

УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИЕ МАТЕРИАЛЫ В УЗЛАХ ТРЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Рощин М.Н.¹, Кривошеев А.Ю.², Мишанова В.Г.³

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

²*ООО "ГАЗ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКТ", Таганрог;*

³*Московский авиационный институт, филиал в Ступино, Ступино*

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

Аннотация. Приведены результаты трибологических испытаний углеродосодержащих материалов со сталью 40Х13 в диапазоне температур 300...700 °С. Материал "Хардкарб-ТПГ" имеет лучшие антифрикционные характеристики, чем материалы «Аргалон-2D» и "Хардкарб-Т". При температуре 400°С, нагрузке 1.0 МПа и скорости 0.16 м/с коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" меньше в 1.74 раза, чем материала «Аргалон-2D», а при температуре 500°С коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" меньше в 1.62 раза, чем материала «Аргалон-2D». Коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" в диапазоне температур 400...500°С изменяется от 0.19 до 0.23.

CARBON-CONTAINING MATERIALS IN FRICTION UNITS OF ROBOTIC SYSTEMS

Roshchin M.N.¹, Krivosheev A.Yu.², Mishanova V.G.³

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

²*GAZ METALLOKOMPLEKT LLC, Taganrog;*

³*Moscow Aviation Institute, Stupino branch, Stupino*

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...700°C are presented. The material "Hardcarb-TPG" has better antifricition characteristics than the materials "Argalon-2D" and "Hardcarb-T". At a temperature of 400°C, a load of 1.0 MPa and a speed of 0.16 m/s, the coefficient of friction of the Hardcarb-TPG material is 1.74 times less than the Argalon-2D material, and at a temperature of 500°C, the coefficient of friction of the Hardcarb-TPG material is 1.62 times less than the Argalon-2D material. The coefficient of friction of the "Hardcarb-TPG" material in the temperature range of 400...500°C varies from 0.19 to 0.23.

Введение

Надежная работа механизмов в экстремальных условиях связана с функционированием подвижных управляемых узлов и агрегатов. Необходимо обеспечить подвижность механизмов роботизированных систем при высоких температурах с целью выполнения поставленных задач. Использование промышленных роботов при тушении пожаров в опасных зонах обеспечивает безопасную работу персонала. Необходимо повысить уровень технического оснащения сил МЧС России за счет современных видов специальной техники [1]. Во многих областях, связанных с эксплуатацией агрегатов при высоких температурах, 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. 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 агрессивной атмосферы и высоких температур используют материалы на основе углерод-углеродных композиций (УУКМ) [3]. Недостаточность информации по трибологическим параметрам материалов УУКМ в узлах трения при высоких температурах сдерживает процесс широкого их использования.

Цель работы – исследовать возможность применения углеродосодержащих материалов в узлах трения роботизированных систем, работающих в условиях высоких температур.

Материалы и методы исследований

Для испытаний были использованы образцы из объемно-армированных углеродосодержащих композиционных материалов марки:

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

В качестве ответной пары трения использовались образцы из жаропрочной коррозионностойкой стали 40Х13. Трибологические исследования проводились на модернизированном высокотемпературном стенде ВТМТ-1000 [4].

Испытание проводилось на образцах по схеме «диск-палец» в интервале температур 300...700 °С при нагрузке 1.0 МПа и скорости скольжения 0.16 м/с. Испытания должны моделировать условия работы натурального узла трения. Данная 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-Т" и "Хардкарб-ТПГ" в паре со сталью 40Х13 в диапазоне температур 300...700°С при скорости скольжения 0.16 м/с и нагрузке 1.0 МПа было установлено, что с увеличением температуры коэффициент трения растет (рис. 1). В рабочем диапазоне температур 400...500 °С коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" изменяется в пределах 0.19-0.23. При температуре 400°С, нагрузке 1.0 МПа и скорости 0.16 м/с коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" меньше в 1.74 раза, чем материала «Аргалон-2D», а при температуре 500°С коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" меньше в 1.62 раза, чем материала «Аргалон-2D». С увеличением температуры более 300°С 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-Т".

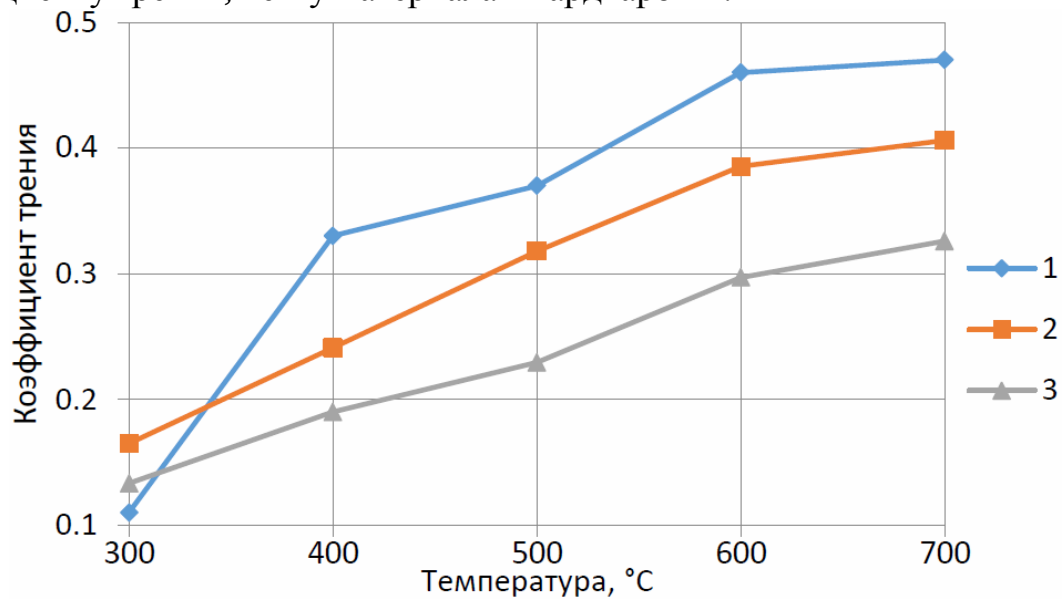


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от температуры при нагрузке 1,0МПа и скорости 0,16 м/с материалов: 1-«Аргалон-2D», 2-«Хардкарб-Т», 3-«Хардкарб-ТПГ»

Выводы. Материал "Хардкарб-ТПГ" имеет лучшие антифрикционные характеристики, чем материалы «Аргалон-2D» и "Хардкарб-Т". При температуре 400°C, нагрузке 1.0 МПа и скорости 0.16 м/с коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" меньше в 1.74 раза, чем материала «Аргалон-2D», а при температуре 500°C коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" меньше в 1.62 раза, чем материала «Аргалон-2D». Коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" в диапазоне температур 400...500°C изменяется от 0.19 до 0.23, что является приемлемым результатом для применения материала "Хардкарб-ТПГ" в узлах трения роботизированных систем, работающих в экстремальных условиях. Полученные результаты в области высокотемпературных испытаний материалов на трение предназначены для использования при проектировании узлов трения.

Список литературы

1. Мазаев К.А., Ермакова Н.А., Косов А.В., Шестаев А.А., Надточий О.В. Формирование программы развития вооружения, военной и специальной техники в системе МЧС России // Актуальные вопросы пожарной безопасности. – 2021. – № 2 (8). – С. 21-25.
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. 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.

Сведения об авторах:

Роцин Михаил Николаевич – к.т.н., ведущий научный сотрудник;

Кривошеев Андрей Юрьевич – директор;

Мишанова Валентина Георгиевна – к.т.н., доцент.