

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ С МАТЕРИАЛОМ УГЛЕКОН

Роцин М.Н.

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

Ключевые слова: подшипник скольжения, трение, коэффициент трения, трибологические испытания, материал Углекон.

Аннотация. Приведены результаты трибологических испытаний углеродосодержащего материала Углекон со сталью 40X13 в диапазоне температур 20...500°C, при нагрузке 0,5 МПа и скорости скольжения 0,05...0,25 м/с. При температуре 20...300°C материал Углекон имеет хорошие трибологические характеристики. При нагрузке 0,5 МПа температуре 20...300°C, скорости 0,05...0,25 м/с коэффициент трения материала Углекон изменяется в пределах 0,05-0,17. При температуре 400°C и нагрузке 0,5 МПа, скорости 0,16 м/с коэффициент трения в 6 раз больше, чем при температуре 300°C, а при температуре 500°C коэффициент трения в 9,4 раз больше, чем при температуре 300°C соответственно.

THE EFFECT OF HIGH TEMPERATURE ON THE COEFFICIENT OF FRICTION OF SLIDING BEARINGS WITH CARBON FIBER MATERIAL

Roshchin M.N.

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

Keywords: sliding bearing, friction, coefficient of friction, tribological tests, carbon fiber material.

Abstract. The results of tribological tests of carbon-containing material carbon with steel 40X13 in the temperature range of 20 ... 500°C, with a load of 0,5 MPa and a sliding speed of 0,05 ... 0,25 m/ s are presented. At a temperature of 20 ... 300°C, the Carbon fiber material has good tribological characteristics. At a load of 0,5 MPa at a temperature of 20 ... 300°C, a speed of 0,05 ... 0,25 m/s, the coefficient of friction of the Carbon fiber material varies between 0,05-0,17. At a temperature of 400°C and a load of 0,5 MPa, a speed of 0,16 m/s, the coefficient of friction is 6,0 times greater than at a temperature of 300°C, and at a temperature of 500°C, the coefficient of friction is 9,4 times greater than at a temperature of 300°C, respectively.

Введение

Для успешного освоения космического пространства необходимо обеспечить надежное функционирование агрегатов космических аппаратов (КА) в различных климатических условиях. Решение этой задачи связано с увеличением надежности и ресурса КА, увеличение срока их эксплуатации, увеличение ресурса работы узлов трения, работающих в открытом космосе. При эксплуатации КА на поверхности планеты Венера узлы трения должны функционировать при высокой температуре [1, 2]. Применение традиционных конструкционных машиностроительных материалов не может обеспечить работоспособность механизмов и узлов трения. Для работы в условиях высоких температур необходимо использовать новые антифрикционные материалы в узлах трения, которые способны работать при высоких температурах с низким

коэффициентом трения. Материалы, применяемые в узлах при высоких температурах, должны обеспечивать его работоспособность и надежность. Для смазки подшипников скольжения при высоких температурах и повышения антифрикционности используют высокотемпературные смазки или твердые смазочные материалы и покрытия (ТСП) [3, 4]. ТСП упрощают конструктивное исполнение узлов трения. При создании ракетно-космической техники с большими перепадами температур узлы трения с использованием ТСП обеспечивают работоспособность исполнительных органов. Для обеспечения работоспособности узлов трения в условиях агрессивной атмосферы и высоких температур используют углеродосодержащие композиционные материалы (УУКМ) [5]. Трибологические параметры материалов УУКМ в узлах трения при высоких температурах изучены недостаточно, что сдерживает процесс широкого их применения.

Цель работы – исследовать влияние высокой температуры на коэффициент трения подшипников скольжения с материалом Углекон.

Материалы и методы исследований. Трибологические испытания углеродосодержащего материала марки Углекон проводились при температуре 20...500°C, нагрузке 0,5 МПа и скоростях скольжения: 0,05; 0,16; 0,2; 0,25 м/с. Пара трения состояла Углекон – сталью 40X13. Трибологические исследования проводились на модернизированном высокотемпературном стенде ВТМТ-1000 [6]. Испытание проводилось на образцах по схеме «диск-палец». Испытания должны моделировать условия работы натурального узла трения. Данная схема испытаний «диск-палец» позволяет распространять результаты стендовых испытаний на другие схемы сопряжений. В процессе испытаний в режиме онлайн проводилось измерение момента трения и температуры.

