

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПАРЫ ТРЕНИЯ С УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Рощин М.Н.

Ключевые слова: трение, коэффициент трения, нагрузка, высокотемпературные испытания, контактное давление, УУКМ.

Аннотация. Работа посвящена высокотемпературным лабораторным трибологическим испытаниям углеродосодержащих материалов. Установлено, что при нагрузке 0,5МПа зависимость коэффициента трения с увеличением температуры от 20°С до 500°С монотонно падает. Аналогичная картина складывается и для нагрузки 1,0МПа. При температуре 500°С с увеличением нагрузки с 0,5МПа до 1,0МПа, коэффициент трения уменьшается для скоростей 0,05; 0,16; 0,25м/с на 3; 12; 10% соответственно.

INVESTIGATION OF THE PERFORMANCE OF A FRICTION PAIR WITH CARBON-CONTAINING MATERIALS AT HIGH TEMPERATURES

Roshchin M.N.

Keywords: friction, coefficient of friction, load, high temperature tests, contact pressure, CCCM.

Abstract. The work is devoted to high-temperature laboratory tribological tests of carbon-containing materials. It is established that at a load of 0.5 MPa, the dependence of the coefficient of friction with an increase in temperature from 20°C to 500°C falls monotonously. A similar picture is formed for a load of 1.0 MPa. At a temperature of 500°C with an increase in the load from 0.5 MPa to 1.0 MPa, the coefficient of friction decreases for speeds of 0.05; 0.16; 0.25 m / s by 3; 12; 10%, respectively.

Полет космических аппаратов (КА) к дальним планетам солнечной системы, сопровождающийся экстремальными условиями (высокая температура, давление и т.д., требует повышения функциональности исполнительных органов. Для решения поставленной проблемы для узлов трения требуются новые материалы, которые должны выдерживать экстремальные нагрузки космических полетов (высокие температуры, давление и т.д.) и иметь достаточно низкую удельную массу. Поэтому для работы в условиях высоких температур в узел трения должен входить неметаллический материал, который кроме хороших антифрикционных свойств, должны обладать хорошей стойкостью к адгезионному схватыванию. К числу наиболее перспективных материалов относятся углеродуглеродные композиционные материалы (УУКМ) [1]. Материал УУКМ обладает экстремально низкой плотностью, хорошие характеристики прочности и стойкости к адгезионному схватыванию, высокая температурная стойкость определяют интерес к их применению в (КА), особенно для обеспечения работоспособности узлов трения, например, механизмов поворота антенн, в условиях длительных полетов космических аппаратов в открытом космосе. В условиях высоких температур, например при полетах в сторону Солнца, также в условиях агрессивной среды, например на планете Венера, требуется высокая термостойкость [2]. Поэтому для работы в условиях высоких

температур Наибольший интерес в этих условиях представляют керамические и углеродные композиты. Применение УУКМ в узлах трения при высоких температурах сдерживается в связи с тем, что коэффициент трения имеет высокое значение.

Цель работы – исследовать работоспособность пары трения с углеродосодержащими материалами при высоких температурах при трении по стали 40X13 при температуре 20-600°C.

В связи с тем, что материал УУКМ имеет пористую структуру, для улучшения трибологических параметров производилось изменение структуры поверхности трения, которая насыщалась антимонидом индия (InSb) с последующей обработкой в среде Se и политетрафторэтилена (Se-ПТФЭ) в защитной камере при температуре 800°C [3].

Для решения поставленной задачи было изучено влияния скорости 0,05; 0,16 и 0,25 м/с; нагрузки 0,5 и 1,0 МПа при трении образцов УУКМ, обработанных в среде InSb-Se-ПТФЭ по стали 40X13 при температуре 20-600°C.

Сравнительные трибологические испытания проводились на высокотемпературном стенде ВТМТ-1000, разработанном в ИМАШ РАН, обеспечивающий режим трения образцов по пальчиковой схеме в интервале температур 20...1000°C в условиях удельных нагрузок 0,12...1,0 МПа и скорости скольжения 0,05-0,37 м/с. В процессе испытаний осуществлялся контроль удельной нагрузки на испытуемые образцы, скорости вращения шпинделя установки, времени испытаний, момента трения и температуры.

