

<https://doi.org/10.26160/2572-4347-2019-7-15-18>

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ТРЕНИЯ УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ

Рощин М.Н.

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

Аннотация. Работа посвящена высокотемпературным лабораторным трибологическим испытаниям УУКМ и его модификации. Установлено, что модифицированная поверхность трения УУКМ, обработанная в среде Se-ПТФЭ, при температуре 600°C и нагрузке 1,0 МПа имеет коэффициент трения образцов по стали 40Х13 в 2,4 и 3,3 раза меньше, чем образцов, обработанных в среде SnSe-ПТФЭ и ПТФЭ соответственно.

THE STUDY OF THE INFLUENCE OF SURFACE MODIFICATION OF CARBON-CONTAINING FRICTION MATERIALS ON THE FRICTION COEFFICIENT

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 CCCM and its modification. It was found that the modified surface of friction CCCM treated in Se-PTFE at a temperature of 600°C and a load of 1.0 MPa has a friction coefficient of 40X13 steel samples in 2,4 and 3,3 times less than the samples treated in SnSe-PTFE and PTFE, respectively.

В условиях длительных полетов космических аппаратов в открытом космосе для обеспечения работоспособности узлов трения, например, механизмов поворота антенн, требуются материалы, которые кроме хороших антифрикционных свойств, должны обладать хорошей стойкостью к адгезионному схватыванию. При повышенных температурах задиростойкость материалов уменьшается потому, что с ростом температуры снижаются характеристики прочности материалов, а силы адгезионного взаимодействия, относятся к дисперсионным силам, т.е. имеют электрическую природу, и на них влияние температуры практически нет. Поэтому для работы в условиях высоких температур в узел трения должен входить неметаллический материал. Наибольший интерес в этих условиях представляют керамические и углеродные композиты [1]. Узлы трения, как правило, работают в условиях динамического нагружения и вибраций, поэтому к материалам триботехнического назначения предъявляются повышенные требования по трещиностойкости.

Поиск новых материалов и правильный выбор их для узлов трения – один из эффективных путей повышения надежности и долговечности машин. Проблема выбора материалов для узлов трения усложняется еще тем, что в экстремальных условиях испытаний работы узлов трения необходимо создать условия близкие к реальным. Моделирование работы узлов трения, работающих при высоких температурах, осложняется созданием

специального оборудования и методики проведения эксперимента. Отсутствие унифицированных методов испытаний объясняется сложностью процессов, происходящих при трении, наличием большого числа факторов, влияющих на процесс трения.

Большой интерес при создании узлов трения представляют углерод-углеродные композиционные материалы (УУКМ), содержащие углеродный армирующий элемент в виде дискретных волокон. Достоинствами УУКМ являются малая плотность ($1,3 - 2,1 \text{ т/м}^3$); высокие теплоемкость, сопротивление тепловому удару, эрозии и облучению; высокие прочность и жесткость [2]. Широкое применение УУКМ в узлах трения при высоких температурах сдерживается в связи с тем, что коэффициент трения имеет высокое значение.

Цель работы - изучить влияние модификации поверхности трения для уменьшения коэффициента трения материала УУКМ по стали 40Х13 при удельной нагрузке 0,5 и 1,0 МПа и диапазоне температур (20...800°C).

Для решения поставленной задачи производилась модификация поверхности трения УУКМ [3]. Для уменьшения коэффициента трения УУКМ поверхность трения обрабатывалась в среде:

- селена и политетрафторэтилена (Se-ПТФЭ). Процесс обработки образцов из УУКМ проводился в защитной камере при температуре 820°C.

- селенида олова и политетрафторэтилена (SnSe-ПТФЭ). Процесс обработки образцов из УУКМ проводился в защитной камере при температуре 880°C.

- ПТФЭ при температуре 680°C.

Испытаниям были подвергнуты 4 вида образцов: УУКМ и УУКМ, обработанных в среде Se-ПТФЭ, SnSe-ПТФЭ и ПТФЭ. 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. В процессе испытаний осуществлялся контроль нагрузки на испытываемые образцы, скорость вращения шпинделя установки, время испытаний и температура.

Для испытаний использовался объемно-армированные углерод-углеродный композиционный материал марки «Арголон-2D».

Испытания проводились на образцах 10x10x8мм из УУКМ, в паре трения со сталью 40Х13 [4]. Площадь контакта составляла 300мм², средний диаметр расположения образцов – 66 мм, линейная скорость – 0,16 м/с, осевая нагрузка: 0,5 и 1,0 МПа. В процессе испытаний измерялась температура на поверхности трения и момент трения.

В результате испытаний была установлена зависимость коэффициента трения при нагрузке 0,5 и 1,0 МПа и температуре от 20°C до 800°C для испытываемых образцов материалов: УУКМ и УУКМ, обработанных в среде Se-ПТФЭ, SnSe-ПТФЭ и ПТФЭ. Результаты испытаний приведены на рис.1 и 2.

