

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАГРУЗКИ ПРИ ТРЕНИИ УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Рощин М.Н., Кривошеев А.Ю.

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

Аннотация. Работа посвящена высокотемпературным лабораторным трибологическим испытаниям углеродосодержащих материалов. Установлено, что при температуре 700°C и нагрузке 0,5МПа коэффициент трения для образцов из материала «Хардкарб» меньше на 21%, чем у материала «Арголон-2D», а при нагрузке 1,0МПа коэффициент трения для образцов из материала «Хардкарб» меньше на 18%, чем у материала «Арголон-2D».

STUDY OF THE INFLUENCE OF LOAD BY FRICTION OF CARBONACEOUS MATERIALS AT HIGH TEMPERATURES

Roshchin M.N., Krivosheev A.Yu.

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

Abstract. The work is devoted to high-temperature laboratory tribological tests of carbonaceous materials. It is established that at a temperature of 700 ° C and a load of 0.5 MPa the friction coefficient for samples of material "Hardcarb" less by 21% than that of the material "Angolan-2D", and at a load of 1.0 MPa the friction coefficient for samples of material "Hardcarb" less by 18% than that of the material "Angolan-2D".

Решение сложных конструкционных и технологических задач при разработке, создании и эксплуатации космических средств невозможно без широкого развития и внедрения результатов космического материаловедения. При разработке космических средств требуются новые материалы, которые должны выдерживать нагрузки космических полетов (высокие температура, давление и т.д.) и иметь достаточно низкую удельную массу. 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 задиристость 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].

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 т/м³); 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 – исследовать влияние нагрузки на коэффициент трения углеродосодержащих материалов при трении по стали 40Х13 при удельной нагрузке 0,3...1,0 МПа и температуре 400°С и 700°С.

Для решения поставленной задачи было рассмотрено два вида УУКМ:

- объемно-армированный углерод-углеродный композиционный материал марки «Арголон-2D» [3];
- материал углеродный 2D армированный "Хардкарб", изготовленный из углеродной технической ткани типа Т-0,5П-22Н (вискоза) [4].

Испытаниям были подвергнуты 2 вида образцов: материал «Арголон-2D» и «Хардкарб». 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°С в условиях удельных нагрузок 0,12...1,0 МПа. В процессе испытаний осуществлялся контроль нагрузки на испытываемые образцы, скорость вращения шпинделя установки, время испытаний, момент трения и температура.

Испытания проводились на образцах 10х10х8мм из УУКМ, в паре трения со сталью 40Х13 [5]. Площадь контакта составляла 300мм², средний диаметр расположения образцов – 66 мм, линейная скорость – 0,16 м/с, осевая нагрузка: 0,3...1,0 МПа, температура испытаний 400°С и 700°С. В результате испытаний была установлена зависимость коэффициента трения при нагрузке 0,3...1,0 МПа и температуре 400°С и 700°С для испытываемых образцов материалов: «Арголон-2D» и «Хардкарб». Результаты испытаний приведены на рис. 1 и 2.

При температуре 400°С и нагрузке 0,5 МПа коэффициент трения для образцов из материала «Хардкарб» меньше на 21%, чем у материала «Арголон-2D», а при нагрузке 1,0 МПа коэффициент трения для образцов из материала «Хардкарб» меньше на 38%, чем у материала «Арголон-2D».

При температуре 700°C и нагрузке 0,5МПа коэффициент трения для образцов из материала «Хардкарб» меньше на 21%, чем у материала «Арголон-2D», а при нагрузке 1,0МПа коэффициент трения для образцов из материала «Хардкарб» меньше на 18%, чем у материала «Арголон-2D».

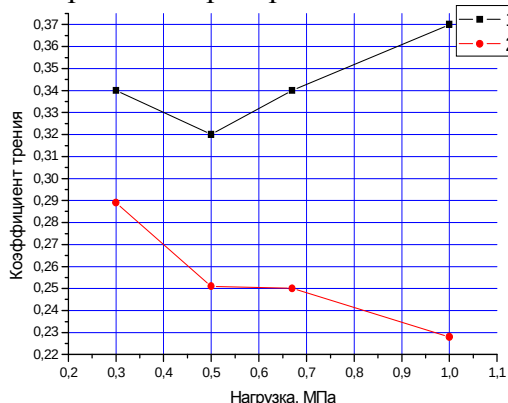


Рис.1. Зависимость коэффициента трения от нагрузки при температуре 400°C материалов: 1-«Арголон-2D», 2-«Хардкарб»

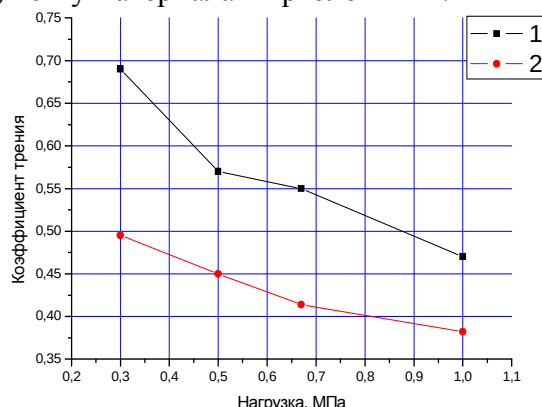


Рис. 2. Зависимость коэффициента трения от нагрузки при температуре 700°C материалов: 1-«Арголон-2D», 2-«Хардкарб»

Выводы

Проведенные исследования показали, что при температуре 700°C и нагрузке 0,5МПа коэффициент трения для образцов из материала «Хардкарб» меньше на 21%, чем у материала «Арголон-2D», а при нагрузке 1,0МПа коэффициент трения для образцов из материала «Хардкарб» меньше на 18%, чем у материала «Арголон-2D».

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. Материал углеродный 2D-3D армированный «ХАРДКАРБ». Технические условия ТУ28.99.39-002-49798825-2018.
5. 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 named S.A. Lavochkin. 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. Material carbon 2D-3D reinforced "HARDKARB". Specifications TY28.99.39-002-49798825-2018.
5. 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 им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва, Россия, Roschin50@yandex.ru	Roshchin Mikhail Nikolaevich – candidate of technical Sciences, leading researcher, A.A.Blagonravov Institute of Mechanical Engineering, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, Roschin50@yandex.ru
Кривошеев Андрей Юрьевич – директор ООО "ГАЗ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКТ", г.Таранрог, Россия, gmk.taganrog@yandex.ru	Krivosheev Andrey Yuryevich – Director of "GAZ METALLOKOMPLEKT", Taganrog, Russia, gmk.taganrog@yandex.ru

Received 19.06.2019