

ВЛИЯНИЕ ПРОСКАЛЬЗЫВАНИЯ И ТИПА СМАЗКИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТРЕНИЯ

В. В. КОМИССАРОВ, Е. С. ГОЛОВИНА, М. В. КАРАСЬ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

При качении с проскальзыванием работают наиболее ответственные системы контактного взаимодействия, такие как колесо/рельс, подшипники качения, зубчатые передачи и многие другие. Данные системы, большинство из которых являются трибофатическими, с целью уменьшения потерь на трение эксплуатируются, как правило, в смазочных средах. В этой связи целью работы было изучение влияния проскальзывания, начиная от чистого качения и заканчивая практически скольжением (в диапазоне от 0 до 80%), и вида смазки на изменение характеристик сопротивления контактной и контактно-механической усталости.

При изучении влияния проскальзывания на изменение характеристик трения пары сталь 25ХГТ/сталь 25ХГТ (без смазочного материала и с использованием смазки маслом марки ТАД-17И) были получены результаты (рисунок 1), анализ которых показал, что при испытаниях без смазки степень проскальзывания существенно изменяет коэффициент сопротивления качению. Его величина при изменении степени проскальзывания от 0 до 10–15% увеличивается с 0 до 0,8–0,85, а затем, при проскальзывании порядка 60–70% – снижается до 0,44–0,48. В то же время для величины сближения осей наблюдаются следующие закономерности: чем больше проскальзывание, тем больше сближение осей. При этом изменение сближения осей тем больше, чем больше время на ступени при постоянном проскальзывании. При $\Delta t = 1$ мин сближение осей возрастает от 0 до 20 мкм, при $\Delta t = 5$ мин – от 0 до 160 мкм, а при $\Delta t = 10$ мин – от 0 до 200 мкм. Крутящий момент зависит от количества циклов следующим образом: сначала происходит его повышение до 5,6 Н·м (седьмая ступень изменения проскальзывания – 15%), а затем – снижение. При этом максимальное значение момента трения и величина его дальнейшего снижения не зависят от времени на ступени при постоянном проскальзывании.

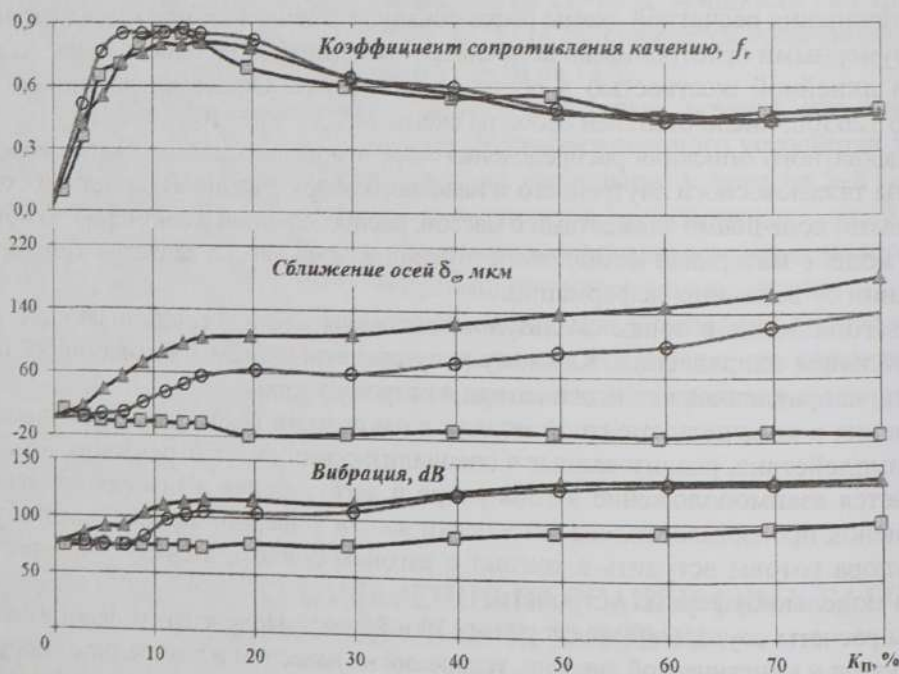


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента сопротивления качению, вибрации и сближения осей от степени проскальзывания (трение без смазки)

При трении со смазкой в условиях проведенных экспериментов не обнаружено влияния проскальзывания и времени на ступени нагружения при постоянном проскальзывании на изменение величин: коэффициента сопротивления качению, сближение осей и крутящего момента.