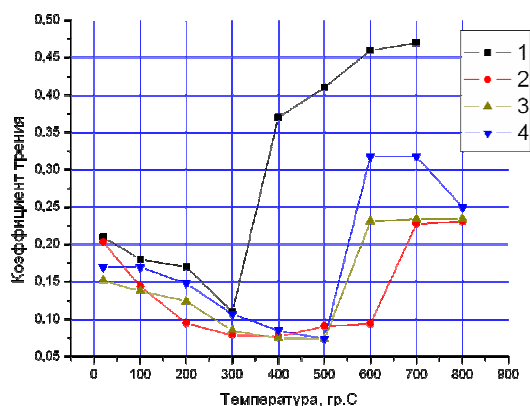


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от температуры при нагрузке 1,0МПа материалов: 1-УУКМ, 2-Se-ПТФЭ, 3- SnSe-ПТФЭ, 4- ПТФЭ

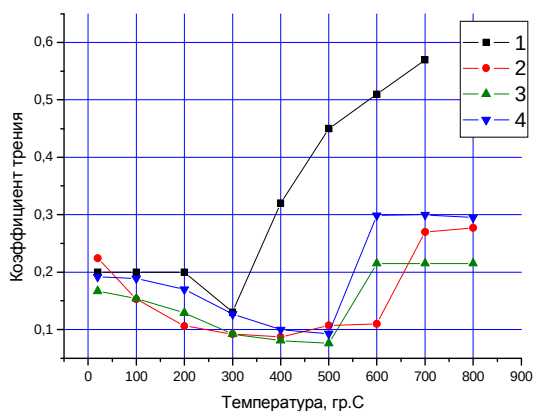


Рис. 2. Зависимость коэффициента трения от температуры при нагрузке 0,5МПа материалов: 1-УУКМ, 2-Se-ПТФЭ, 3- SnSe-ПТФЭ, 4- ПТФЭ

Обработанная поверхность трения УУКМ в среде Se-ПТФЭ, SnSe-ПТФЭ и ПТФЭ при трении по стали 40X13 в режимах температур от 20°C до 800°C имеет более низкий коэффициент трения при нагрузке 0,5 и 1,0МПа. При нагрузке 1,0МПа и температуре 500°C коэффициент трения для образцов, обработанных в среде Se-ПТФЭ, SnSe-ПТФЭ и ПТФЭ ниже на 77%, 82%, 81%, чем у УУКМ соответственно. При нагрузке 0,5МПа и температуре 500°C коэффициент трения для образцов, обработанных в среде Se-ПТФЭ, SnSe-ПТФЭ и ПТФЭ ниже на 76%, 83% и 79%, чем у УУКМ соответственно. При температуре 600°C и нагрузке 1,0МПа коэффициент трения образцов, обработанных в среде SnSe-ПТФЭ и ПТФЭ выше, чем образцов, обработанных в среде Se-ПТФЭ в 2,4 и 3,3 раза соответственно. При температуре 600°C и нагрузке 0,5МПа коэффициент трения образцов, обработанных в среде SnSe-ПТФЭ и ПТФЭ выше, чем образцов, обработанных в среде Se-ПТФЭ в 1,9 и 2,4 раза соответственно.

Выводы

Проведенные исследования показали, что при температуре 600°C и нагрузке 1,0МПа коэффициент трения образцов, обработанных в среде SnSe-ПТФЭ и ПТФЭ выше, чем образцов, обработанных в среде Se-ПТФЭ в 2,4 и 3,3 раза соответственно.

Список литературы

1. Алисин В.В., Рощин 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.
2. Новые материалы. Колл. авторов. Под научной редакцией Ю.С. Карабасова. – М: МИСИС, 2002. – 736 с.

3. Roshchin M.N. Modification of surface friction cccm pairs of tin selenide for high temperatures // Journal of Advanced Research in Technical Science. – 2019. – Issue 14, Volume 1. – P. 35-38.
4. Алисин В.В., Юдкин В.Ф. Исследование физико-механических свойств наномодифицированного углерод-углеродного композита фрикционного назначения термар // Деформирование и разрушение композиционных материалов и конструкций Труды Третьей международной конференции. 2018. С. 7-9.

References

1. 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 im. S.A. Lavochkina. 2019. No. 1. P. 61-65.
2. New material. Call. authors'. Under the editorship of Yu.S. Karabasov. – M: MISIS, 2002. – 736 p.
3. Roshchin M.N. Modification of surface friction cccm pairs of tin selenide for high temperatures // Journal of Advanced Research in Technical Science. – 2019. – Issue 14, Volume 1. – P. 35-38.
4. Alisin V.V., Yudkin V.F. Investigation of physical and mechanical properties of nanomodified carbon-carbon composite of frictional purpose termar // Deformation and destruction of composite materials and structures Proceedings of the Third international conference. 2018. P. 7-9.

Рощин Михаил Николаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, Институт машиноведения имени А.А.Благонравова Российской академии наук, Россия, г.Москва, Roschin50@yandex.ru

Roshchin Mikhail Nikolaevich – candidate of technical sciences, leading researcher, Institute of mechanical engineering named A.A. Blagonravov of Russian Academy of Sciences, Russia, Moscow, Roschin50@yandex.ru

Received 14.05.2019