

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ В ПАРАХ УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИЕ МАТЕРИАЛЫ – СТАЛЬ

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 со сталью 40X13 в диапазоне температур 300...800°C. Материал "Хардкарб-ТПГ" имеет лучшие антифрикционные характеристики, чем материалы «Аргалон-2D» и "Хардкарб-ТП". При температуре 400°C, нагрузке 1.0 МПа и скорости 0.05 м/с коэффициент трения материала "Хардкарб-ТП" больше в 1.56 раза, а материала «Аргалон-2D» больше в 1.37 раза, чем материала "Хардкарб-ТП" соответственно. При температуре 500°C коэффициент трения материала "Хардкарб-ТП" больше в 1.37 раза, чем материала "Хардкарб-ТПГ". Коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" в диапазоне температур 400...500°C изменяется от 0.18 до 0.21.

THE EFFECT OF TEMPERATURE ON THE COEFFICIENT OF FRICTION IN PAIRS OF CARBON-CONTAINING MATERIALS – STEEL

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 with 40X13 steel in the temperature range of 300 ...800°C are presented. The material "Hardcarb-TPG" has better anti-friction characteristics than the materials "Argalon-2D" and "Hardcarb-TP". At a temperature of 400°C, a load of 1.0 MPa and a speed of 0.05 m/s, the coefficient of friction of the Hardcarb-TP material is 1.56 times greater, and the Argalon-2D material is 1.37 times greater than the Hardcarb-TPG material, respectively. At a temperature of 500°C, the coefficient of friction of the "Hardcore-TP" material is 1.37 times greater than that of the "Hardcore-TPC" material. The coefficient of friction of the "Hardcore-TPG" material in the temperature range of 400...500° C varies from 0.18 to 0.21.

Введение

Работоспособность механизмов в экстремальных условиях связана с функционированием механических узлов и систем изделия. С повышением температуры, в которой осуществляет работу изделие, в узлах трения повышается коэффициент трения, который ведет к увеличению необходимой мощности агрегата. Эксплуатация агрегатов при высоких температурах ведет к разработке новых антифрикционных материалов для узлов трения. Применение традиционных конструкционных машиностроительных материалов не может обеспечить работоспособность механизмов и узлов

трения для выполнения поставленных задач. Применение новых антифрикционных материалов в узлах трения, способные работать при высоких температурах, позволяет создавать агрегаты с низким коэффициентом трения и способных работать в условиях высоких температур [1]. Материалы, применяемые в узлах при высоких температурах, должны обеспечивать его работоспособность и надежность. 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 влияние температуры на коэффициент трения в парах углеродосодержащие материалы – сталь.

Материалы и методы исследований

Испытаний проводились на образцах из объемно-армированных углеродосодержащих композиционных материалов марки:

- «Аргалон-2D»,
- "Хардкарб-ТП" изготовлен из углеродной ткани типа Саржа 2/2-1000-12К-400 (ПАН волокно),
- "Хардкарб-ТПГ" изготовлен из углеродной ткани типа Саржа 2/2-1000-12К-400 (ПАН волокно) с графитированием.

Для испытания была сформирована пара трения из образцов углеродосодержащих композиционных материалов и образца из жаропрочной коррозионностойкой стали 40X13. Трибологические исследования проводились на модернизированном высокотемпературном стенде ВТМТ-1000 [4].

Испытание проводилось на образцах по схеме «диск-палец» в интервале температур 300...800°C при нагрузке 1.0 МПа и скорости скольжения 0.05 м/с. При испытании необходимо моделировать условия работы натурального узла трения. Схема испытаний «диск-палец» позволяет распространять результаты стендовых испытаний на другие схемы сопряжений. Испытательный стенд снабжен устройством измерения момента трения и температуры, сигналы с которого передаются на компьютер.