Испытания проводились на образцах 10x10x8 мм из УУКМ, в паре трения со сталью 40X13 [3]. Площадь контакта составляла 300 мм², средний диаметр расположения образцов – 66 мм, линейная скорость – 0,05; 0,16; 0,25 м/с, осевая нагрузка: 0,5 и 1,0 МПа, температурный диапазон испытаний 20-600°C. В результате испытаний была установлена зависимость коэффициента трения при нагрузке 0,5 и 1,0 МПа и температуре 20-600°C для испытуемых образцов. Результаты испытаний приведены на рис. 1 и 2.

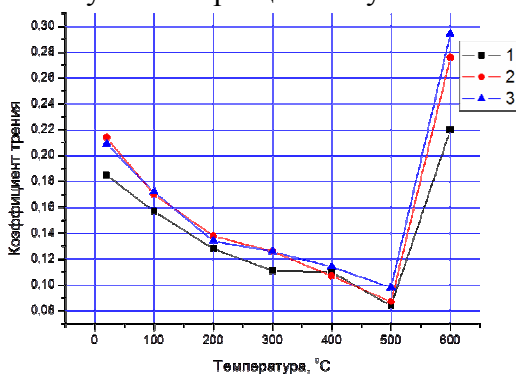


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от температуры при нагрузке 0,5 МПа и скорости, м/с: 1-0,05; 2-0,16; 3-0,25

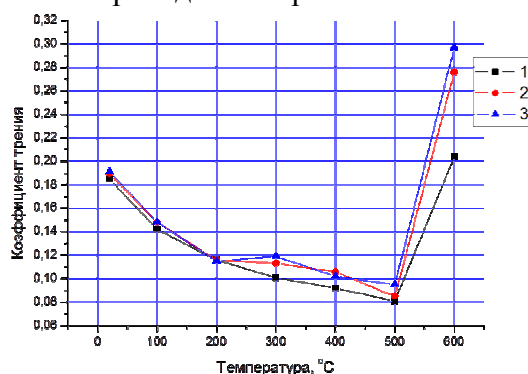


Рис. 2. Зависимость коэффициента трения от температуры при нагрузке 1,0 МПа и скорости, м/с: 1-0,05; 2-0,16; 3-0,25

При нагрузке 0,5МПа зависимость коэффициента трения с увеличением температуры от 20°С до 500°С монотонно падает. Так при температуре 20°С коэффициент трения находится в диапазоне 0,18-0,21. При температуре 500°С коэффициент трения находится в диапазоне 0,084-0,098. С увеличением температуры от 500°С до 600°С коэффициент трения резко возрастает для всех диапазонов скоростей и достигает значений 0,22-0,294. Аналогичная картина складывается и для нагрузки 1,0МПа. Следует заметить, что при температуре 500°С с увеличением нагрузки с 0,5МПа до 1,0МПа, коэффициент трения уменьшается для скоростей 0,05; 0,16; 0,25м/с на 3; 12; 10% соответственно.

Выводы

Проведенные исследования показали, что при нагрузке 0,5МПа зависимость коэффициента трения с увеличением температуры от 20°С до 500°С монотонно падает. Аналогичная картина складывается и для нагрузки 1,0МПа. Следует заметить, что при температуре 500°С с увеличением нагрузки с 0,5МПа до 1,0МПа, коэффициент трения уменьшается для скоростей 0,05; 0,16; 0,25м/с на 3; 12; 10% соответственно.

Список литературы

1. Новые материалы. Колл. авторов. Под научной редакцией Ю.С. Карабасова. – М: МИСИС, 2002 – 736 с.
2. 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.
3. Рошин М.Н. Трибологические параметры при трении модифицированной поверхности УУКМ при различных скоростях движения // Современные проблемы теории машин. – 2019. – №8. – С. 22-24.

References

1. New material. Group authors. Under the scientific editorship of Yu.S. Karabasov. – M: MISIS, 2002 – 736p.
2. Alisin V.V., Roshchin M.N., Lukyanov A.I., et al. Development and research of friction units operating at high temperatures in relation to spacecraft // Vestnik NPO n.a. S.A. Lavochkin. – 2019. – No. 1. – P. 61-65.
3. Roshchin M.N. Tribological parameters for friction of a modified CCCM surface at different speeds // Modern problems of machine theory. – 2019. – №8. – P. 22-24.

<p>Рошин Михаил Николаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник. Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва, Россия, Roschin50@yandex.ru</p>	<p>Roshchin Mikhail Nikolaevich – candidate of technical sciences, leading researcher. Blagonravov Institute of Mechanical Engineering, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, Roschin50@yandex.ru</p>
--	---

Received 30.01.2020