

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2024-41-88-91>

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МАТЕРИАЛА УГЛЕКОН С МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ТРЕНИЯ

Рощин М.Н.

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

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

Аннотация. Приведены результаты трибологических испытаний модифицированного углерод-углеродного материала Углекон в паре со сталью 40X13, применяемого в подшипниках скольжения при высокой температуре. Модифицированная поверхность трения материала Углекон+Se-ПТФЭ имеет хорошие трибологические свойства до температуры 500°C, коэффициент трения модифицированной поверхности находится в диапазоне 0,07...0,17.

THE TEMPERATURE REGIME OF THE CARBON FIBER MATERIAL WITH A MODIFIED FRICTION SURFACE

Roshchin M.N.

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

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

Abstract. The results of tribological tests of the modified carbon-carbon material Carbicon paired with 40X13 steel used in sliding bearings at high temperature are presented. The modified friction surface of the Carbon+Se-PTFE material 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...0,17.

Введение. Расширение температурного режима работоспособности подшипникового материала является важной экономической особенностью понижения стоимости изделий. Нагруженность подшипниковых узлов и повышение температурных диапазонов их работы с каждым годом увеличивается. Режим эксплуатации 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 на опору. 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 – исследовать температурный режим работоспособности материала Углекон с модифицированной поверхностью трения.

Материалы и методы исследований

Исследование трибологических свойств проводилось на углерод-углеродном материале Углекон с модифицированной поверхностью трения. Насыщение поверхности трения материала Углекон модификаторами проводилось в защитной камере при откачке воздуха при температуре 810°C. В качестве модификаторов использовался селен и политетрафторэтилен (Se-ПТФЭ). В результате модификации поверхности трения материала Углекон, получили поверхность с новыми трибологическими свойствами, 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. Модифицированная поверхность до температуры 500°C имеет низкий коэффициент трения.

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 0,16 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 поверхности материала Углекон+Se-ПТФЭ от температуры и нагрузки (рис. 1). В диапазоне температуры 20...500°C коэффициент трения модифицированной поверхности материала

Углекон+Se-ПТФЭ изменяется незначительно и находится в диапазоне 0,07...0,17. При увеличении температуры более 500°C коэффициент трения резко увеличивается.

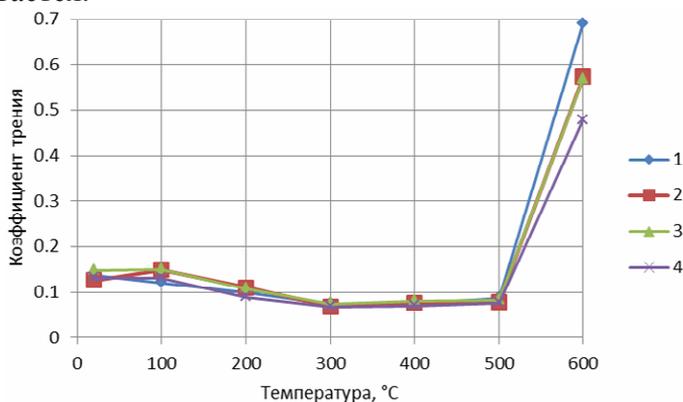


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от температуры материала Углекон +Se-ПТФЭ при скорости 0,16 м/с, нагрузки, МПа: 1 – 0,3; 2 – 0,5; 3 – 0,67; 4 – 1,0

Выводы. Модифицированная поверхность трения материала Углекон+Se-ПТФЭ имеет хорошие трибологические свойства до температуры 500°C, коэффициент трения модифицированной поверхности находится в диапазоне 0,07...0,17. Модифицированная поверхность трения в среде 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. Чичинадзе А.В., Берлинер Э.М., Браун Э.Д. и др. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) / Под общ. ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2003. – 576 с.
2. Лобова Т.А., Марченко Е.А. Влияние состояния основы на структуру и трибологические характеристики покрытий диселенида молибдена (MoSe₂) // Материаловедение. – 2019. – № 11. – С. 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.

References

1. Chichinadze A.V., Berliner E.M., Braun E.D. et al. Friction, wear and lubrication (tribology and tribotechnics) / Edited by A.V. Chichinadze. – M.: Mechanical Engineering, 2003. – 576 p.
2. Lobova T.A., Marchenko E.A. The influence of the state of the foundation on the structure and Tribological characteristics of molybdenum diselenide (MoSe₂) coatings // Materials Science. 2019, no. 11, pp. 9-13.

3. New materials / Team of authors; Under scientific editorship by Yu.S. Karabasov. – М.: MISIS, 2002. – 736 p.
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.

Рощин Михаил Николаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник	Mikhail Nikolaevich Roshchin – candidate of technical sciences, leading researcher
roschin50@yandex.ru	

Received 23.04.2024