Результаты и обсуждение. При испытании материалов «Аргалон-2D», "Хардкарб-ТП" и "Хардкарб-ТПГ" в паре со сталью 40X13 в диапазоне температур 300...800°C при скорости скольжения 0.05 м/с и нагрузке 1.0 МПа было установлено, что с увеличением температуры коэффициент трения растет (рис. 1). В рабочем диапазоне температур 400...500°C коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" изменяется в пределах 0.18-0.21. При температуре 400°C, нагрузке 1.0 МПа и скорости 0.05 м/с коэффициент трения материала "Хардкарб-ТП" больше в 1.56 раза, а материала «Аргалон-2D» больше в 1.37 раза, чем материала "Хардкарб-ТПГ" соответственно. При температуре 500°C коэффициент трения материала "Хардкарб-ТП" больше в

1.37 раза, чем материала "Хардкарб-ТПГ". С увеличением температуры более 300°C при испытании материалов «Аргалон-2D», "Хардкарб-ТП" и "Хардкарб-ТПГ" уменьшаются механические характеристики, в том числе твердость. С уменьшением твердости поверхности увеличивается деформационная составляющая силы трения и, соответственно, имеет место устойчивый рост коэффициента трения. Состав упрочняющего каркаса и технологические новшества при изготовлении материала "Хардкарб-ТПГ" с применением графитирования приводят к меньшему коэффициенту трения, чем у материала "Хардкарб-ТП".

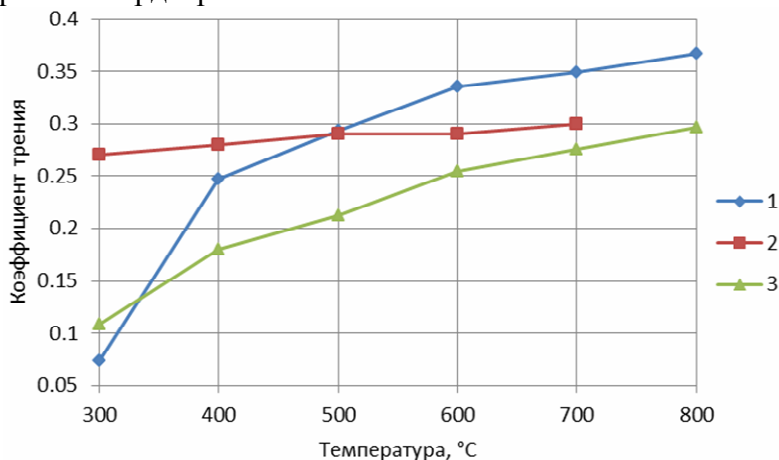


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от температуры при нагрузке 1,0МПа и скорости 0,05 м/с материалов:
1 – «Аргалон-2D», 2 – "Хардкарб-ТП", 3 – "Хардкарб-ТПГ"

Выводы. Материал "Хардкарб-ТПГ" имеет лучшие антифрикционные характеристики, чем материалы «Аргалон-2D» и "Хардкарб-ТП". При температуре 400°C, нагрузке 1.0 МПа и скорости 0.05 м/с коэффициент трения материала "Хардкарб-ТП" больше в 1.56 раза, а материала «Аргалон-2D» больше в 1.37 раза, чем материала "Хардкарб-ТПГ" соответственно. При температуре 500°C коэффициент трения материала "Хардкарб-ТП" больше в 1.37 раза, чем материала "Хардкарб-ТПГ". Коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" в диапазоне температур 400...500°C изменяется от 0.18 до 0.21.

Полученные результаты предназначены для использования при проектировании узлов трения, работающих при высоких температурах.

Список литературы

1. Злотников И.И., Шаповалов В.М. Повышение антифрикционных свойств керамических покрытий, полученных методом МДО на алюминиевых сплавах// Трение и износ. 2019. Т. 40, №5. С. 469-472.
2. Лобова Т.А., Марченко Е.А. Влияние состояния основы на структуру и трибологические характеристики покрытий диселенида молибдена (MoSe₂) // Материаловедение. 2019. №11. С. 9-13.

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. Zlotnikov I.I., Shapovalov V.M. Enhancement of antifriction properties of ceramic coatings obtained by the MDO method on aluminum alloys // Friction and wear. 2019. Vol. 40, No. 5. P. 469-472.
2. Lobova T.A., Marchenko E.A. Influence of the base state on the structure and tribological characteristics of molybdenum diselenide (MoSe₂) coatings // Materials Science. 2019. No. 11. P. 9-13.
3. New materials. Team 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.

Рощин 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 04.03.2022