

УДК 62-762.001

Триботехнические характеристики антифрикционного материала на основе серебра с добавлением дисульфида молибдена

В.Б. Балякин¹, А.А. Филиппов², Д.Е. Долгих¹

¹Самарский национальный исследовательский университет им. акад. С.П. Королёва,
Московское шоссе, 34, г. Самара 443086, Россия

²Вологодский завод специальных подшипников,
ул. Гагарина, 84-а, г. Вологда 160028, Россия

Поступила в редакцию 02.05.2024.

После доработки 10.10.2024.

Принята к публикации 14.10.2024.

Приведена оценка определения коэффициентов трения и интенсивности изнашивания антифрикционного материала на основе серебра с добавлением дисульфида молибдена. Представлены результаты исследований коэффициентов трения в контактирующей паре — сталь ШХ-15 и антифрикционный материал на основе серебра с добавлением дисульфида молибдена. Среднее значение коэффициента трения при пробеге 1200 м. в паре шар из стали ШХ-15 и кольцо с покрытием из антифрикционного материала, содержащего 94 % серебра и 6 % дисульфида молибдена 0,128 при среднеквадратичном отклонении 0,006. При пробеге 15000 м средний коэффициент трения составил 0,129 при среднеквадратичном отклонении 0,01. Для пары трения антифрикционного материала, содержащего 94 % серебра и 6 % дисульфида молибдена и стали ШХ-15 коэффициент интенсивности изнашивания антифрикционной поверхности при контактном напряжении 330 МПа равен $I = 0,86 \cdot 10^{-6}$ мм³/м, а для контр тела в виде стального шара $I_{ш} = 2,85 \cdot 10^{-8}$ мм³/м. Так как интенсивность изнашивания шара на два порядка ниже интенсивности изнашивания антифрикционного материала износ шара можно не учитывать в расчётах на ресурс. Полученная зависимость коэффициента интенсивности изнашивания от максимальных контактных напряжений позволит разработать методику расчёта на износ сферических шарнирных подшипников.

Ключевые слова: образец, трение, антифрикционное покрытие, серебро, дисульфид молибдена, трибометр TRB, профилометр, шар, шероховатость, интенсивность изнашивания.

DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-5-449-454

Адрес для переписки:

В.Б. Балякин
Самарский национальный исследовательский университет
им. акад. С.П. Королёва,
Московское шоссе, 34, г. Самара 443086, Россия
e-mail: 029-029@mail.ru

Для цитирования:

В.Б. Балякин, А.А. Филиппов, Д.Е. Долгих.
Триботехнические характеристики антифрикционного материала
на основе серебра с добавлением дисульфида молибдена.
Трение и износ.
2024. — Т. 45, № 5. — С. 449—454.
DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-5-449-454

Address for correspondence:

V.B. Balyakin
Samara National Research University named after
Academician S.P. Korolev,
Moskovskoe shosse, 34, Samara 443086, Russia
e-mail: 029-029@mail.ru

For citation:

V.B. Balyakin, A.A. Filippov, and D.E. Dolgikh.
[Tribotechnical Characteristics of Anti-Friction Material Based on
Silver with the Added Molybdenum Disulphide].
Trenie i Iznos.
2024, vol. 45, no. 5, pp. 449—454 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-5-449-454

Tribotechnical Characteristics of Anti-Friction Material Based on Silver with the Added Molybdenum Disulphide

V.B. Balyakin¹, A.A. Filippov², and D.E. Dolgikh¹

¹*Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev, Moskovskoe shosse, 34, Samara 443086, Russia*

²*Vologda plant of special bearings, Gagarina str., 84-a, Vologda 160028, Russia*

Received 02.05.2024.

Revised 10.10.2024.

Accepted 14.10.2024.

