

ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ ИЗ УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Рощин М.Н.¹, Кривошеев А.Ю.²

¹*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Россия, Москва;*

²*ООО "ГАЗ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКТ", Россия, Таганрог*

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

Аннотация. Приведены результаты трибологических испытаний углеродосодержащих материалов "Хардкарб-Т", "Хардкарб-ТП", "Хардкарб-ТПГ" со сталью 40Х13 при температур 500°С, скорости 0,16 м/с и нагрузке 0,3-1,0 МПа. Материал "Хардкарб-ТПГ" имеет лучшие антифрикционные свойства, чем материалы "Хардкарб-Т" и "Хардкарб-ТП". При нагрузке 0,5МПа коэффициент трения материала "Хардкарб-ТП" на 10% меньше, а материала "Хардкарб-ТПГ" меньше на 32%, чем коэффициент трения материала "Хардкарб-Т" соответственно. При нагрузке 1,0 МПа коэффициент трения материала "Хардкарб-ТП" на 15% меньше, а материала "Хардкарб-ТПГ" меньше на 28%, чем коэффициент трения материала "Хардкарб-Т" соответственно. Коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" в диапазоне нагрузок 0,3-1,0 МПа изменяется от 0,23 до 0,29.

SLIDING BEARINGS MADE OF CARBON-CONTAINING MATERIALS AT HIGH TEMPERATURES

Roshchin M.N.¹, Krivosheev A.Yu.²

¹*Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;*

²*GAZ METALLOKOMPLEKT LLC, Taganrog, Russia*

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

Abstract. The results of tribological tests of carbon-containing materials "Hardcarb-T", "Hardcarb-TP", "Hardcarb-TPG" with 40X13 steel at temperatures of 500°C, a speed of 0.16 m/s and a load of 0.3-1.0 MPa are presented. The material "Hardcarb-TPG" has better antifriction properties than the materials "Hardcarb-T" and "Hardcarb-TP". At a load of 0.5MPa, the coefficient of friction of the "Hardcarb-TP" material is 10% less, and the "Hardcarb-TPG" material is 32% less than the coefficient of friction of the "Hardcarb-T" material, respectively. At a load of 1.0 MPa, the coefficient of friction of the "Hardcarbe-TP" material is 15% less, and the "Hardcarb-TPG" material is 28% less than the coefficient of friction of the "Hardcarb-T" material, respectively. The coefficient of friction of the "Hardcarb-TPG" material in the load range 0.3-1.0 MPa varies from 0.23 to 0.29.

Введение

Эксплуатация агрегатов при высоких температурах ведет к разработке новых высокопрочные теплостойкие антифрикционные полимерные материалы на основе углеродных армирующих материалов и современных термопластичных матриц. Применение традиционных конструкционных машиностроительных материалов не может обеспечить работоспособность механизмов и узлов трения для выполнения поставленных задач. Применение новых антифрикционных материалов, например, антифрикционных

углепластиков, может значительно повысить допустимую температуру в узле трения и увеличить ресурс работы изделия [1]. Для повышения антифрикционности узла трения используют высокотемпературные смазки или твердые смазочные материалы и покрытия [2]. Для работы узлов трения в условиях высоких температур используют материалы на основе углеродосодержащих композиций (УУКМ) [3]. Трибологические параметры материалов УУКМ для работы в узлах трения при высоких температурах изучены недостаточно, поэтому применение их сдерживается.

Цель работы – исследовать возможность применения в подшипниках скольжения углеродосодержащих материалов для работы при высоких температурах.

Материалы и методы исследований

Исследованиям были подвергнуты образцы из объемно-армированных углеродосодержащих композиционных материалов марки:

- "Хардкарб-Т" при изготовлении использовалась ткань вискоза,
- "Хардкарб-ТП" изготовлен из углеродной ткани типа Саржа 2/2-1000-12K-400 (ПАН волокно),
- "Хардкарб-ТПГ" изготовлен из углеродной ткани типа Саржа 2/2-1000-12K-400 (ПАН волокно) с графитированием.

В испытаниях использовалась пара трения: углеродосодержащих композиционный материал и образец из жаропрочной коррозионностойкой стали 40X13. Исследования по определению трибологических параметров проводились на модернизированном высокотемпературном стенде ВТМТ-1000 [4]. Испытание проводилось на образцах по схеме «диск-палец» при температур 500°C, нагрузке 0,3-1,0 МПа и скорости скольжения 0,16 м/с. При испытании необходимо моделировать условия работы натурального узла трения. Выбор схемы испытаний «диск-палец» осуществлен преднамеренно, т.к. данная схема испытаний позволяет распространять результаты стендовых испытаний на другие схемы сопряжений. В процессе испытаний осуществлялось в онлайн режиме измерения момента трения и температуры.

