

УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИЕ МАТЕРИАЛЫ В ПАРАХ ТРЕНИЯ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Рощин М.Н.¹, Кривошеев А.Ю.²

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

²*ООО "ГАЗ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКТ", г. Таганрог*

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

Аннотация. Приведены результаты фрикционного взаимодействия углеродосодержащих материалов со сталью 40Х13 в условиях высоких температур. При температуре 400°С, нагрузке 1,0МПа и скорости 0,16м/с коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" ниже на 34%, чем материала "Хардкарб-ТП", а при температуре 500°С коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" ниже на 23% , чем материала "Хардкарб-ТП". Коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" в диапазоне температур 300...500°С изменяется от 0,13 до 0,23.

CARBON-CONTAINING MATERIALS IN FRICTION PAIRS AT HIGH TEMPERATURES

Roshchin M.N.¹, Krivosheev A.Yu.²

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

²*GAZ METALLOKOMPLEKT LLC, Taganrog*

Keywords: friction, coefficient of friction, load, speed, tests, surface, contact pressure.

Abstract. The results of frictional interaction of carbon-containing materials with 40X13 steel at high temperatures are presented. At a temperature of 400°C, a load of 1.0MPa and a speed of 0.16m/s, the coefficient of friction of the Hardcarb-TPG material is 34% lower than that of the Hardcarb-TP material, and at a temperature of 500°C, the coefficient of friction of the Hardcarb-TPG material is 23% lower than that of the Hardcarb-TP material. The coefficient of friction of the "Hardcore-TPG" material in the temperature range of 300...500° C varies from 0.13 to 0.23.

Введение

Важными факторами, определяющими надежную работу узлов трения, способность работать в условиях высоких температур, скоростей скольжения и нагрузок, является стабильность физико-механических свойств применяемых материалов в заданном интервале температур с хорошими антифрикционными характеристиками при работе без смазки. Развитие современной техники и технологий сопряжено с повышением рабочих температур механизмов и узлов трения. В ряде случаев традиционные машиностроительные материалы не могут обеспечить работоспособность узлов трения при высоких температурах. Необходимы новые антифрикционные материалы, способные работать в экстремальных условиях, например, при высоких температурах, необходимо в узлах трения исполнительных органов применять материалы, которые в парах трения имеют низкий коэффициент трения. Материалы, применяемые в узлах при высоких температурах, должны обеспечивать его работоспособность и надежность. Для повышения антифрикционности узла трения при высоких

температурах используют высокотемпературные смазки или твердые смазочные материалы и покрытия [1, 2]. 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) [3, 4]. Трибологические параметры материалов УУКМ при высоких температурах исследованы недостаточно.

Цель работы – исследование трибологических свойств углеродосодержащих материалов в парах трения при высоких температурах при трении по стали 40Х13.

Материалы и методы исследований. Образцы изготовлены из объемно-армированных углеродосодержащих композиционных материалов 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 контртела использовались образцы из жаропрочной коррозионностойкой стали 40Х13. Трибологические исследования проводились на модернизированном высокотемпературном стенде ВТМТ-1000 [5].

Испытание проводилось на образцах по схеме «диск-палец» в интервале температур 300-800°С при нагрузке 1,0 МПа и скорости скольжения 0,16м/с. Испытания должны моделировать условия работы натурального узла трения. Реализованная 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 "Хардкарб-ТП" и "Хардкарб-ТПГ" в паре со сталью 40Х13 в диапазоне температур 300...800°С при скорости скольжения 0,16м/с и нагрузке 1,0 МПа было установлено, что с увеличением скорости коэффициент трения в условиях заданных параметров увеличивается для обоих материалов, рис.1. Так при температуре 400°С и нагрузке 1,0МПа и скорости 0,16м/с коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" ниже на 34%, чем материала "Хардкарб-ТП", а при температуре 500°С коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" ниже на 23% , чем материала "Хардкарб-ТП". С увеличением температуры более 300°С при испытании материалов "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. Технологические новшества при изготовлении материала "Хардкарб-ТПГ" с применением графитирования приводят к уменьшенному коэффициенту трения, чем у материала "Хардкарб-ТП".

