

УДК 621.89.017

Экспериментальная оценка момента сопротивления подшипника с перекрестными роликами в вакууме

М.В. Прожега¹, Е.О. Константинов¹, Е.О. Решиков², А.Ю. Албагачиев¹, Н.И. Смирнов¹,
Н.Н. Смирнов¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения
им. А.А. Благонравова Российской академии наук,
М. Харитоньевский пер., д. 4, г. Москва 101990, Россия

²НИУ МГТУ им. Н.Э. Баумана,
2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, г. Москва 105005, Россия

Поступила в редакцию 20.03.2023.

После доработки 04.04.2023.

Принята к публикации 17.04.2023.

Подшипники качения с перекрестными роликами активно применяются в поворотных механизмах манипуляторов и других узлах благодаря сочетанию высокой жесткости и повышенной несущей способности. При проектировании новых механизмов важной характеристикой является момент сопротивления, на величину которого могут оказывать существенное влияние условия эксплуатации, такие как среда, количество и тип смазочного материала, нагрузка и т.д. В представленной работе исследовали момент сопротивления и коэффициент трения подшипника с перекрестными роликами при различных температуре, давлении в камере, нагрузке и количестве смазочного материала. Для проведения испытаний подшипника с перекрестными роликами типоразмера RA 6008 в диапазоне температур от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ в условиях вакуума спроектирована и изготовлена технологическая оснастка, разработана методика измерения момента сопротивления, проведен полный факторный эксперимент для оценки степени влияния различных факторов на момент сопротивления при фиксированном количестве пластичного смазочного материала ВНИИНП-284 (АМТИСТ). Результаты испытаний показали, момент сопротивления и коэффициент трения уменьшаются при увеличении количества ПСМ с 60 до 230 мг, понижение давления воздуха в испытательной камере с 10^5 Па до $1,33\cdot 10^{-3}\text{ Па}$ ведет к увеличению коэффициента трения и момента сопротивления подшипника, повышение температуры работы подшипника с ПСМ с $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ведёт к уменьшению момента сопротивления и коэффициента трения, а понижение температуры до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ — к их увеличению.

Ключевые слова: подшипник с перекрестными роликами, вакуум, ПСМ, коэффициент трения, момент сопротивления.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-2-151-157

Адрес для переписки:

М.В. Прожега
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской
академии наук,
М. Харитоньевский пер., д. 4, г. Москва 101990, Россия
e-mail: prmaksim@iiaash.ru

Address for correspondence:

M.V. Prozhega
Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of
Sciences,
M. Kharitonyevskiy pereulok, 4, Moscow 101990, Russia
e-mail: prmaksim@iiaash.ru

Для цитирования:

М.В. Прожега, Е.О. Константинов, Е.О. Решиков,
А.Ю. Албагачиев, Н.И. Смирнов, Н.Н. Смирнов.
Экспериментальная оценка момента сопротивления подшипника с
перекрестными роликами в вакууме
Трение и износ.
2023. — Т. 44, № 2. — С. 151—157.
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-2-151-157

For citation:

M.V. Prozhega, E.O. Konstantinov, E.O. Reschikov,
A.Yu. Albagachiev, N.I. Smirnov, and N.N. Smirnov
[Experimental Evaluation of the Cross Roller Bearing Resistance
Moment in a Vacuum].
Trenie i Iznos.
2023, vol. 44, no. 2, pp. 151—157 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-2-151-157

Experimental Evaluation of the Cross Roller Bearing Resistance Moment in a Vacuum

M.V. Prozhega¹, E.O. Konstantinov¹, E.O. Reschikov², A.Yu. Albagachiev¹, N.I. Smirnov¹, and N.N. Smirnov¹

¹Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences,
M. Kharitonyevskiy pereulok, 4, Moscow 101990, Russia

²Bauman Moscow State Technical University,
2ay Baumanskay, 5/1, Moscow 105005, Russia

Received 20.03.2023.

Revised 04.04.2023.

Accepted 17.04.2023.

