

<https://doi.org/10.26160/2572-4347-2021-14-21-23>

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ СКОЛЬЖЕНИЯ НА ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПАР ТРЕНИЯ С УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Рощин М.Н., Кривошеев А.Ю.

Ключевые слова: трение, коэффициент трения, нагрузка, скорость, высокотемпературные испытания, твёрдосмазочные покрытия.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы испытания углеродосодержащих композитов со сталью в условиях высоких температур. Проведенные исследования показали, что материал "Хардкарб-ТПГ" при нагрузке 0.5 МПа и температуре 500°C в диапазоне скоростей 0.05-0.25 м/с имеет лучшие антифрикционные свойства, чем материал "Хардкарб-ТП". При скорости 0.05 м/с и температуре 500°C коэффициент трения у материала "Хардкарб-ТПГ" ниже на 30 %, чем у материала "Хардкарб-ТП", а при скорости 0.25 м/с коэффициент трения у материала "Хардкарб-ТПГ" ниже на 26 %, чем у материала "Хардкарб-ТП".

EFFECT OF SLIDING VELOCITY ON TRIBOLOGICAL PARAMETERS OF FRICTION PAIRS WITH CARBON-CONTAINING MATERIALS AT HIGH TEMPERATURES

Roshchin M.N., Krivosheev A.Yu.

Keywords: friction, coefficient of friction, load, speed, high temperature testing, hard-lubricating coatings.

Abstract. The article discusses the issues of testing carbon-containing composites with steel at high temperatures. The conducted studies have shown that the material "Hardcarb-TPG" at a load of 0.5MPa and a temperature of 500 °C in the speed range of 0.05-0.25 m/s has better antifriction properties than the material "Hardcarb-TP". At a speed of 0.05 m/s and a temperature of 500 °C with the coefficient of friction of the material "Hardcarb-TPG" is 30% lower than that of the material "Hardcarb-TP", and at a speed of 0.25 m/s, the coefficient of friction of the material "Hardcarb-TPG" is 26% lower than that of the material "Hardcarb-TP".

Введение. Эксплуатация техники в экстремальных условиях зависит от конструктивных особенностей узлов трения и применяемых материалов. Для повышения антифрикционности пары трения при высоких температурах широко используются твёрдосмазочные покрытия [1]. В настоящее время широко используются твердые смазки и антифрикционные покрытия, обеспечивающие снижение коэффициента трения при высоких температурах. При создании узлов трения для работы в условиях агрессивных атмосферных условиях и высоких температур используют материалы на основе углерод-углеродных композиций (УУКМ) [2]. Применение в конструкции шарнира углеродосодержащих композитных материалов (УУКМ) в паре со сталью дает возможность повысить эксплуатацию их при высоких температурах. Применение УУКМ актуальны в области авиационной и космической техники, потому что УУКМ обладают уникальным сочетанием веса и прочности. При большом объеме исследований УУКМ [3] влияния температуры на трибологические параметры углеродных композитов слабо изучены.

Цель работы. Исследовать влияние скорости скольжения на трибологические параметры пар трения с углеродосодержащими материалами при высоких температурах.

Материалы и методы исследований. Образцы изготовлены из объемно-армированного углеродосодержащего композиционного материала марки: "Хардкарб-ТП", "Хардкарб-ТПГ". Материалы типа "Хардкарб" имеют следующий состав по волокну:

- "Хардкарб-ТП" изготовлен из углеродной ткани типа Саржа 2/2-1000-12К-400 (ПАН волокно),

- "Хардкарб-ТПГ" изготовлен из углеродистой ткани типа Саржа 2/2-1000-12К-400 (ПАН волокно) с графитированием. В качестве ответной пары при трении использовались образцы из коррозионностойкой стали 40Х13. Трибологические испытания проводились на модернизированном высокотемпературном стенде ВТМТ-1000 [4]. Испытания образцов материалов для пар трения проводились при температуре 500 °С при нормальной нагрузке 0,5 МПа и линейных скоростях: 0.05; 0.16; 0.25 м/с. Проведение испытания образцов материалов должны проводиться в условиях моделирующих работу натурального узла трения. Наиболее приемлемой схемой трибологических испытания материалов является схема «диск-палец», т.к. результаты стендовых испытаний образцов легче распространять на другие схемы сопряжений. В период испытаний производился замер момента трения и температуры. Регистрация момента трения осуществляется с использованием тензометрических датчиков. Измерение температуры испытуемых образцов осуществлялся термопарой хромель-алюмель.

