

имеет множество микротрещин и микропор. При обработке исходного волокна ФСО происходит сглаживание поверхности, значения высотной характеристики уменьшились с $R_a = 134,3$ до $R_a = 122,0$ нм. Исходя из данных фазового контраста покрытие является не сплошным, не однородно по жесткости, имеются области локального упрочнения. Предварительная обработка полиамидного волокна коронным разрядом приводит к возрастанию значений высотной характеристика с $R_a = 134,3$ нм до $R_a = 150$ нм. Наблюдается образование протяженных и глубоких трещин, количество мелких трещин уменьшается. Обработка данного волокна фолеоксом Ф-1 привела к уменьшению значений высотной характеристики $R_a = 138$ нм. Морфология сформированного покрытия имеет развитый характер. Снимок фазового контраста показал неоднородность по жесткости данного покрытия. Изменение морфологии поверхностных слоев волокон оказывает влияние на их прочностные характеристики. Проведенные исследования по определению предела прочности при растяжении показали возрастание прочностных характеристик на 28–39 % по сравнению с исходным волокном.

УДК 678.01.004.62/63

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

С. В. ПЕТРОВ

Белорусский государственный университет транспорта

На машине трения СМТ-1 по схеме вал–вкладыш исследовались исходные (маслобензостойкая резина 3826) и модифицированные резиновые вкладыши. Модифицирование осуществлялось методом электронно-лучевого диспергирования исходного полимера в вакууме по следующим режимам (таблица 1).

Таблица 1

Режим обработки	Эффективная толщина слоя, мкм	Состав покрытия	Технологические особенности процесса модифицирования
1	0,8–1,2	ПТФЭ	Осаждение из активной газовой фазы, образованной диспергированием ПТФЭ
2	1,2–1,6	ПТФЭ+ПУ (соотношение компонентов 1:1)	Осаждение из активной газовой фазы, образованной диспергированием смеси ПТФЭ+ПУ
3	1,2–1,6	ПТФЭ+ПУ (соотношение компонентов 2:1)	Покрытие образовано диспергированием смеси ПУ+ПТФЭ, осаждением слоя ПТФЭ
4	1,4–1,8	ПТФЭ+ПУ	Покрытие образовано диспергированием ПУ, затем осаждением слоя ПТФЭ

По результатам экспериментов установлено, что наименьший износ среди резинометаллических трибосопряжений, имеющих на поверхности РТИ тонкое, вакуумное, полимерное одно- или многослойное покрытие, наблюдается у пар трения с покрытием, полученным по режиму 3. При мягких режимах ($P = 0,1–0,2$ МПа, $V = 0,1–0,3$ м/с) значение износа у пар с данным покрытием значительно ниже, чем у исходных пар и пар с другими вакуумными покрытиями (режим 1, 2, 4). При дальнейшем ужесточении режимов трения ($P > 0,3$ МПа, $V > 0,5$ м/с) эффект от модифицирования у пары с покрытием, полученным по режиму 3, почти не снижается, тогда как у остальных модифицированных пар эффект от модифицирования значительно уменьшается.

С учетом суммарного изменения момента трения и износа исходных и модифицированных резинометаллических пар трения можно отметить, что модифицированная пара трения сталь–резина с покрытием, полученным по режиму 4, значительно снижает момент трения в достаточно широком диапазоне скоростей и нагрузки. Однако износ у данной пары достаточно велик, особенно это в диапазоне скоростей и нагрузки. Однако износ у данной пары достаточно велик, особенно это заметно при ужесточении работы узла трения, когда износ модифицированной пары трения ненамного меньше износа исходной пары. Пары трения с резинами, модифицированными по режимам 1, 2, работоспособны только при мягких режимах.

Отмечено, что модифицирование резин стабилизирует процессы трения и обеспечивает высокую работоспособность резинометаллических пар при линейном износе РТИ более 50–70 мкм, что объясняется образованием диффузионного модифицированного слоя и возможным изменением свойств поверхности контртела.

Основные эксперименты проводились на машине трения СМТ-1 по схеме вал-вкладыш. Работа резины по данной схеме отличается от работы резинометаллических узлов трения, поэтому были проведены оценочные эксперименты на реальных парах. Данные, полученные на стенде, качественно подтвердили результаты исследований, полученных на машине трения.

