

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И НАГРУЗКИ НА ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ МАТЕРИАЛА УГЛЕКОН

Рощин 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 0,06...0,18.

INFLUENCE OF TEMPERATURE AND LOAD ON TRIBOLOGICAL PARAMETERS OF CARBON FIBER 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 0,06...0,18.

Введение. Работоспособности подшипников скольжения при высоких температурах обеспечивается конструкционными материалами, смазочными материалами, способными выдерживать высокие температуры, конструктивными особенностями узлов трения. Расширение температурного диапазона работоспособности подшипникового узла является важной экономической задачей понижения стоимости изделий. В общей проблеме надежности, точности и долговечности машин, механизмов и приборов главное место принадлежит вопросам трения, смазки и износа, находящимся между собой в весьма сложных зависимостях. С разработкой новых материалов и смазок с каждым годом увеличивается нагруженность подшипниковых узлов, расширяется температурный диапазонов 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. При повышенных температурах в подшипнике скольжения изменяются свойства смазочного материала, уменьшается вязкость смазочного материала, 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 влияние температуры и нагрузки на трибологические параметры материала Углекон.

Материалы и методы исследований

Исследование трибологических свойств проводилось на композиционном углерод-углеродном материале Углекон. Для повышения антифрикционности поверхности трения для работы при высоких температурах проводилась модификация поверхности. Процесс насыщения поверхности трения материала Углекон антифрикционными модификаторами проводился в защитной камере при откачке воздуха при температуре 800°C. 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 40X13 проводилось на высокотемпературной машине трения ВТМТ-1000 [4]. Температура при испытаниях составляла 20...600°C, нагрузка – 0,3...1,0 МПа, скорость скольжения составляла 0,2 м/с. Условия испытаний должны моделировать условия работы натурального узла трения. Момент трения и температура при испытаниях измерялись непрерывно.

Результаты и обсуждение. По результатам испытаний была установлена зависимость коэффициента трения модифицированной поверхности (структурно измененной) материала Углекон+(Se-ПТФЭ) от температуры и нагрузки (рис. 1). Модифицированная поверхность трения по стали 40X13 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 0,06...0,18. При увеличении температуры более 500°C коэффициент трения резко увеличивается.

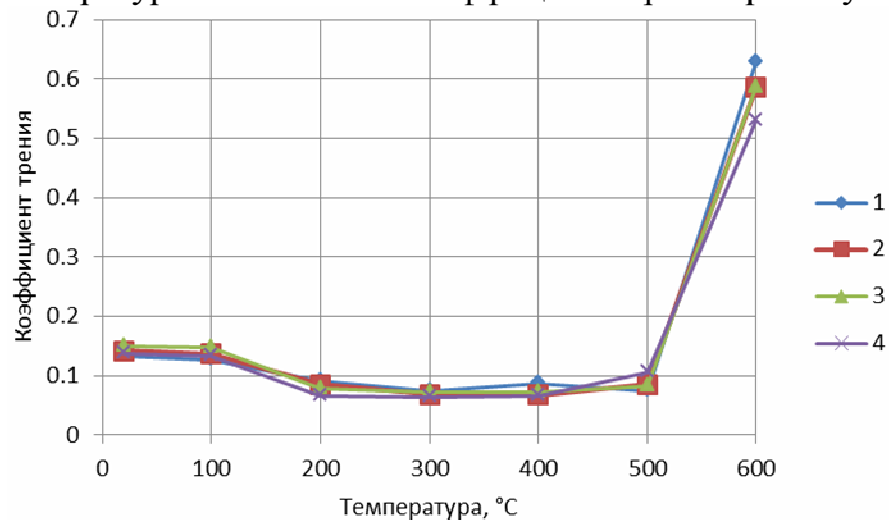


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от температуры материала Углекон +(Se-ПТФЭ) при скорости 0,2 м/с, нагрузки, МПа: 1 – 0,3; 2 – 0,5; 3 – 0,67; 4 – 1,0

Выводы. Структурно измененная поверхность трения материала Углекон+(Se-ПТФЭ) имеет хорошие трибологические свойства до температуры 500°C, коэффициент трения поверхности находится в диапазоне 0,06...0,18. 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. Костецкий Б.И. Трение, смазка и износ в машинах. – Киев: Изд-во: "Техніка", 1970. – 396 с.
2. Пак Хоссейн. Анализ эксплуатационно-технологических факторов, влияющих на работоспособность узлов трение агрегатов с ТСП // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). – 2016. – №6 (27). – С.44-51.
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.