

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Роцин М.Н.¹, Кривошеев А.Ю.²

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

²*ООО «ГАЗ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКТ», г.Таганрог*

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

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

Развитие современной техники приводит к необходимости создания узлов трения, способных работать в экстремальных условиях. Например, в условиях высоких температур. 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].

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.

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 изменение коэффициента трения углеродосодержащих материалов при трении по стали 40Х13 при удельной нагрузке 0,5 и 1,0 МПа и диапазоне температур (20...800°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°C в условиях удельных нагрузок 0,12...1,0МПа. В процессе испытаний осуществлялся контроль нагрузки на испытываемые образцы, скорость вращения шпинделя установки, время испытаний, момент трения и температура.

Испытания проводились на образцах 10x10x8мм 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: 0,5 и 1,0МПа.

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: «Арголон-2D» и «Хардкарб». Результаты испытаний приведены на рисунке 1.

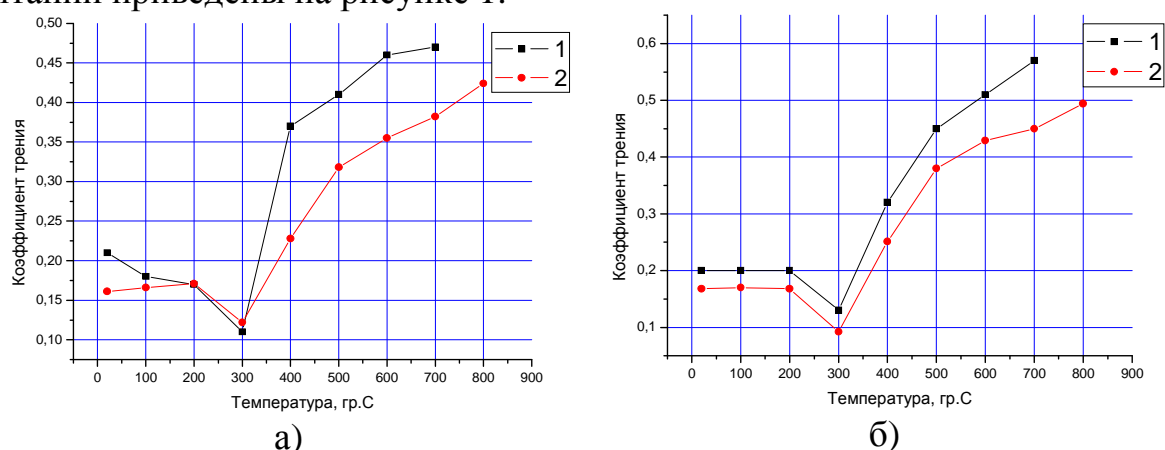


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от температуры материалов: 1 – УУКМ «Арголон-2D», 2 – УУКМ «Хардкарб» при нагрузке: а) 1,0МПа; б) 0,5МПа

Испытание материалов «Арголон-2D» и «Хардкарб» при трении по стали 40Х13 в режимах температур от 20°C до 300°C имеет близкие значения коэффициента трения при нагрузке 0,5 и 1,0МПа. При температуре выше 300°C коэффициент трения обоих материалов растет при нагрузке 0,5 и 1,0МПа. При нагрузке 1,0МПа и температуре 700°C коэффициент трения для образцов из материала «Хардкарб» меньше на 18%, чем у материала «Арголон-2D». При нагрузке 0,5МПа и температуре 700°C коэффициент трения для образцов из материала «Хардкарб» меньше на 21%, чем у материала «Арголон-2D».

Выводы

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

температуре 700°C коэффициент трения для образцов из материала «Хардкарб» меньше на 21%, чем у материала «Арголон-2D».

Список литературы

1. 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.
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.

Сведения об авторах:

Рошин Михаил Николаевич – к.т.н., ведущий научный сотрудник, ИМАШ РАН, г.Москва;

Кривошеев Андрей Юрьевич – директор ООО "ГАЗ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКТ", г.Таганрог.

TO STUDY THE CHANGES OF THE FRICTION COEFFICIENT 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. Found that at a load of 1.0 MPa and a temperature of 700°C coefficient of friction for samples made of material "Hardcarb" less by 18% than the material "Angolan-2D", and at a load of 0.5 MPa and a temperature of 700°C coefficient of friction for samples made of material "Hardcarb" less by 21% than the material "Angolan-2D".