На основании экспериментов предложены оптимальные режимы эксплуатации резинометаллических трибосопряжений с различными покрытиями. Рекомендуется использовать однослойные покрытия из ПТФЭ в малонагруженных, низкоскоростных узлах трения со скоростями скольжения до 0,1...0,5 м/с и давлением в зоне контакта до 0,15 МПа – в среде дизельного топлива и до 0,2 МПа – в среде масла. Многослойное покрытие ПУ+ПТФЭ целесообразно использовать в узлах трения, работающих со скоростью скольжения до 0,5 м/с – в среде дизельного топлива и до 1,1 м/с – в среде масла, при нагрузке до 0,25 МПа – в среде дизельного топлива и до 0,35 МПа – в среде масла. Комбинированные покрытия ПУ+ПТФЭ(1:1) и ПУ+ПТФЭ(1:1)+ПТФЭ работоспособны при нагрузках до 0,3 МПа – в среде дизельного топлива и до 0,4 МПа – в среде масла, и скоростях скольжения до 0,4–0,5 м/с – в среде дизельного топлива и до 1–1,1 м/с – в среде масла. Причем покрытие ПУ+ПТФЭ(1:1) целесообразно использовать с целью обеспечения постоянства линейных размеров, тогда как применение покрытий ПУ+ПТФЭ(1:1) +ПТФЭ позволяет продолжительное время поддерживать постоянство момента трения.

УДК 625.08

СИСТЕМА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ СКРЕПЕРА

М. Э. ПОДЫМАКО

Могилевский государственный технический университет

Движение скрепера в транспортном режиме сопровождается относительными колебаниями моста и подмоторной рамы. Система энергосбережения (СЭ) накапливает энергию этих колебаний и направляет ее на создание дополнительного крутящего момента на валу ДВС. Тем самым снижается потребление топлива двигателем. СЭ состоит из гидроцилиндров, установленных в подвеску скрепера вместо амортизаторов, предохранительных и обратных клапанов, дросселей, накопителя энергии (гидропневмоаккумулятора (ГПА)), двухпозиционного распределителя с электромагнитным управлением и реле давления. Работает СЭ следующим образом. Перемещение моста относительно подмоторной рамы в процессе движения скрепера вызывает перемещение поршней гидроцилиндров, которые выдавливают жидкость попеременно из штоковой и поршневой полостей через дроссели и обратные клапаны в ГПА. При полной зарядке ГПА срабатывает реле давления, и на электромагнит двухпозиционного распределителя подается сигнал на перемещение золотника в рабочее положение. При включении распределителя жидкость из ГПА направляется на вход насосов гидросистемы скрепера, создавая на их валах дополнительный крутящий момент.

Для анализа работы СЭ составлена ее математическая модель, учитывающая основные свойства элементов системы. При составлении математической модели СЭ рассматривалась как совокупность дискретных участков, состоящих из инерционных, упругих и диссипативных элементов. Инерционными элементами являются механические элементы (поршни гидроцилиндров и ГПА, мост скрепера) и жидкость на участках СЭ. Упругие элементы учитывают упругие свойства гидравлической жидкости (за счет растворенного в ней воздуха), стенок трубопроводов и гидроаппаратов. Диссипативные элементы учитывают потери на механическое и гидравлическое трение между элементами СЭ.

Основным параметром, определяющим эффективность применения СЭ, является величина дополнительной мощности (крутящего момента) на валу ДВС. Однако следует иметь в виду, что СЭ представляет собой не только дополнительный источник энергии, но и дополнительное сопротивление в подвеске скрепера и оказывает влияние на его колебательные свойства. Поэтому одним из моментов, на который необходимо обратить внимание, является влияние СЭ на вибронегруженность оператора. В качестве показателя вибронегруженности оператора рассматривалось среднеквадратичное вертикальное ускорение оператора в 3-й октаве. В дорезонансной и зарезонансной зонах колебаний скрепера величина дополнительной мощности, создаваемой СЭ, составляет 4–8