

ПОВЫШЕНИЕ АНТИФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА ПРИ МОДИФИКАЦИИ ТЕЛЛУРОМ

Рощин М.Н.

*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук,
Москва*

Ключевые слова: коэффициент трения, нагрузка, высокотемпературные испытания, контактное давление, материал “Арголон-2D”, модификатор.

Аннотация. Работа посвящена высокотемпературным трибологическим испытаниям углерод-углеродного материала “Арголон-2D”, модифицированного теллуром. При температуре +500°C, нагрузке 1,0 МПа, скорости 0,16 м/с коэффициент трения материала “Арголон-2D”+Te меньше в 1,4 раза, чем у образцов “Арголон-2D”. В диапазоне температуры +500...+800°C коэффициент трения модифицированного материала “Арголон-2D”+Te при нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,05 и 0,16 м/с сохраняет низкое значение и находится в диапазоне 0,24...0,29.

INCREASED ANTIFRICTION PROPERTIES OF CARBON-CARBON MATERIAL WHEN MODIFIED WITH TELLURIUM

Roshchin M.N.

*Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences,
Moscow*

Keywords: coefficient of friction, load, high temperature tests, contact pressure, Argolon-2D material, modifier.

Abstract. The work is devoted to high-temperature tribological tests of Argolon-2D carbon-carbon material modified with tellurium. At a temperature of +500°C, a load of 1,0 MPa, and a velocity of 0,16 m/s, the coefficient of friction of the “Argolon-2D”+Te material is 1,4 times lower than that of the “Argolon-2D” samples. In the temperature range of +500...+800° the coefficient of friction of the modified “Argolon-2D”+Te material at a load of 1,0 MPa and speeds of 0,05 and 0,16 m/s remains low and is in the range of 0,24...0,29.

Введение. Для работоспособности узлов трения при высоких температурах необходимо обеспечить температурный режим работы пар трения, который не способствует повышению коэффициента трения. Для этого необходимо повышать антифрикционность пары трения [1]. Конструктивные и технологические приемы не всегда могут обеспечить уменьшение тепловыделения в узле трения. Для уменьшения коэффициента трения в паре необходимо применять антифрикционные материалы, использовать высокотемпературные смазочные материалы и твердосмазочные покрытия. Все эти способы должны способствовать уменьшению коэффициента трения, повышению антифрикционности пары трения [2]. Применение высокотемпературных смазочных материалов приводит к снижению износа поверхностей трения при высоких температурах. Использование жидких смазок в агрегатах с узлами трения, работающих при высоких температурах, не дает положительного результата. Применение твердых смазочных покрытий повышает антифрикционность поверхностей трения в условиях высоких

температур. Для работы в узлах трения при высоких температурах применяют углерод-углеродные композиционные материалы (УУКМ) [3]. Материал УУКМ имеет низкую плотность, хорошие характеристики удельной прочности, обладает стойкостью к адгезионному схватыванию, низкий коэффициент трения, что обеспечивает малый износ поверхностей трения.

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 теллуrom для работы в паре трения со сталью 40X13 при температуре до +800°C.

Материалы и методы исследований. Образцы изготовлены из объемно-армированного углерод-углеродного композиционного материала марки «Арголон-2D». В качестве ответной пары при трении использовались образцы из коррозионностойкой стали 40X13. Для улучшения трибологических параметров поверхности трения материала «Арголон-2D» в паре со сталью 40X13 производилась модификация поверхности трения антифрикционными материалами. Материал «Арголон-2D» имеет пористую структуру и для повышения его антифрикционности поверхности поверхностные поры заполнялись модификатором – теллуrom (Te). 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 0,05-0,35 м/с [4]. В процессе испытаний осуществлялся контроль удельной нагрузки на испытываемые образцы, скорости вращения шпинделя установки, времени испытаний, момента трения и температуры.

Испытания проводились на образцах “Арголон-2D” и “Арголон-2D”+Te в паре со сталью 40X13 при линейной скорости: 0,05 и 0,16 м/с, осевой нагрузке – 1,0 МПа, температуре – +20...+800°C.

Результаты эксперимента. В результате испытаний была установлена зависимость коэффициента трения при нагрузке 1,0 МПа, скорости 0,05 и 0,16 м/с, температуре +20...+800°C. Результаты испытаний приведены на рисунке 1. В диапазоне температуры +20...+300°C изменения коэффициента трения происходят не значительные. Коэффициент трения материала «Арголон-2D» при температуре выше +300°C резко возрастает. При температуре +500°C, нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,16 м/с коэффициент трения образцов “Арголон-2D”+Te меньше в 1,4 раза, чем у образцов “Арголон-2D”. В диапазоне температуры +500...+800°C коэффициент трения модифицированного материала “Арголон-2D”+Te при нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,05 и 0,16 м/с сохраняет низкое значение и находится в диапазоне 0,24...0,29.

