

ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ В ПОДШИПНИКАХ СКОЛЬЖЕНИЯ С УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И НАГРУЗКИ

Роцин М.Н.

*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук,
Москва*

Ключевые слова: трение, коэффициент трения, нагрузка, скорость, испытания, температура, контактное давление.

Аннотация. Трибологические испытания показали, что в диапазоне нагрузки 0,3-1,0 МПа коэффициент изменяется не значительно. При нагрузке 1,0 МПа и температуре 400°C коэффициента трения больше в 4,8 раза, а при температуре 500°C коэффициента трения больше в 6 раз, чем при температуре 300°C. В рабочем диапазоне температур 400...500°C изменение коэффициента трения при нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,05 м/с находится в диапазоне 0,24-0,36. Для обеспечения работоспособности и эффективного использования УУКМ в окислительной среде при эксплуатации пар трения необходимо использование защитных покрытий или же модификация поверхности трения, предотвращающих взаимодействие углерода с кислородом окружающей среды.

CHANGE IN THE COEFFICIENT OF FRICTION IN SLIDING BEARINGS WITH CARBON-CONTAINING MATERIALS FROM TEMPERATURE AND LOAD

Roshchin M.N.

*Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences,
Moscow*

Keywords: friction, coefficient of friction, load, speed, testing, temperature, contact pressure.

Abstract. Tribological tests have shown that in the load range of 0,3-1,0 MPa, the coefficient does not change significantly. At a load of 1,0 MPa and a temperature of 400°C, the coefficient of friction is 4,8 times greater, and at a temperature of 500°C, the coefficient of friction is 6 times greater than at a temperature of 300°C. In the operating temperature range of 400 ... 500°C, the change in the coefficient of friction at a load of 1,0 MPa and a speed of 0,05 m/s is in the range of 0,24-0,36. In order to ensure the operability and effective use of UCM in an oxidizing environment during the operation of friction pairs, it is necessary to use protective coatings or modification of the friction surface, preventing the interaction of carbon with oxygen of the environment.

Введение. Один из основных результатов трибологических испытаний – это определение коэффициента трения и износа трущихся пар. Если коэффициент трения устойчивый, оба материала обычно остаются неповрежденными, демонстрируя хорошую износостойкость. При значительном изменении коэффициента трения наблюдается увеличение износа. При повышенных температурах окружающей среды в узлах трения изменяется смазочная способность применяемой смазки. Конструктивные решения, выбор материалов пар трения, применением новых смазочных материалов и покрытий могут способствовать уменьшению тепловыделения в узле трения. Применяемые

способы должны способствовать уменьшению коэффициента трения, повышению антифрикционности пары трения [1]. Применение твердых смазочные покрытия так же может способствовать повышению антифрикционности поверхностей трения в условиях высоких температур [2]. При высоких температурах в узлах трения применяют углеродосодержащие композиционные материалы (УУКМ) [3]. Отсутствие триботехнических характеристик материалов УУКМ при высоких температурах сдерживает применение УУКМ в узлах трения.

Цель работы – изучить изменение коэффициента трения в подшипниках скольжения с углеродосодержащими материалами от температуры и нагрузки.

Материалы и оборудование. Трибологические испытания углеродосодержащего материала марки “Углекон-Г” при высокой температуре проводились в паре со сталью 40Х13. Трибологические испытания проводились на высокотемпературном стенде ВТМТ-1000, который обеспечивает режим трения образцов по пальчиковой схеме в интервале температур от +20 до +800°С при контактном давлении 0,3...1,0 МПа [4]. Схема испытаний «диск-палец» обеспечивает распространение данных испытаний на другие схемы подшипников скольжения. Температура образцов при испытаниях контролировалась термопарой хромель-алюмель с регистрацией на приборе ZET 7120. Испытания образцов проводились при скорости 0,05 м/с, нагрузки 0,22-1,0 МПа, температуре +300...+500°С. В процессе испытаний измерялись непрерывно температура на поверхности трения и момент трения. Испытания проведены в нормальных атмосферных условиях.

