

УЛУЧШЕНИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРУКТУРНО ИЗМЕНЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРЕНИЯ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА

Роцин М.Н.

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

Ключевые слова: трение, коэффициент трения, трибологические испытания, сталь 40X13, материал Углекон.

Аннотация. Приведены результаты трибологических испытаний структурно измененной поверхности трения углерод-углеродного композиционного материала Углекон+(Se-ПТФЭ) в паре со сталью 40X13. Материал Углекон+(Se-ПТФЭ) используется в подшипниках скольжения при высокой температуре. Структурно измененная поверхность трения Углекон+(Se-ПТФЭ) имеет хорошие трибологические свойства до температуры 500°C, коэффициент трения модифицированной поверхности находится в диапазоне 0,07...0,14.

IMPROVEMENT OF TRIBOLOGICAL CHARACTERISTICS OF A STRUCTURALLY MODIFIED FRICTION SURFACE OF A CARBON-CARBON MATERIAL

Roshchin M.N.

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

Keywords: friction, coefficient of friction, tribological tests, steel 40X13, Carbon fiber material.

Abstract. The results of tribological tests of a structurally modified friction surface of carbon-carbon composite material Carbon+(Se-PTFE) paired with steel 40X13 are presented. The carbon+(Se-PTFE) material is used in sliding bearings at high temperatures. The structurally modified Carbon+(Se-PTFE) friction surface has good tribological properties up to a temperature of 500°C, the coefficient of friction of the modified surface is in the range of 0,07...0,14.

Введение. Подшипники скольжения широко применяются в машиностроении и особенно там, где условия работы отличаются от нормальных. Многие узлы трения промышленного оборудования работают при температурах порядка 1000°C. Особенно в авиационной и ракетно-космической технике температура в узлах трения повышается до температуры плавления материалов. Расширение температурного режима работоспособности подшипникового материала является важной экономической задачей понижения стоимости изделий. С каждым годом увеличивается нагруженность подшипниковых узлов и повышается температурный диапазон их работы. Для обеспечения работоспособности подшипниковых узлов при повышенных температурах требует соблюдение особых условий. При высокой температуре создается дополнительное напряженное состояние в узле трения, ограничивается использование жидких смазочных материалов. Смазочный материал в подшипнике скольжения при повышенных температурах изменяет свои свойства, вязкость смазочного материала уменьшается, что ведет к уменьшению толщины

смазочной пленки. Разрушение смазочной пленки приводит к образованию граничного трения поверхностей и переход в режим сухого трения. Контактующие поверхности при граничной смазке разделены не сплошным смазочным слоем, а при отсутствии смазки не в состоянии воспринимать нагрузку. При отсутствии смазочного слоя в контакт входят шероховатости поверхностей трения, что приводит к повышению температуры, задиру поверхностей трения и их износу [1]. Для уменьшения тепловыделения в подшипнике скольжения необходимо снижать коэффициент трения. Снижению коэффициента трения могут способствовать новые антифрикционные материалы, способные работать при высоких температурах, что позволяет создавать работоспособные агрегаты с низким коэффициентом трения. Повышению антифрикционности пары трения при высоких температурах может способствовать применение твердосмазочных покрытий (ТСП) [2]. Применение ТСП в подшипниках скольжения упрощает конструкцию узлов трения, не требуется специальных уплотнений и систем циркуляции смазки. Повышению антифрикционности узлов трения при высоких температурах может способствовать применение углерод-углеродных композиционных материалов (УУКМ) [3]. Для обеспечения широкого применения УУКМ в узлах трения при высоких температурах необходим широкий спектр их трибологических параметров. УУКМ при высоких температурах изучены не достаточно и поэтому их применение сдерживается.

Цель работы – изучить возможность улучшение трибологических характеристик структурно измененной поверхности трения углерод-углеродного материала.