Abstract

The evaluation of the determination of the friction coefficients and the wear intensity of an anti-friction material based on silver with the addition of molybdenum disulfide is given. The results of studies of the friction coefficients in the contacting pair are presented — steel SHX-15 and antifriction material based on silver with the addition of molybdenum disulfide. The average value of the coefficient of friction at a run of 1200 m. in a pair, a ball made of SHX-15 steel and a ring with a cover made of an antifriction material containing 94 % silver and 6 % molybdenum disulfide is 0,128 with a standard deviation of 0.006. At a run of 15000 m, the average coefficient of friction was 0.129 with a standard deviation of 0.01. For a friction pair of an anti-friction material containing 94 % silver and 6 % molybdenum disulfide and steel SHX-15, the coefficient of wear intensity of the antifriction surface at a contact voltage of 330 MPa is $I = 0.86 \cdot 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{m}$, and for a counterbody in the form of a steel ball $I_{\text{sh}} = 2.85 \cdot 10^{-8} \text{ mm}^3/\text{m}$. Since the wear rate of the ball is two orders of magnitude lower than the wear rate of the friction material, the wear of the ball can be ignored in resource calculations. The obtained dependence of the coefficient of wear intensity on the maximum contact stresses will allow us to develop a calculation method for wear spherical articulated bearings.

Keywords: sample, friction, anti-friction coating, silver, graphite, TRB tribometer, profilometer, ball, roughness, wear intensity.

DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-5-449-454

Адрес для переписки:

В.Б. Балякин
Самарский национальный исследовательский университет
им. акад. С.П. Королёва,
Московское шоссе, 34, г. Самара 443086, Россия
e-mail: 029-029@mail.ru

Для цитирования:

В.Б. Балякин, А.А. Филиппов, Д.Е. Долгих.
Триботехнические характеристики антифрикционного материала
на основе серебра с добавлением дисульфида молибдена.
Трение и износ.
2024. – Т. 45, № 5. – С. 449–454.
DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-5-449-454

Address for correspondence:

V.B. Balyakin
Samara National Research University named after
Academician S.P. Korolev,
Moskovskoe shosse, 34, Samara 443086, Russia
e-mail: 029-029@mail.ru

For citation:

V.B. Balyakin, A.A. Filippov, and D.E. Dolgikh.
[Tribotechnical Characteristics of Anti-Friction Material Based on
Silver with the Added Molybdenum Disulphide].
Trenie i Iznos.
2024, vol. 45, no. 5, pp. 449–454 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-5-449-454

Список использованных источников

1. **Spherical Plain Bearings Plain Bushes Rod Ends. Catalog 238.** — INA-Schaeffler KG. — Herzogenaurach (Germany)
2. **Дроздов Ю.Н., Юдин Е.Г., Белов А.И.** Прикладная трибология (трение, износ, смазка) / под ред. Ю.Н. Дроздова. — М.: Эко-Пресс. — 2010
3. **Жильников Е.П., Самсонов В.Н.** Трение и изнашивание в узлах авиационной техники. — Самара: Изд. Самарского аэрокосм. ун-та. — 2007
4. **Панин С.В., Буслевич Д.Г., Ц. Ло и др.** Трибологические характеристики трехкомпонентных твердосмазочных композитов на основе полиэфиримида в условиях точечного и линейного трибоконтактов // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения.* — 2022 (19), № 3, 402—410
5. **Балякин В.Б., Лаврин А.В., Батурин А.П., Герасимова Т.А.** Исследование коэффициента трения фторопласта-4 при различном качестве обработки поверхности // *Известия Самарского научного центра РАН.* — 2017 (19), № 4, 33—36
6. **Бабак В.П., Щепетов В.В., Харченко С.Д.** Антифрикционные наноструктурные стеклокомпозиционные самосмазывающиеся покрытия // *Трение и износ.* — 2022 (43), № 3, 327—335
7. **Балякин В.Б., Фалалеев С.В., Долгих Д.Е., Юртаев А.А.** Повышение надежности системы РНА компрессора авиационного ГТД за счет использования втулок с молибденовым покрытием // *Насосы. Турбины Системы.* — 2022 (45), № 4
8. **Беляченков И.О., Щеголева Н.Е., Чайникова А.С. и др.** Нитридокремниевые керамические материалы для подшипников авиационных ГТД и способы их получения (обзор) // *Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн.* — 2019, № 7 (79), Ст. 05. URL <http://viam-works.ru/> (Дата обращения 26.07.2023). [dx.doi.org/10.18577/2307-6046-2019-0-7-42-49](https://doi.org/10.18577/2307-6046-2019-0-7-42-49)
9. **Ковалева М.Г., Колпаков А.Я., Поплавский А.И., Галкина М.Е., Герус Ж.В., Любушкин Р.А., Мишунин М.В.** Триботехнические свойства покрытий на основе углерода и углерода, легированного азотом, полученных импульсным вакуумно-дуговым методом // *Трение и износ.* — 2018 (39), № 4, 433—437
10. **Медведев С.Д., Фалалеев С.В., Новиков Д.К., Балякин В.Б.** Повышение эксплуатационной надёжности ГПА развитием конвертированных авиационных технологий. — Самара: СНЦ РАН. — 2008