Результаты эксперимента. Пара трения при испытаниях: углеродосодержащего материала “Углекон-Г” – сталь 40Х13. В результате испытаний была установлена зависимость коэффициента трения от нагрузки 0,22-1,0 МПа, при скорости 0,05 м/с и температуре +300...+500°С (рис. 1). При увеличении нагрузки от 0,3 МПа до 1,0 МПа коэффициент трения изменяется не значительно. При нагрузке 0,3 МПа и температуре 400°С коэффициента трения больше в 4,17 раза, а при температуре 500°С коэффициента трения больше в 6 раз, чем при температуре 300°С. При нагрузке 1,0 МПа и температуре 400°С коэффициента трения больше в 4,8 раза, а при температуре 500°С коэффициента трения больше в 6 раз, чем при температуре 300°С. С увеличением температуры более 300 °С коэффициент трения резко возрастает. Рост коэффициента трения объясняется окислительными процессами углерода при высоких температурах. Для обеспечения работоспособности и эффективного использования УУКМ в окислительной среде при эксплуатации пар трения необходимо использование защитных покрытий или же модификация поверхности трения, предотвращающих взаимодействие углерода с кислородом окружающей среды. В рабочем диапазоне температур 400...500°С изменение коэффициента трения при нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,05 м/с находится в диапазоне 0,24-0,36.

Выводы. Трибологические испытания показали, что в диапазоне нагрузки 0,3 МПа-1,0 МПа коэффициент изменяется не значительно. При нагрузке 1,0 МПа и температуре 400°С коэффициента трения больше в 4,8 раза, а при температуре 500°С коэффициента трения больше в 6 раз, чем при температуре

300°C. В рабочем диапазоне температур 400...500°C изменение коэффициента трения при нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,05 м/с находится в диапазоне 0,24-0,36.

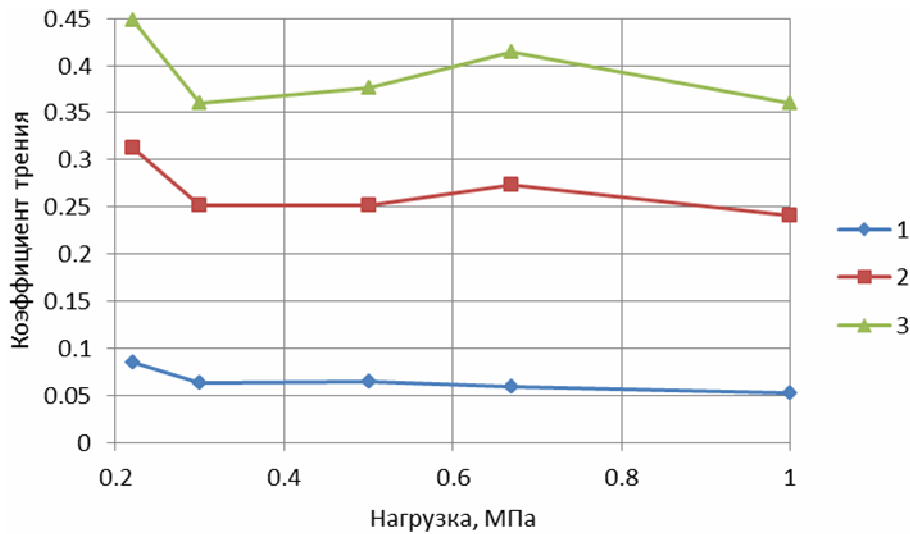


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от нагрузки пары трения “Углекон-Т”–сталь 30ХГСА при скорости 0,05 м/с и температуре, °С: 1 – 300; 2 – 400; 3 – 500

Для обеспечения работоспособности и эффективного использования УУКМ в окислительной среде при эксплуатации пар трения необходимо использование защитных покрытий или же модификация поверхности трения, предотвращающих взаимодействие углерода с кислородом окружающей среды.

Результаты, проведенных исследований, предназначены для использования при проектировании подшипников скольжения с углеродосодержащими втулками при высоких температурах.

Список литературы

1. Беркович И.И., Громаковский Д.Г. Трибология. Физические основы, механика и технические приложения: Учебник для вузов / Под ред. Д.Г. Громаковского. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2000. – 268 с.
2. Лесневский Л.Н., Ляховецкий М.А., Николаев И.А., Волосова М.А. Трибология многослойных композиционных твердых смазочных покрытий на сиалоне для использования их в узлах трения ГТД // Вестник УГАТУ. – 2022. – Т. 26, №2(96).– С. 13-23.
3. Новые материалы / Колл. авторов; Под науч. ред. Ю.С. Карабасова. – М.: МИСИС, 2002. – 736 с.
4. Roshchin M.N. High-temperature installation for testing composite ceramic materials on the friction and wear behavior // Journal of Physics: Conference Series. 2020, vol. 1515, p. 042050.

Сведения об авторе:

Роцин Михаил Николаевич – к.т.н., ведущий научный сотрудник.