Материалы и методы исследований

Для исследования трибологических свойств был выбран углерод-углеродный композиционный материал Углекон. Насыщение поверхности трения материала Углекон антифрикционными модификаторами проводилось в защитной камере при откачке воздуха при температуре 805°С. В качестве модификаторов использовался селен и политетрафторэтилен (Se-ПТФЭ). В результате структурно измененная поверхность трения материала Углекон, получила новые трибологические свойства, эксперименты подтвердили улучшение антифрикционных свойств пары трения Углекон+(Se-ПТФЭ). Обработанная поверхность трения в парах (Se-ПТФЭ) менее восприимчива к воздействию кислорода при высокой температуре. Исследование трибологических параметров модифицированной поверхности материала Углекон+(Se-ПТФЭ) в паре со сталью 40Х13 проводилось на высокотемпературной машине трения ВТМТ-1000 [4]. Температура при испытаниях составляла 20...600°С, нагрузка – 0,3...1,0 МПа, скорость скольжения составляла 0,05 м/с. Условия испытаний должны моделировать условия работы натурального узла трения. Момент трения и температура при испытаниях измерялись непрерывно.

Результаты и обсуждение. В результате испытаний была установлена зависимость коэффициента трения модифицированной поверхности материала Углекон+(Se-ПТФЭ) от температуры и нагрузки (рис. 1). Модифицированная

поверхность до температуры 500°C имеет низкий коэффициент трения. В диапазоне температуры 20...500°C коэффициент трения модифицированной поверхности материала Углекон+(Se-ПТФЭ) изменяется незначительно и находится в диапазоне 0,07...0,14. При увеличении температуры более 500°C коэффициент трения резко увеличивается.

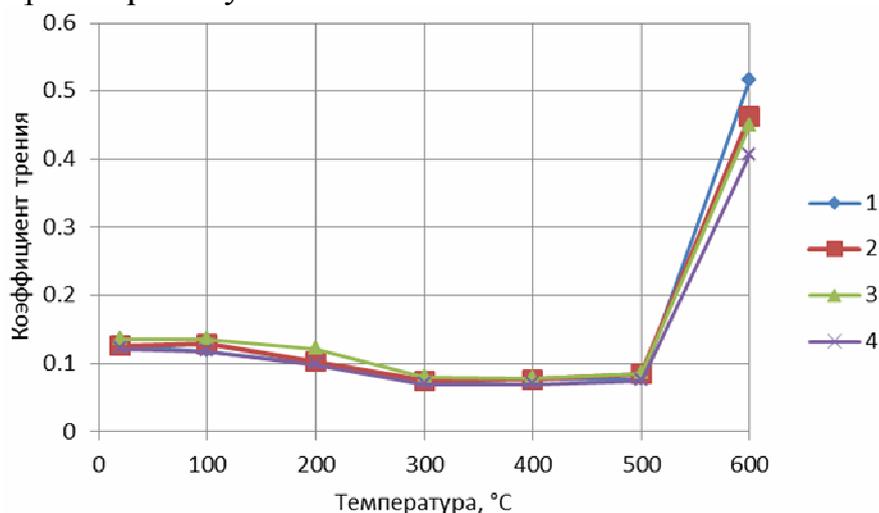


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от температуры материала Углекон + (Se-ПТФЭ) при скорости 0,05 м/с, нагрузки, МПа: 1 – 0,3; 2 – 0,5; 3 – 0,67; 4 – 1,0

Выводы. Структурно измененная поверхность трения материала Углекон+(Se-ПТФЭ) имеет хорошие трибологические свойства до температуры 500°C, коэффициент трения поверхности находится в диапазоне 0,07...0,14. Структурно измененная поверхность трения (Se-ПТФЭ) менее восприимчива к воздействию кислорода при высокой температуре. Полученные результаты в области высокотемпературных испытаний материалов на трение предназначены для использования при проектировании узлов трения, работающих при высокой температуре.

Список литературы

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника (конструирование, изготовление и эксплуатация машин): Учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МСХА, 2002. – 632 с.
2. Хопин П.Н. Оценка долговечности пар трения с твердосмазочными покрытиями различных составов отечественного и зарубежного производства // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2018. – №1(694). – С. 84-91.
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.

Сведения об авторе:

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