

МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТРЕНИЯ ТЕЛЛУРОМ ДЛЯ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

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 температуре +500 °С и нагрузке 0,5МПа коэффициент трения образцов из УУКМ больше в 1,3 раза, чем у образцов, обработанных в среде Те, а при нагрузке 1,0МПа больше в 1,4 раза, чем у образцов, обработанных в среде Те. При температуре 400°С и нагрузке 0,3-1,0МПа коэффициент трения образцов, обработанных в среде Те, находится в диапазоне 0,22-0,26, а при температуре 500°С в диапазоне 0,28-0,34.

MODIFICATION OF THE FRICTION SURFACE WITH TELLURIUM FOR OPERATION 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 temperature of +500 °C and a load of 0.5 MPa, the coefficient of friction of samples from CCCM is 1.3 times greater than that of samples processed in the Te medium, and at a load of 1.0 MPa it is 1.4 times greater than that of samples processed in the Te medium. At a temperature of 400°C and a load of 0.3-1.0 MPa, the coefficient of friction of samples processed in the Te medium is in the range of 0.22-0.26, and at a temperature of 500°C in the range of 0.28-0.34.

При создании космических аппаратов (КА) для полета к дальним планетам солнечной системы необходимо учитывать условия работы (высокая температура, давление и т.д.), при которых требуется обеспечить надежную работу исполнительных органов КА. Для обеспечения работоспособности узлов трения требуются новые материалы, которые должны выдерживать экстремальные нагрузки космических полетов 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. Для проверки работоспособности пар трения в условиях высоких температур необходимо проводить моделирование работы узлов трения, которое требует создание специального оборудования и методики проведения эксперимента. Отсутствие унифицированных методов испытаний и методик объясняется сложностью процессов, происходящих при трении, наличием большого числа факторов, влияющих на процесс трения. К числу наиболее перспективных материалов относятся углерод-углеродные 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 [2]. В условиях высоких температур, например, при полетах в сторону Солнца, требуется высокая термостойкость [3]. 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 возможность модификации поверхности трения УУКМ теллуром для работы в паре трения со сталью 40X13 при температуре +400 и +500 °С.

В связи с тем, что материал УУКМ имеет пористую структуру, для улучшения трибологических параметров производилось изменение структуры поверхности трения, которая насыщалась теллуром (Te) при температуре +880 °С с предварительной откачкой вакуума до температуры +300 °С.

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 и скорости скольжения 0,05-0,35 м/с. В процессе испытаний осуществлялся контроль удельной нагрузки на испытываемые образцы, скорости вращения шпинделя установки, времени испытаний, момента трения и температуры.

Испытания проводились на образцах 10x10x8 мм из УУКМ и модифицированных в среде Te в паре трения со сталью 40X13 [4]. Площадь контакта составляла 300 мм², средний диаметр расположения образцов – 66 мм, линейная скорость – 0,16 м/с, осевая нагрузка: 0,5 и 1,0 МПа, температура испытаний +400 и +500 °С. В результате испытаний была установлена зависимость коэффициента трения при нагрузке 0,5 и 1,0 МПа и температуре +400 и +500 °С для испытываемых образцов. Результаты испытаний приведены на рис.1 и 2.

При температуре +400 °С, скорости 0,16 м/с для УУКМ с увеличением нагрузки с 0,5 МПа до 1,0 МПа коэффициент трения растет. Так при температуре +400 °С и нагрузке 0,5 МПа коэффициент трения образцов из УУКМ больше в 1,3 раза, чем у образцов, обработанных в среде Te, а при нагрузке 1,0 МПа больше в 1,6 раза, чем у образцов, обработанных в среде Te. При температуре +500 °С и нагрузке 0,5 МПа коэффициент трения образцов из УУКМ больше в 1,3 раза, чем у образцов, обработанных в среде Te, а при нагрузке 1,0 МПа больше в 1,4 раза, чем у образцов, обработанных в среде Te. При температуре 400 °С и нагрузке 0,3-1,0 МПа коэффициент трения образцов, обработанных в среде Te, находится в диапазоне 0,22-0,26, а при температуре 500 °С в диапазоне 0,28-0,34.