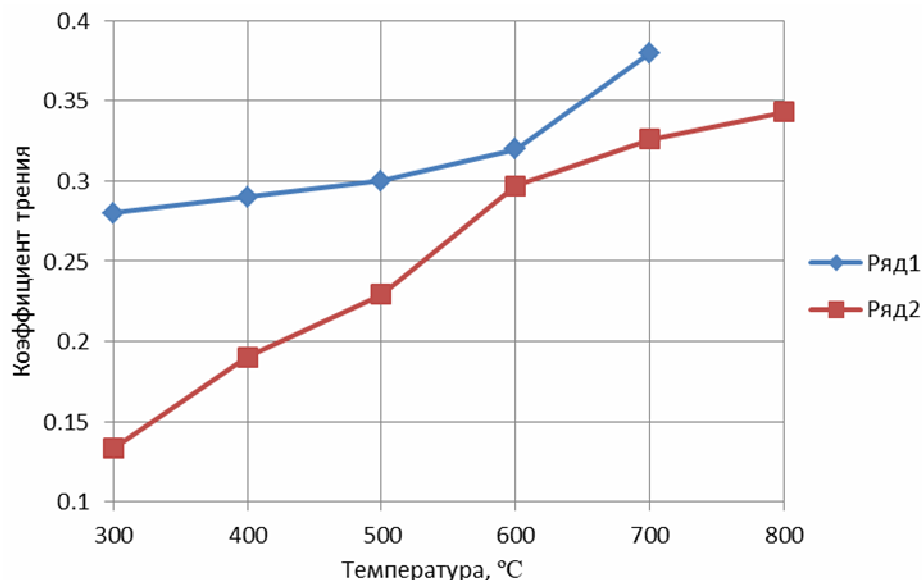


Рис. 1. Изменение коэффициента трения от температуры при нагрузке 1,0МПа и скорости 0,16 м/с материалов: 1-"Хардкарб-ТП", 2-"Хардкарб-ТПГ"

Выводы. Материал "Хардкарб-ТПГ" имеет лучшие трибологические характеристики, чем материал "Хардкарб-ТП". Так при температуре 400°C, нагрузке 1,0МПа и скорости 0,16м/с коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" ниже на 34%, чем материала "Хардкарб-ТП", а при температуре 500°C коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" ниже на 23%, чем материала "Хардкарб-ТП". Коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" в диапазоне температур 300...500°C изменяется от 0,13 до 0,23, что является приемлемым результатом для применения материала "Хардкарб-ТПГ" в узлах трения космических аппаратов, работающих на поверхности планеты Венера. Полученные результаты в области высокотемпературных испытаний материалов на трение предназначены для использования при проектировании узлов трения.

Список литературы

1. Buyanovskii I.A., Tatur I.R., Samusenko V.D., Solenov V.S. Effect of Antifriction Solid Additives on the Temperature Stability of Bentonite Greases // Journal of Friction and Wear. – 2020. – Vol.41. – P. 492-496.
2. Лобова Т.А., Марченко Е.А. Влияние состояния основы на структуру и трибологические характеристики покрытий диселенида молибдена (MoSe_2) // Материаловедение. – 2019. – №11. – С. 9-13.
3. Chowdhury P., Sehitoglu H., Rateick R. Damage tolerance of carbon-carbon composites in aerospace application // Carbon. –2018. – №126. – P. 382-393.
4. 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.
5. 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 авторах:

Рошин Михаил Николаевич – к.т.н., ведущий научный сотрудник, ИМАШ РАН, г.Москва;

Кривошеев Андрей Юрьевич – директор ООО "ГАЗ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКТ", г.Таганрог.