

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2023-37-16-19>

ПОДШИПНИК СКОЛЬЖЕНИЯ С УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИМ МАТЕРИАЛОМ ПРИ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Рощин М.Н.

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

Ключевые слова: трение, коэффициент трения, нагрузка, скорость, испытания, поверхность, материал.

Аннотация. Приведены результаты трибологических испытаний углеродосодержащего материала “Углекон-Т” со сталью 40X13 в диапазоне температур 20...500°C, при нагрузке 0,22...1,0 МПа и скорости скольжения 0,25 м/с.

Материал “Углекон-Т” имеет хорошие трибологические свойствами при температуре 20...300°C, коэффициент трения изменяется в пределах 0,09-0,19. При увеличении температуры более 300°C коэффициент резко возрастает. Для уменьшения коэффициента трения на поверхность материала “Углекон-Т” необходимо наносить защитные покрытия или модифицировать поверхность трения.

SLIDING BEARING WITH CARBON-CONTAINING MATERIAL AT HIGH TEMPERATURE

Roshchin M.N.

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

Keywords: friction, coefficient of friction, load, speed, testing, surface, material.

Abstract. The results of tribological tests of carbon-containing material “Carbon-T” with steel 40X13 in the temperature range of 20...500 °C, with a load of 0,22...1,0 MPa and a sliding speed of 0,25 m/s are presented. The material “Carbon-T” has good tribological properties at a temperature of 20 ... 300°C, the coefficient of friction varies between 0,09-0,19. With an increase in temperature of more than 300°C, the coefficient increases sharply. To reduce the coefficient of friction on the surface of the material “Carbon-T” it is necessary to apply protective coatings or modify the friction surface.

Введение. Подшипники скольжения получили широкое распространение в высокотемпературных узлах трения. В условиях высоких температур требуется соблюдение особых условий для обеспечения работоспособности узлов трения исполнительных органов. При работе подшипники скольжения при высокой температуре создается дополнительное напряженное состояние узла трения. В паре вал-втулка при повышении температуры изменяются линейные размеры, при этом необходимо учитывать совместимость материалов пар трения. При высокой температуре ограничивается использование жидких смазочных материалов. С увеличением нормальной нагрузки, скорости скольжения температура в узле трения растет, изменяется температурный режим работы подшипника скольжения и условия смазки трущихся поверхностей. Вязкость смазочной пленки при повышении

температуры уменьшается, что приводит к ее разрушению и трение поверхностей трения переходит в граничный режим и в сухое трение. Контактующие поверхности при граничной смазке разделены не сплошным смазочным слоем, который не в состоянии воспринимать нагрузку на опору. При отсутствии смазочного слоя в контакт входят шероховатости поверхностей трения, что в последствие приводит к повышению температуры и износу [1]. При высоких температурах в подшипниках скольжения необходимо снижать коэффициент трения. Снижению коэффициента трения могут способствовать новые антифрикционные материалы, способные работать при высоких температурах, что позволяет создавать работоспособные агрегаты с низким коэффициентом трения. При высоких температурах для повышения антифрикционности пары трения для смазки используют ТСП [2]. ТСП при их применении в подшипниках скольжения, в отличие от жидких масел, не требуются специальных уплотнений и систем циркуляции смазки, что значительно упрощает конструкцию узлов трения. При высоких температурах отсутствует необходимость периодического введения смазочного материала, что особенно в процессе эксплуатации летательных аппаратов и роботизированных систем. Для повышения антифрикционности узлов трения при высоких температурах применяют углеродосодержащие композиционные (УУКМ) [3]. Трибологические параметры при использовании УУКМ в узлах трения недостаточно изучены и поэтому их применение сдерживается.

Цель работы – исследовать работоспособность подшипников скольжения с углеродосодержащим материалом при высокой температуре.

Материалы и методы исследований. Трибологические исследования пары трения углеродосодержащий материал (“Углекон-Т”) – сталь 40Х13 проводились на высокотемпературной машине трения ВТМТ-1000 [4]. При испытаниях на стенде реализована схема «диск-палец». Температура при испытаниях составляла 20...500°С, нагрузка – 0,22...1,0 МПа, скорость скольжения составляла 0,25 м/с. Испытания должны моделировать условия работы натурального узла трения. Используемая схема испытаний «диск-палец» позволяет распространять результаты стендовых испытаний на другие схемы сопряжений в подшипниках скольжения. Температура и момент трения при испытаниях измерялись непрерывно.