Результаты испытаний и обсуждение. При испытании материалов "Хардкарб-Т", "Хардкарб-ТП" и "Хардкарб-ТПГ" в паре со сталью 40X13 при температуре 500°C и скорости скольжения 0.16 м/с установлено, что с увеличением нагрузки коэффициент трения уменьшается, рис.1. Лучшими антифрикционными свойствами обладает материал "Хардкарб-ТПГ". В рабочем диапазоне нагрузки 0,3-1,0 МПа коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" изменяется в пределах 0,23-0,29. При нагрузке 0,5 МПа коэффициент трения материала "Хардкарб-ТП" на 10% меньше, а материала "Хардкарб-ТПГ" меньше на 32%, чем коэффициент трения материала "Хардкарб-Т" соответственно.

При нагрузке 1.0 МПа коэффициент трения материала "Хардкарб-ТП" на 15% меньше, а материала "Хардкарб-ТПГ" меньше на 28%, чем коэффициент трения материала "Хардкарб-Т" соответственно.

Состав упрочняющего каркаса и технологические новшества при изготовлении материала "Хардкарб-ТПГ" с применением графитирования приводят к меньшему коэффициенту трения, чем у материалов "Хардкарб-Т", "Хардкарб-ТП".

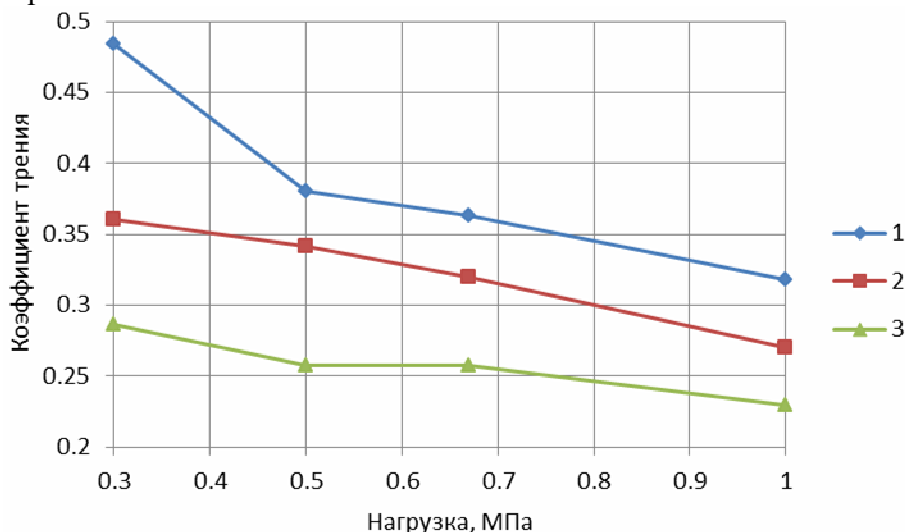


Рис. 1. Изменение коэффициента трения от нагрузки при скорости 0.16м/с и температуре 500°С материалов: 1 – "Хардкарб-Т", 2 – "Хардкарб-ТП", 3 – "Хардкарб-ТПГ"

Выводы. Материал "Хардкарб-ТПГ" имеет лучшие антифрикционные свойства, чем материалы "Хардкарб-Т" и "Хардкарб-ТП". При температуре 500°С, скорости 0,16 м/с и нагрузке 0,5МПа коэффициент трения материала "Хардкарб-ТП" на 10% меньше, а материала "Хардкарб-ТПГ" меньше на 32%, чем коэффициент трения материала "Хардкарб-Т" соответственно. При нагрузке 1,0МПа коэффициент трения материала "Хардкарб-ТП" на 15% меньше, а материала "Хардкарб-ТПГ" меньше на 28%, чем коэффициент трения материала "Хардкарб-Т" соответственно. При температуре 500°С, скорости 0,16 м/с в диапазоне нагрузки 0,3-1,0 МПа коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" изменяется в пределах 0,23-0,29. Полученные результаты предназначены для использования при проектировании узлов трения, работающих при высоких температурах.

Список литературы

1. Орыщенко А.С. Анисимов А.В., Бахарева В.Е., Лишевич И.В., Моногаров Ю.Н., Эсперов Д.Г. Теплостойкие антифрикционные углепластики для подшипников скольжения паровых турбин // Вестник машиностроения. – 2014. – № 9. – С. 55-59.
2. Прудников М.И. Антифрикционные твердосмазочные покрытия modengy – от идеи до реализации на практике // Главный механик. – 2018. – №1-2. – С. 56-60.

3. Новые материалы. Колл. авторов / Под научной редакцией 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. Oryshchenko A.S. Anisimov A.V., Bakhareva V.E., Lishevich I.V., Monogarov Yu.N., Esperov D.G. Heat-resistant antifriction carbon fiber plastics for sliding bearings of steam turbines // Bulletin of Mechanical Engineering. – 2014. – No.9. – P. 55-59.
2. Prudnikov M.I. Solid lubricant anti-friction coating by modengy: from idea to practice // Chief Mechanic. – 2018. – №1-2. – P. 56-60.
3. New materials. Call of authors / Under the scientific editorship of Yu.S. Karabasov. – Moscow: 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.

Рошин Михаил Николаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник	Roshchin Mikhail Nikolaevich – candidate of technical sciences, leading researcher
Кривошеев Андрей Юрьевич – директор	Krivosheev Andrey Yurievich – director
Roschin50@yandex.ru	

Received 01.04.2022