При изучении влияния смазочных материалов (консистентной графитовой смазки и жидкого трансмиссионного масла «Нафтан ТИ 5-2») на изменение характеристик трения и изнашивания в трибофатической

системе сталь 18ХГТ/сталь 18ХГТ был проведен ряд испытаний на контактно-механическую усталость. Полученные данные показаны на рисунок 2. Для трансмиссионного масла (см. рисунок 2, а) получили, что при действии сжимающих циклических напряжений ($\sigma_a < 0$) величина сближения осей уменьшается на ~27 % по сравнению с испытанием на трение качения ($\sigma_a = 0$); при действии растягивающих циклических напряжений ($\sigma_a > 0$) величина сближения осей увеличивается на ~23 % по сравнению с испытанием на трение качения ($\sigma_a = 0$). Величина коэффициента сопротивления качению для всех трех типов испытаний уменьшается. При этом его значение в трибофатических системах выше аналогичного коэффициента сопротивления качению в паре трения. В частности, при $F_N = 1000$ Н в трибофатической системе при $\sigma_a = 500$ МПа коэффициент сопротивления качению $f_c = 0,096$; при $\sigma_a = -500$ МПа $f_c = 0,095$; а для пары трения при $\sigma_a = 0$ $f_c = 0,094$. При графитовой смазке (рисунок 2, б) наблюдаются те же закономерности, что и у предыдущего масла, за исключением того, что величина сближения осей уменьшается в 2 раза, а значения коэффициента сопротивления качению – приблизительно в 1,5 раза. Это связано с лучшими свойствами данной консистентной графитовой смазки, которые оказывают положительное влияние на изменение характеристики трения и изнашивания испытуемой трибофатической системы.

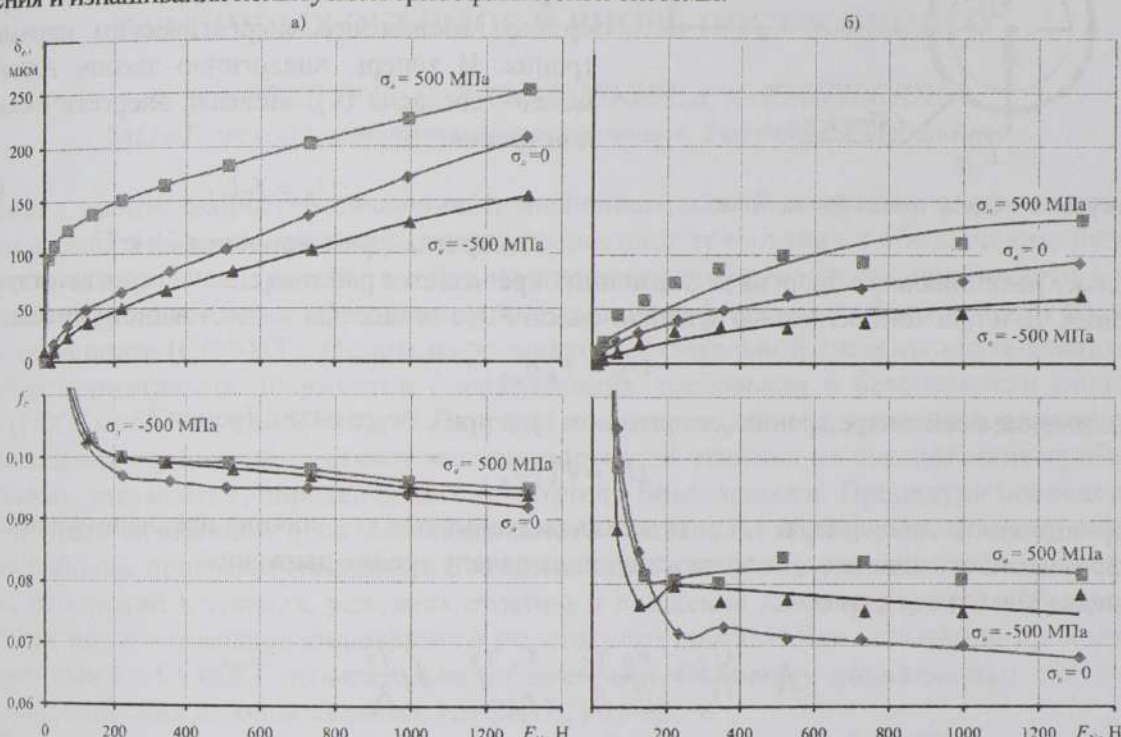


Рисунок 2 – Зависимости сближения осей и коэффициента сопротивления качению от величины контактной нагрузки при использовании трансмиссионного масла (а) и графитовой смазки (б)

Полученные результаты позволяют ставить и решать задачу регулирования долговечности и надежности различных узлов машин и оборудования путем рационального подбора: степени проскальзывания, вида смазочного материала (консистенция, вязкость, температурный диапазон работы), способа его подачи в зону трения, величины и знака действующих циклических напряжений в трибофатических системах.

УДК 620.178.162, 620.178.169

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ

В. В. КОМИССАРОВ, Л. А. СОСНОВСКИЙ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В литературе неоднократно высказывалось мнение, что коэффициент трения (как и закон трения) имеет энергетическое содержание [1, 2]. Однако, по имеющимся сведениям, оно до сих пор не было формализовано. Ниже делается попытка восполнить этот пробел. Рассмотрим, например, энергетическую постановку в узле с трением качения (рисунок 1).