Результаты и обсуждение. В результате испытаний была установлена зависимость коэффициента трения от температуры и нагрузки (рис.1.). В диапазоне температуры 20...300°С коэффициент трения материала “Углекон-Т” изменяется в пределах 0,09-0,19 при нагрузке 0,22...1,0 МПа. При увеличении температуры более 300°С коэффициент резко возрастает. При температуре 400°С коэффициент трения составляет 0,25-0,27, а при температуре 500°С коэффициент трения – 0,38-0,43. При температуре выше 300°С происходит окисление графита, скорость окисления усиливается механическим воздействием силы трения и как следствие рост коэффициента трения. Для уменьшения окисления материала “Углекон-Т” необходимо

наносить защитные покрытия или проводить модификацию поверхности трения.

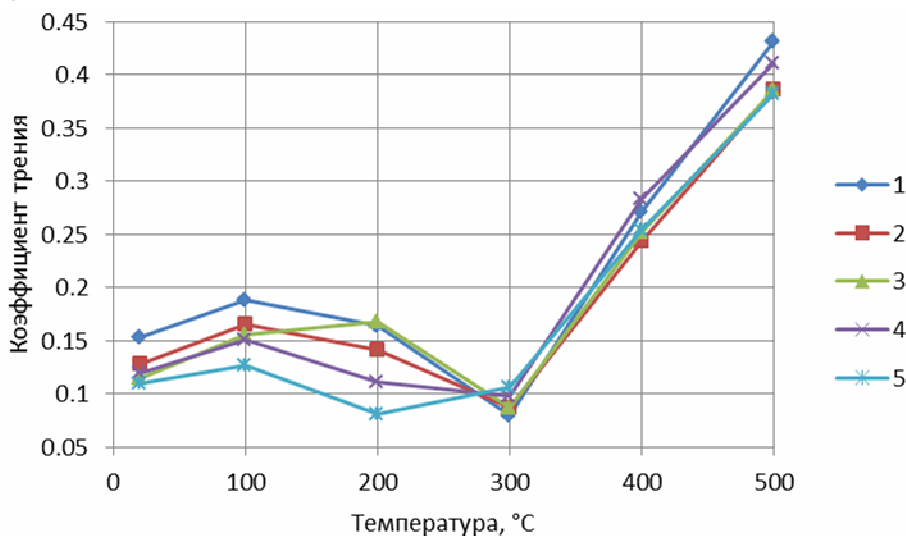


Рис. 1. Изменение коэффициента трения от температуры материала “Углекон-Т” при скорости 0,25 м/с и нагрузки, МПа: 1-0,22; 2-0,3; 3-0,5; 4-0,67; 5-1,0

Выводы. Материал “Углекон-Т” имеет хорошие трибологические свойствами при температуре 20...300°C, коэффициент трения изменяется в пределах 0,09-0,19 при нагрузке 0,22...1,0 МПа и скорости 0,25 м/с. При увеличении температуры более 300°C коэффициент резко возрастает. Для уменьшения коэффициента трения на поверхность материала “Углекон-Т” необходимо наносить защитные покрытия или модифицировать поверхность трения. Полученные результаты в области высокотемпературных испытаний материалов на трение предназначены для использования при проектировании узлов трения, работающих при высокой температуре.

Список литературы

1. Трение, изнашивание и смазка: Справочник. В 2-х кн. / Под ред. И.В. Крагельского, В.В. Алисина. – М.: Машиностроение, 1978. – Кн. 1, 1978. – 400 с.
2. Хопин П.Н. Оценка работоспособности пар трения с твёрдосмазочными покрытиями в условиях вакуума // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. – 2016. – №2. – С. 85-90.
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.

References

1. Friction, wear and lubrication: Handbook. In 2 books / Ed. I.V. Kragelsky, V.V. Alisina. – M.: Mechanical Engineering, 1978. – Book 1, 1978. – 400 p.

2. Нопин P.N. Evaluation of the performance of friction pairs with solid lubricants coatings in vacuum conditions // Bulletin of S.A. Lavochkin NGO. 2016, no. 2, pp. 85-90.
3. New materials / Call of authors; Under the scientific editorship of Yu.S. Karabasov. – M.: MISIS, 2002. – 736 p.
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.

Рощин Михаил Николаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник	Roshchin Mikhail Nikolaevich – candidate of technical sciences, leading researcher
roschin50@yandex.ru	

Received 18.09.2023