

Экспериментальная оценка возможностей новой триботехнологии для подшипников скольжения

В последние годы для мощных тепловозных и тракторных дизелей существенно возросло использование биметаллических подшипников скольжения с алюминийволовянным антифрикционным слоем. Однако имеющиеся случаи повреждений в переходных и неустановившихся режимах работы, в условиях пуска-останова показали, что для новых подшипников с антифрикционным слоем из алюминийволовянного сплава желательны более высокие задиростойкость и усталостная прочность. Также в период послеремонтной обкатки дизелей случаев задира для этих подшипников больше, чем для подшипников, имеющих медносвинцовый слой.

В настоящее время для трибосистем широко используются триботехнологии, реализующие возможности придания поверхностям трения требуемых свойств за счет определенных технологических воздействий. При этом новый комплекс свойств формируется в результате создания модифицированного поверхностного слоя.

Целью работы является экспериментальная оценка возможностей деформационно-термической триботехнологии для подшипников скольжения, совместимой с условиями капитального ремонта дизелей.

Экспериментальное исследование проводилось на плоских образцах антифрикционных материалов: баббита Б83 и алюминийво-оловянного сплава АО20-1, которые применяются в тепловозных дизелях различных серий.

Первый этап модифицирования трибоповерхности образца антифрикционного материала осуществлялся путем накатывания роликом с использованием специального нагрузочно-деформирующего устройства. Опытные значения нагрузок накатывания назначались из условия отсутствия разрушения материала в поверхностном слое на основе теоретического анализа всех возможных напряженно-деформированных состояний и специальных опытов.

Второй этап модифицирования обусловлен природой явлений возврата, происходящих от нагрева при трении. Температура начала возврата (отдыха) ниже 0,2 от температуры плавления материала. Такая температура в тонком поверхностном слое основы сплава достижима при трении с относительно невысоким контактным давлением. Поэтому второй этап модифицирования осуществлялся на машине трения при малой внешней нагрузке.

Оценка результатов модифицирования проводилась по уровню приобретенных триботехнических свойств и реализованных при трении в одинаковых условиях, имитирующих тяжелый режим работы. Трению подвергались базовые (немодифицированные) и модифицированные образцы антифрикционных сплавов АО20-1 и Б83 по схеме «ролик-плоскость» при смазывании дизельным маслом. Испытания осуществлялись на лабораторном триботехническом комплексе, состоящем из модернизированной машины трения и контрольно-измерительной аппаратуры. В процессе трения непрерывно измерялись и регистрировались с помощью самописцев момент трения и температура трения. Величина износа оценивалась по ширине лунки на плоском образце, образованной трением о цилиндрический ролик.

При трении по схеме «ролик-плоскость» условия соприкосновения трущихся поверхностей соответствуют контакту цилиндра с конформной лункой на плоскости, увеличивающейся по глубине и ширине за счет изнашивания и пластического деформирования. Происходящее при этом увеличение площади контакта конформных поверхностей воспроизводит процесс макроприработки, характеризующийся повышением контурной площади контакта A_c . При этом размеры локального пластического контакта по вершинам микронеровностей, представляющего фактическую площадь контакта A_r , также увеличиваются. Учитывая, что увеличение A_r происходит исключительно за счет увеличения ширины лунки, с достаточной точностью можно принять отношение A_r/A_c постоянным для всех ступеней возрастающей нагрузки. Отсюда следует, что рост опытных значений контурного давления q не может быть обусловлен ни чем, кроме роста величины давления текучести поверхностного слоя.

Секция 18. Техносферная безопасность

Такой вывод подтвердился изменением микротвердости HV с ростом действующего контурного давления для сплава АО20-1. Микротвердость измерялась путем внедрения алмазного наконечника микротвердомера ПМТ-3М (пирамиды Виккерса) непосредственно в поверхность трения в середине лунки. Установлено, что за весь цикл повышения нагрузки вплоть до максимального значения повышение HV (пропорциональное пределу текучести) довольно значительно. Однако действующее давление q (и, следовательно, текущая несущая способность) для модифицированного образца весь период испытания существенно превышала действующее давление для базового образца. Поэтому оставалась невыясненной природа создания накатыванием более высокого значения контурной несущей способности для модифицированного образца.

Для ее раскрытия проводилось изучение характера распределения HV по глубине поверхностного слоя методом «косого шлифа». Оказалось, что для модифицированного образца характерно более глубокое распространение фрикционного упрочнения (рис. 1). Следовательно, более высокую несущую способность модифицированного образца обеспечивал более увеличенный, по сравнению с базовым образцом, объем материала, претерпевший пластическую деформацию при трении и, следовательно, фрикционное упрочнение. Отсюда следует, что несущую способность трибоповерхности обуславливает не только уровень давления текучести и наличие градиента сдвиговых сопротивлений, но и в значительной степени глубина фрикционного упрочнения.

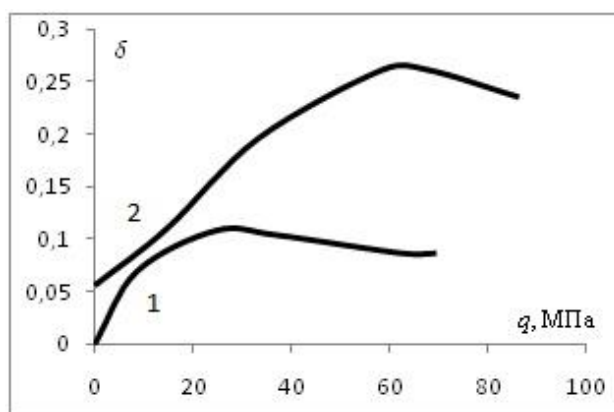


Рис. 1. Изменение глубины распространения фрикционного упрочнения δ поверхностного слоя от давления q для сплава АО20-1 (1 – базовый образец, 2 – модифицированный образец)

Опыты показали, что модифицированием достигнуто снижение износа до 3-х раз, сокращение длительности приработки до 3-х раз и повышение давления заедания до 1,5 раз.