускорителями согласно. В качестве функционального компонента, ускоряющего формирование фосфатного слоя применяли терморазлагающуюся соль – формиат меди $\text{Cu}(\text{HCOO})_2$. Введение в состав фосфатирующей ванны соли меди приводит к формированию медьсодержащей пленки с повышенной стойкостью к задиру, вследствие более высокой пластичности медных частиц по сравнению с соединениями железа (мартенситом и ферритом). В состав ванны дополнительно введена сульфидная смазка в виде графита или дисульфида молибдена, которая, закрепляясь в микронеровностях медьсодержащей фосфатной пленки, формирует пленку со свойствами знакопеременного переноса.

Для обеспечения устойчивости образования покрытия к реверсивному движению в состав покрытия добавляют водорастворимый олигомер смолы МФС и эмульгатор, обеспечивающий устойчивость состава в течение технологического цикла изготовления деталей шлицевой передачи. В качестве комплексообразователя используют алифатические амины, соли аминокислот и др. соединения. Комплексообразователи подобного состава образуют на поверхности трения адсорбционную пленку, снижающую интенсивность коррозионно-механического изнашивания. Варьирование компонентов состава для комплексной обработки осуществляли в широком диапазоне концентраций. Обработку рабочих поверхностей деталей трения производили при температуре 348–353 К. Время обработки составляет 10–15 мин. После формирования покрытия образцы промывали проточной

водой и высушивали при свободной циркуляции воздуха при температуре 383 К. Толщина модифицирующего покрытия составляет 10-20 мкм. Триботехнические испытания покрытий проводили на машине трения типа СМТ по схеме «вал-частичный вкладыш». Исследования свидетельствуют о высокой эффективности разработанных покрытий при трении, как без внешней смазки, так и со смазкой. Разработанное покрытие эффективно при применении в паре полимерным покрытиям на сопряженной поверхности детали шлицевого соединения. Нагрузочно-скоростные факторы $[pV]$ и $pV25$ в этом случае увеличиваются более чем в 2 раза. Очевидно, композиционные покрытия препятствуют развитию термоокислительных процессов, которые вносят весомый вклад в изнашивание полимерных материалов, особенно алифатических полиамидов. Подтверждением этому служат данные ДТА, свидетельствующие о снижении термоокислительных процессов в модельных системах «ПА6 – фосфатированная сталь 45» по сравнению с системами «ПА6 – сталь 45». Оптимизация состава покрытия по критериям износостойкости и коэффициента трения позволила осуществить выбор компонентов, обеспечивающих высокую технологичность и эксплуатационную долговечность. Разработанное покрытие рекомендовано для применения в новых конструкциях карданных передач повышенной надежности.

УДК 621. 822

УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Ю. Д. ТЕРЕШКО

Белорусский государственный университет транспорта

Сравнительный анализ производительности и экономических показателей процессов восстановления показывает, что для повышения износостойкости пары трения вал – втулка наиболее целесообразно использовать магнитно-электрическое упрочнение с последующей контактной магнитно-электрической обработкой. Магнитно-электрическое упрочнение вала производили на установке, позволяющей обрабатывать цилиндрические детали.

Электрод-инструмент, выполненный в виде зубчатого колеса, приводили во вращение с частотой 80 об/мин, а вал перемещали вручную. Одновременно включали пульсирующий технологический ток силой 70 А и напряжением до 20 В и постоянный ток электромагнита силой до 2 А и напряжением 20 В, а из бункера в рабочий зазор между электродом-инструментом и валом подавали ферробор с размером зерна 0,3–0,4 мм. Зерна ферробора, попадая в рабочий зазор, замыкают цепь электрод-вал и под действием энергии и импульсов технологического тока оплавляются и расплавляются. Расплав ферробора является проводником электрического тока, находящимся во внешнем магнитном поле. При этом магнитное поле совпадает по направлению с электрическим полем, поэтому на дрейфовое движение заряженных частиц оно не оказывает влияния.

Для исследования структуры формируемых ферромагнитных покрытий и твердости поверхностного слоя были проведены металлографические анализы испытания на микротвердость с помощью микроскопа МЦМ-7 и микротвердомера ПМТ-3.

В результате металлографических исследований установлено, что в структуре поверхностного слоя можно выделить следующие зоны: борированный слой, линия спая, переходной (диффузионный) слой, основной металл. При этом в борированном слое на отдельных участках просматриваются микропоры и игольчатая структура кристаллов, вытянутых перпендикулярно поверхности образца и переходящих в округлую форму к линии спая.

Данная технология применялась при восстановлении плунжерных пар тепловозов и была успешно апробирована на плунжерной паре действующего магистрального тепловоза Т-3.