

<https://doi.org/10.26160/2572-4347-2020-9-19-22>

ЦИРКОНИЕВАЯ КЕРАМИКА В УЗЛАХ ТРЕНИЯ

Роцин М.Н.

Ключевые слова: трение, момент трения, подшипник скольжения, нагрузка, скорость, циркониевая керамика, модифицированная поверхность, контактное давление.

Аннотация. Статья посвящена изучению трибологических свойств подшипника скольжения с керамической втулкой из порошка частично стабилизированного диоксида циркония. Исследованы антифрикционные свойства подшипника в условиях трения без смазки в интервале контактного давления 0,066 – 0,657 МПа, скорости скольжения 0,044-0,293 м/с применительно к условиям работы узлов трения космических аппаратов. С увеличением нагрузки и скорости скольжения момент трения растёт. При скорости скольжения 0,073 м/с и нагрузке 0,066 МПа момент трения втулок ЧСЦ с модифицированной поверхностью трения в среде Se-ПТФЭ меньше на 41%, чем без обработки, а при нагрузке 0,657 МПа момент трения втулок ЧСЦ с модифицированной поверхностью трения в среде Se-ПТФЭ меньше на 39%, чем без обработки. Результаты исследований могут применяться для изготовления втулок подшипников для работы в условиях сухого трения только при наличии модифицированного поверхностного слоя с низким сопротивлением сдвигу.

ZIRCONIUM CERAMICS IN FRICTION POINTS

Roshchin M.N.

Keywords: friction, moment of friction, sliding bearing, load, speed, zirconium ceramics, modified surface, contact pressure.

Abstract. The article is devoted to the study of tribological properties of a sliding bearing with a ceramic sleeve made of partially stabilized zirconium dioxide powder. The antifriction properties of the bearing under conditions of friction without lubrication in the contact pressure range of 0.066 – 0.657 MPa, sliding speed of 0.044-0.293 m/s in relation to the operating conditions of spacecraft friction units are studied. With increasing load and sliding speed, the friction moment increases. When sliding speed 0,073 m/s and a load of 0,066 MPa friction torque bushings PSC with modified friction surface in the environment Se-PTFE is less by 41% than without treatment, and under load 0,657 MPa friction torque bushings PSC with modified friction surface in the environment Se-PTFE is less by 39% than without treatment. The research results can be used for the manufacture of bearing bushings for operation in dry friction conditions only in the presence of a modified surface layer with low shear resistance.

В условиях эксплуатации узлов трения в агрессивных средах при высоких температурах представляет интерес к керамическим материалам на основе частично стабилизированного диоксида циркония (ЧСЦ). Этот материал обладает хорошим сочетанием прочностных свойств, трещиностойкости и химической стабильности. При работе узла трения космического аппарата в отсутствии смазки может возникнуть ситуация разрушения узла трения. Выходом из такой ситуации может быть уменьшение момента трения в подшипнике скольжения. Для улучшения трибологических свойств керамических материалов применяют формирование слоистой структуры поверхностного слоя [1].

Цель работы – изучить трибологические свойства и работоспособность подшипников скольжения из циркониевой керамики при сухом трении.

Для улучшения трибологических параметров ЧСЦ производилось изменение структуры поверхности трения. Поверхность трения насыщалась парами селена (Se) и политетрафторэтилена (ПТФЭ). Обработка поверхности трения из ЧСЦ проходила в защитной камере при температуре 820°C [2].

Материалы и оборудование. Объектом испытаний являлись подшипники с керамическими втулками из ЧСЦ и втулки, обработанные в среде Se-ПТФЭ. Контртелом была выбрана сталь X18H10T. Триботехнические испытания проводились на машине для испытания материалов на трение и износ ИИ-5018.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Эффективность работы материала в узле трения зависит от свойств поверхностного слоя. Испытания образцов проводилось по схеме вал-втулка. На валу шпинделя устанавливался образец из нержавеющей стали X18H10T, вращение которого осуществлялось от электродвигателя машины. В обойме устанавливалась втулка из испытуемого керамического материала. К обойме прикладывалась нагрузка с использованием рычага, которая создает радиальную силу P . Принцип действия машины заключается в истирании пары образцов, прижатых друг к другу силой P . В процессе работы на нижнем образце измеряют момент трения. В процессе испытаний производился замер температуры на валу и втулке бесконтактным методом пирометром MPro фирмы «Optris GmbH» [3]. На рис. 1 приведены зависимости момента трения от нагрузки при скорости скольжения 0,044-0,293 м/с втулок с модифицированной поверхностью в среде Se-ПТФЭ. С увеличением нагрузки и скорости скольжения момент трения монотонно растет.

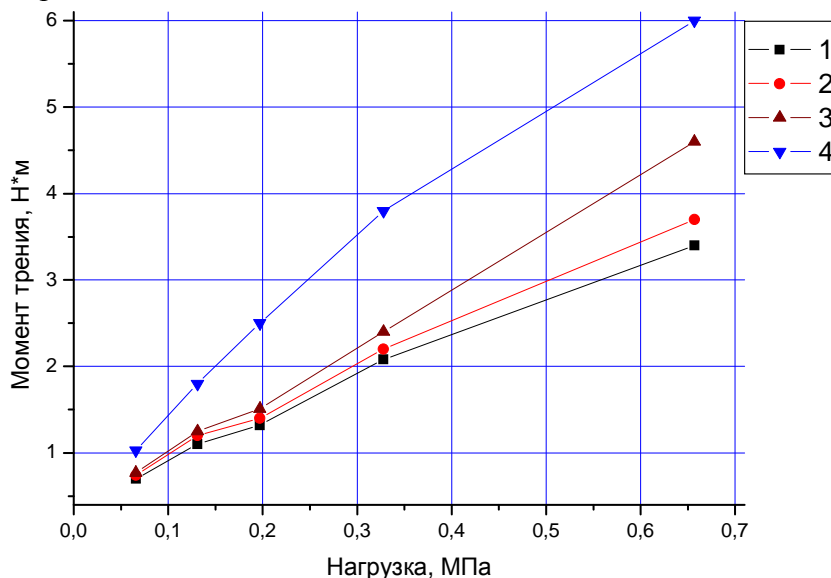


Рис. 1. Зависимость момента трения от нагрузки при скорости, м/с: 1-0,044, 2- 0,073, 3- 0,22, 4-0,293