Результаты и обсуждение. По результатам проведенных испытаний была установлена зависимость изменения коэффициента трения от температуры, скорости и нагрузки (рис. 1).

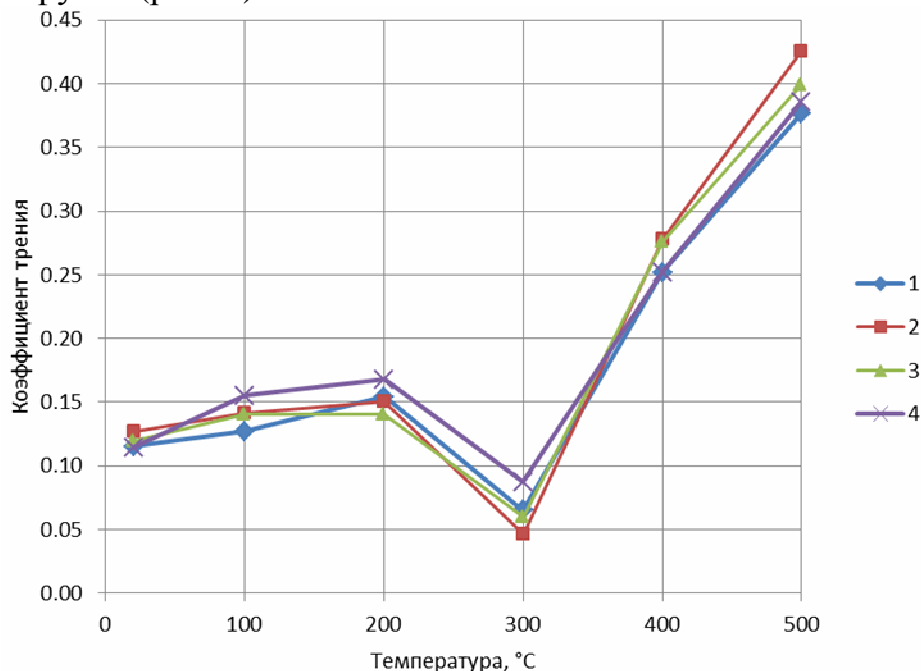


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от температуры материала Углекон при нагрузке 0,5 МПа и скорости, м/с: 1-0,05; 2-0,16; 3-0,2; 4-0,25

Выводы. При температуре 20...300°C материал Углекон имеет хорошие трибологические характеристики. При нагрузке 0,5 МПа температуре 20...300°C, скорости 0,05...0,25 м/с коэффициент трения материала Углекон изменяется в пределах 0,05-0,17. С увеличением температуры коэффициент трения материала Углекон резко увеличивается. Рост коэффициента трения объясняется окислительными процессами при температуре больше 300°C. При температуре 400°C и нагрузке 0,5 МПа, скорости 0,16 м/с коэффициент трения в 6 раз больше, чем при температуре 300°C, а при температуре 500°C коэффициент трения в 9,4 раз больше, чем при температуре 300°C соответственно. Для уменьшения окисления материала Углекон при температуре более 300°C необходимо наносить защитные покрытия или проводить модификацию поверхности трения. Полученные результаты в области высокотемпературных испытаний материалов на трение предназначены для использования при проектировании узлов трения, работающих при высоких температурах.

Список литературы

1. Дроздов Ю.Н., Павлов В.Г., Пучков В.Н. Трение и износ в экстремальных условиях: Справочник. – М.: Машиностроение, 1986. – 223 с.
2. Russell C.T. Planetary magnetospheres // Reports on Progress in Physics. 1993, vol. 56, no. 6, p. 687. doi 10.1088/0034-4885/56/6/001.
3. Лобова Т.А., Марченко Е.А. Использование нового класса самосмазывающихся материалов для обеспечения надежности функционирования узлов трения космических аппаратов // Трение и износ. –2005. – Т. 26, № 3.– С. 290-293.
4. Хопин П.Н. Оценка работоспособности пар трения с твёрдосмазочными покрытиями в условиях вакуума // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. – 2016. – № 2. – С. 85-90.
5. Новые материалы / Колл. авторов; Под науч. ред. Ю.С. Карабасова. – М.: МИСИС, 2002. – 736 с.
6. 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:

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