Результаты и обсуждение. По результатам испытаний материалов "Хардкарб-ТП" и "Хардкарб-ТПГ" при температуре 500 °С, нагрузке 0,5 МПа установлена зависимость коэффициента трения от линейной скорости (рис. 1).

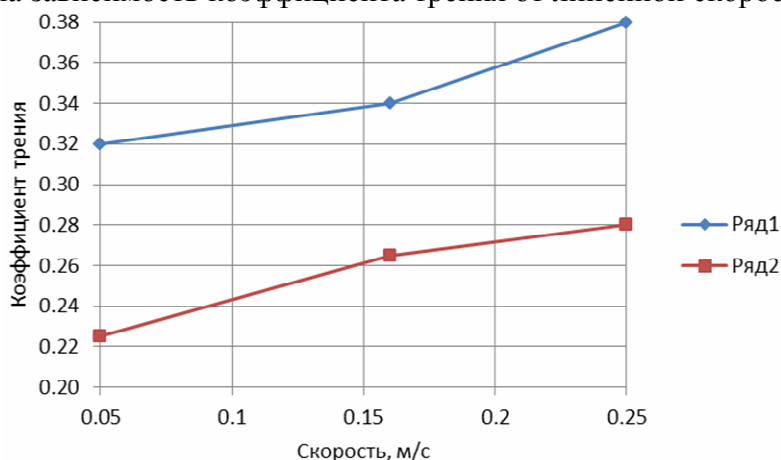


Рис. 1. Изменение коэффициента трения от скорости при нагрузке 0.5 МПа и температуре 500°С материалов: 1-"Хардкарб-ТП", 2-"Хардкарб-ТПГ"

С увеличением скорости коэффициент трения для обоих материалов возрастает. Так при скорости 0.05 м/с и температуре 500°С коэффициент трения у материала "Хардкарб-ТПГ" ниже на 30 %, чем у материала "Хардкарб-ТП", а при скорости 0.25 м/с коэффициент трения у материала "Хардкарб-ТПГ" ниже на 26 %, чем у материала "Хардкарб-ТП".

Выводы. Проведенные исследования показали, что материал "Хардкарб-ТПГ" при нагрузке 0.5 МПа и температуре 500°C в диапазоне скоростей 0.05-0.25 м/с имеет лучшие антифрикционные свойства, чем материал "Хардкарб-ТП". При скорости 0.05 м/с и температуре 500°C коэффициент трения у материала "Хардкарб-ТПГ" ниже на 30 %, чем у материала "Хардкарб-ТП", а при скорости 0.25 м/с коэффициент трения у материала "Хардкарб-ТПГ" ниже на 26 %, чем у материала "Хардкарб-ТП". Полученные результаты в области высокотемпературных испытаний материалов на трение предназначены для использования при проектировании подшипников скольжения.

Список литературы

1. Хопин П.Н., Пак Хоссейн. Анализ твердосмазочных покрытий для автономно работающих механизмов и агрегатов // Евразийский союз ученых. – 2016. – № 6-2 (27). – С. 40-44.
2. Новые материалы. Колл. авторов. Под научной редакцией Ю.С. Карабасова. – М.: МИСИС, 2002. – 736 с.
3. Алисин В.В., Рошин М.Н., Лукьянов А.И. и др. Разработка и исследование узлов трения, работающих при высоких температурах, применительно к космическим аппаратам // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. 2019. – №1. – С. 61-65.
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. Hopin P.N., Pak Hossein. Analysis of hard-lubricating coatings for autonomous working mechanisms and aggregates // Eurasian Union of Scientists. – 2016. No.6-2 (27). – P. 40-44.
2. New materials. Call of authors. Under the scientific editorship of Yu.S. Karabasov. – M: MISIS, 2002. – 736 p.
3. Alisin V.V., Roshchin M.N., Lukyanov A.I., etc. Development and research of friction units operating at high temperatures in relation to spacecraft // Bulletin of S.A. Lavochkin NGO. – 2019. – No.1. – P. 61-65.
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, Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, г. Москва, Россия, Roschin50@yandex.ru	Roshchin Mikhail Nikolaevich – candidate of technical Sciences, leading researcher, Blagonravov Institute of Mechanical Engineering, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, Roschin50@yandex.ru
Кривошеев Андрей Юрьевич – директор ООО "ГАЗ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКТ", г. Таганрог, gmk.taganrog@yandex.ru	Krivosheev Andrey Yurievich – Director of GAZ METALLOKOMPLETEK LLC, Taganrog, gmk.taganrog@yandex.ru

Received 03.11.2021