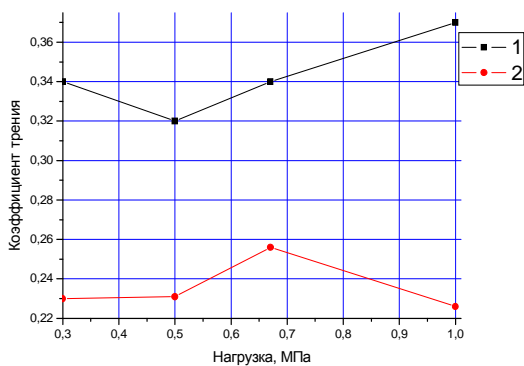


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от нагрузки при температуре 400 °С и скорости 0,16 м/с: 1-УУКМ, 2-УУКМ-Те

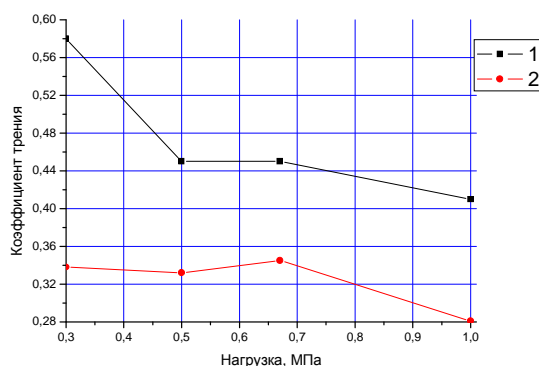


Рис. 2. Зависимость коэффициента трения от нагрузки при температуре 500 °С и скорости 0,16 м/с: 1-УУКМ, 2-УУКМ-Те

Выводы

Проведенные исследования показали, что при температуре +500 °С и нагрузке 0,5МПа коэффициент трения образцов из УУКМ больше в 1,3 раза, чем у образцов, обработанных в среде Те, а при нагрузке 1,0МПа больше в 1,4 раза, чем у образцов, обработанных в среде Те. При температуре 400°С и нагрузке 0,3-1,0МПа коэффициент трения образцов, обработанных в среде Те, находится в диапазоне 0,22-0,26, а при температуре 500°С в диапазоне 0,28-0,34.

Список литературы

1. Новые материалы. Колл. Авторы / Под научной редакцией Ю.С. Карабасова. – М: МИСИС, 2002 – 736 с.
2. Gradl P.R., Valentine P.G. Carbon-Carbon Nozzle Extension Development in Support of In-Space and Upper-Stage Liquid Rocket Engines. NASA Marshall Space Flight Center, Huntsville, AL 35812. 53rd AIAA / SAE / ASEE Joint Propulsion Conference, Atlanta, GA (AIAA-2017-5064). 2019.
3. Алисин В.В., Роцин 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.
4. Роцин 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. Call. Authors / Under the scientific editorship of Yu.S. Karabasov. – M: MISIS, 2002. – 736p.
2. Gradl P.R., Valentine P.G. Carbon-Carbon Nozzle Extension Development in Support of In-Space and Upper-Stage Liquid Rocket Engines. NASA Marshall

- Space Flight Center, Huntsville, AL 35812. 53rd AIAA / SAE / ASEE Joint Propulsion Conference, Atlanta, GA (AIAA-2017-5064). 2019.
3. 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.
 4. Roshchin M.N. Tribological parameters for friction of a modified CCCM surface at different speeds // Modern problems of theory of machine. – 2019. – № 8. – P. 22-24.

Рошин 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. Blagonravov, Institute of Mechanical Engineering, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, Roschin50@yandex.ru
---	---

Received 03.04.2020