Проведены сравнительные трибологические испытания образцов втулок с модифицированной поверхностью в среде Se-ПТФЭ и без покрытия (рис. 2). Испытания втулок проводятся в режиме сухого трения при скорости $0,073\text{ м/с}$ и нагрузке до 500 Н . Нагружение осуществлялось ступенчато. Основным параметром работы подшипника является момент трения в подшипниковой паре.

Экспериментально установлено, что обработка керамической втулки в среде Se-ПТФЭ позволяет существенно уменьшить момент трения в подшипнике. При скорости скольжения $0,073\text{ м/с}$ и нагрузке $0,066\text{ МПа}$ момент трения втулок ЧСЦ с модифицированной поверхностью трения в среде Se-ПТФЭ меньше на 41% , чем без обработки, а при нагрузке $0,657\text{ МПа}$ момент трения втулок ЧСЦ с модифицированной поверхностью трения в среде Se-ПТФЭ меньше на 39% , чем без обработки.

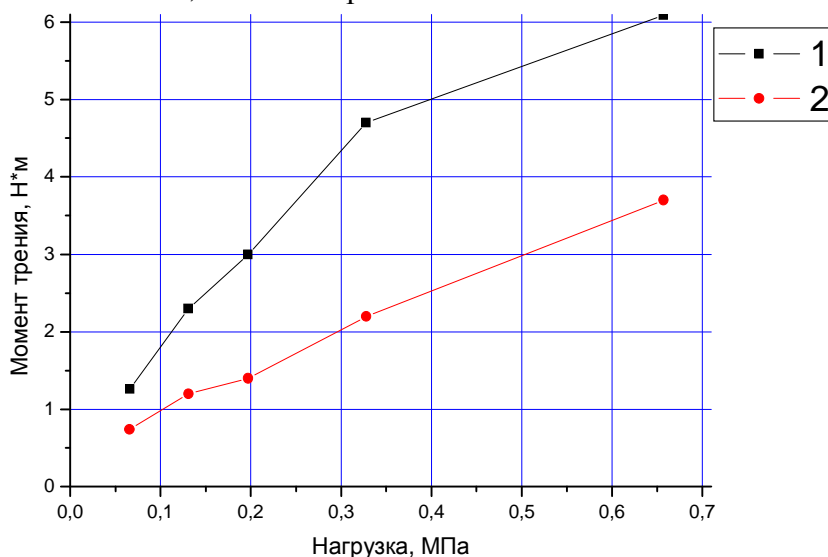


Рис. 2. Зависимость момента трения от нагрузки при скорости $0,073\text{ м/с}$:
1-ЧСЦ, 2- ЧСЦ-Se-ПТФЭ

Заключение. Приведенные выше результаты исследований триботехнических характеристик втулок подшипников в зависимости от технологий обработки поверхности трения. С увеличением нагрузки и скорости скольжения момент трения монотонно растет. При скорости скольжения $0,073\text{ м/с}$ и нагрузке $0,066\text{ МПа}$ момент трения втулок ЧСЦ с модифицированной поверхностью трения в среде Se-ПТФЭ меньше на 41% , чем без обработки, а при нагрузке $0,657\text{ МПа}$ момент трения втулок ЧСЦ с модифицированной поверхностью трения в среде Se-ПТФЭ меньше на 39% , чем без обработки. Результаты исследований могут применяться для изготовления втулок подшипников для работы в условиях сухого трения только при наличии модифицированного поверхностного слоя с низким сопротивлением сдвигу.

Список литературы

1. Yuan Fang, Hengzhong Fan, Junjie Song, Yongsheng Zhang and Litian Hu 2016 Wear 360–361 97-103.
2. Алисин В.В., Рощин М.Н., Лукьянов А.И., Богачев В.А., Широян Д.С. Высокотемпературные исследования триботехнических материалов перспективных для долговременной работы на поверхности Венеры // Перспективные методы поверхностной обработки деталей машин. Москва, 2018. С. 385-392.
3. Alisin V.V., Roshchin, M.N. Improvement of antifriction properties of sliding bearings with ceramic sleeves made of zirconium dioxide // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 421 (2020) 022020.

References

1. Yuan Fang, Hengzhong Fan, Junjie Song, Yongsheng Zhang and Litian Hu 2016 Wear 360–361 97-103.
2. Alisin V.V., Roshchin M. N., Lukyanov A. I., Bogachev V. A., Shiroyan D. S. High-Temperature studies of tribotechnical materials promising for long-term work on the surface of Venus // Perspective methods of surface treatment of machine parts. Moscow, 2018. P. 385-392.
3. Alisin V.V., Roshchin, M.N. Improvement of antifriction properties of sliding bearings with ceramic sleeves made of zirconium dioxide // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 421 (2020) 022020.

<p>Рощин Михаил Николаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, Институт машиноведения имени А.А. Благонравова РАН, г. Москва, Россия, Roschin50@yandex.ru</p>	<p>Roshchin Mikhail Nikolaevich – candidate of technical Sciences, leading researcher, A.A.Blagonravov Institute of Mechanical Engineering, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, Roschin50@yandex.ru</p>
--	---

Received 15.03.2020