Материал «Арголон-2D» при испытании в атмосфере воздуха испытывает сильное высокотемпературное окисление, которое вызывает быструю деградацию и эрозию и скорость окисления быстро возрастает с ростом температуры. В присутствии воздуха происходит распад углеродосодержащего материала. Модификация поверхности трения теллуrom заполняет поры материала антифрикционным составом и создает защитную антифрикционную

пленку, создавая поверхность с улучшенными антифрикционными свойствами, как это и показали проведенные эксперименты. Модифицированная поверхность при высокотемпературном нагреве более устойчива к окислительному процессу, что подтверждено в процессе испытаний низким коэффициентом трения.

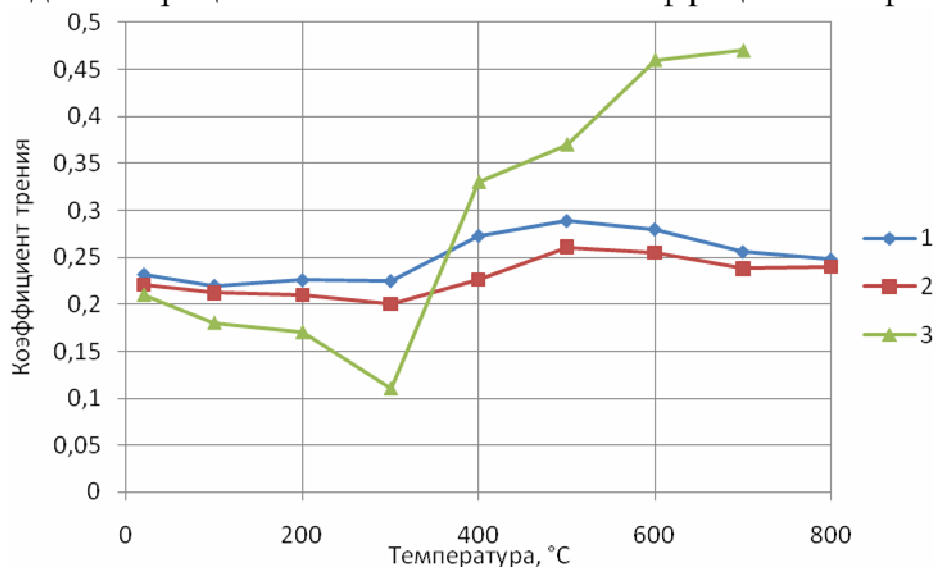


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от температуры при нагрузке 1,0 МПа материала “Арголон-2D” +Te при скорости, м/с: 1 – 0,05; 2 – 0,16; материала “Арголон-2D” при скорости: 3 – 0,16 м/с

Выводы

Проведенные исследования показали, что модификация поверхности трения материала «Арголон-2D» теллуром улучшает антифрикционные свойства, уменьшает значение коэффициента трения. При температуре +500°C и нагрузке 1,0 МПа, скорости 0,16 м/с коэффициент трения образцов “Арголон-2D”+Te меньше в 1,4 раза, чем у образцов “Арголон-2D”. В диапазоне температуры +500...+800°C коэффициент трения модифицированного материала “Арголон-2D”+Te при нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,05 и 0,16 м/с сохраняет низкое значение и находится в диапазоне 0,24...0,29. Полученные результаты в области высокотемпературных испытаний материалов на трение предназначены для использования при проектировании шарниров, работающих при высокой температуре.

Список литературы

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т.: Т.2- 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 912 с.
2. Лобова Т.А., Марченко Е.А. Влияние состояния основы на структуру и трибологические характеристики покрытий диселенида молибдена (MoSe_2) // Материаловедение. – 2019. – №11. – С. 9-13. – DOI: 10.31044/1684-579X-2019-0-11-9-13.
3. Новые материалы / Колл. авторов; Под науч. ред. Ю.С. Карабасова. – М.: МИСИС, 2002. – 736 с.
4. Roshchin M.N. High-temperature installation for testing composite ceramic materials on the friction and wear behavior // Journal of Physics: Conference Series. 2020, vol. 1515, p. 042050. DOI: 10.1088/1742-6596/1515/4/042050.

Сведения об авторе:

Роцин Михаил Николаевич – к.т.н., ведущий научный сотрудник.