References

1. **Spherical Plain Bearings Plain Bushes Rod Ends. Catalog 238.** — INA-Schaeffler KG. — Herzogenaurach (Germany)
2. **Drozdov Yu.N., Yudin E.G., Belov A.I.** Applied tribology (friction, wear, lubrication) / ed. by Yu.N. Drozdov. — M.: Eco-Press. — 2010 (in Russian)
3. **Zhilnikov E.P., Samsonov V.N.** Friction and wear in the nodes of aviation equipment. — Samara: Publishing House of Samara Aerospace. un-ta. — 2007 (in Russian)
4. **Panin S.V., Buslovich D.G., Lo Ts. i dr.** Tribological characteristics of three-component solid lubricant composites based on polyetherimide under conditions of point and linear tribocontacts // *Fundamental'nyye problemy sovremennogo materialovedeniya.* — 2022 (19), № 3, 402—410
5. **Balyakin V.B., Lavrin A.V., Baturin A.P., Gerasimova T.A.** Investigation of the coefficient of friction of fluoroplast-4 with different surface treatment quality // *Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences.* — 2017 (19), № 4, 33—36
6. **Babak V.P., Shchepetov V.V., and Kharchenko S.D.** Antifriction Nanostructured Glass Composite Self-Lubricating Coatings // *Friction and Wear.* — 2022 (43), no. 3, 215—220
7. **Balyakin V.B., Falaleev S.V., Dolgikh D.E., Yurtaev A.A.** Improving the reliability of the RNA system of an aviation gas turbine compressor through the use of molybdenum-coated bushings // *Pumps. Turbines of the System.* — 2022 (45), № 4
8. **Belyachenkov I.O., Shegoleva N.E., Chajnikova A.S. i dr.** Nitridokremnievye keramicheskie materialy dlya podshipnikov aviacionnyh GTD i sposoby ih polucheniya (obzor) // *Trudy VIAM: elektron. nauch.-tehnich. zhurn.* — 2019, № 7 (79), St. 05. URL <http://viam-works.ru/> (Data of the application 26.07.2023). [dx.doi.org/10.18577/2307-6046-2019-0-7-42-49](https://doi.org/10.18577/2307-6046-2019-0-7-42-49) (in Russian)
9. **Kovaleva M.G., Kolpakov A.Ya., Poplavsky A.I., Galkina M.E., Gerus Zh.V., Lyubushkin R.A., and Mishunin M.V.** Tribotechnical Properties of Coatings Based on Carbon and Carbon Doped with Nitrogen Obtained by Pulsed Vacuum-Arc Method // *Friction and Wear.* — 2018 (39), no. 4, 345—348
10. **Medvedev S.D., Falaleev S.V., Novikov D.K., Balyakin V.B.** Improving the operational reliability of GPA by the development of converted aviation technologies. — Samara: SNC RAS. — 2008

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в редакцию журнала.
Адрес редакции: 246050, ул. Кирова 32а, г. Гомель, Беларусь. Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11
Full text of articles can be purchased from the editorial office.
Address: 32a Kirov Street, Gomel, Belarus, 246050. Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11
E-mail: FWJ@tut.by