Abstract

Roller bearings with crossed rollers are actively used in the swivel mechanisms of manipulators and other units due to the combination of high rigidity and increased load capacity. When designing new mechanisms, an important characteristic is the resistance moment, the value of which can be significantly influenced by operating conditions, such as the environment, the amount and type of lubricant, load, etc. In the presented work, the resistance moment and the friction coefficient of a cross-roller bearing were investigated at various temperatures, pressure in the chamber, load and amount of lubricant. To test a bearing with crossed rollers of size RA 6008 in the temperature range from $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ in vacuum conditions, technological equipment was designed and manufactured, a method for measuring the resistance moment was developed, a full factorial experiment was carried out to assess the degree of influence of various factors on the resistance moment at a fixed VNIINP-284 (AMETHYST) grease amount. The test results showed that the moment of resistance and the coefficient of friction decrease with an increase in the grease amount from 60 to 230 mg, a decrease in air pressure in the test chamber from 10^5 Pa to $1.33 \times 10^{-3}\text{ Pa}$ leads to an increase in the friction coefficient and the resistance moment of the bearing, an increase in temperature operation of a bearing with grease from $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ leads to a decrease in the resistance moment and friction coefficient, and a decrease in temperature to $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ leads to their increase.

Keywords: cross-roller bearing, vacuum, grease, friction coefficient, resistance moment.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-2-151-157

Адрес для переписки:

М.В. Прожега
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской
академии наук,
М. Харитоньевский пер., д. 4, г. Москва 101990, Россия
e-mail: prmaksim@iuvash.ru

Address for correspondence:

M.V. Prozhega
Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of
Sciences,
M. Kharitonyevskiy pereulok, 4, Moscow 101990, Russia
e-mail: prmaksim@iuvash.ru

Для цитирования:

М.В. Прожега, Е.О. Константинов, Е.О. Решиков,
А.Ю. Албагачиев, Н.И. Смирнов, Н.Н. Смирнов.
Экспериментальная оценка момента сопротивления подшипника с
перекрестными роликами в вакууме
Трение и износ.
2023. – Т. 44, № 2. – С. 151–157.
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-2-151-157

For citation:

M.V. Prozhega, E.O. Konstantinov, E.O. Reschikov,
A.Yu. Albagachiev, N.I. Smirnov, and N.N. Smirnov
[Experimental Evaluation of the Cross Roller Bearing Resistance
Moment in a Vacuum].
Trenie i Iznos.
2023, vol. 44, no. 2, pp. 151–157 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-2-151-157

Список использованных источников

1. **So Young Hwang, Na Ra Lee, and Naksoo Kim.** Experiment and Numerical Study of Wear in Cross Roller Thrust Bearings // *Lubricants*. — 2015, no. 3, 447—458. doi:10.3390/lubricants3020447
2. **Luca Quagliato et al.** Run-Out Based Crossed Roller Bearing Life Prediction by Utilization of Accelerated Testing Approach and FE Numerical Models // *International Journal of Mechanical Sciences*. — 2017 (130), 99—110
3. **ГОСТ 18855–2013 (ISO 281:2007) Подшипники качения. Динамическая грузоподъемность и номинальный ресурс**
4. **Гриб В.В., Буяновский И.А.** Смазочные материалы и смазка деталей машин: Учебное пособие. — М.: МАДИ(ГТУ). — 2008
5. **Wikstrom V., Larsson R., and Hliglund E.** A Theoretical Analysis of Shear Stresses and Roller Slip in Rolling Bearings During Low-Temperature Starting // *Elastohydrodynamics '96* / ed. by D. Dowson et al. — Sweden. — 1996, 423—444
6. **Prozhega M.V. et al.** Research of the Lifetime and Lubricant Properties of Greases for Rolling Bearings Operating in Space Conditions // *Journal of Friction and Wear*. — 2021 (42), no. 6, 431—437. doi: 10.3103/S1068366621060088
7. **Prozhega M.V. et al.** Estimation of MoS₂ Coating Performance on Bronze and Steel in Vacuum at High Temperatures // *Coatings*. — 2022 (12), no. 2, Article Number 125. doi:10.3390/coatings12020125

References

1. **So Young Hwang, Na Ra Lee, and Naksoo Kim.** Experiment and Numerical Study of Wear in Cross Roller Thrust Bearings // *Lubricants*. — 2015, no. 3, 447—458. doi:10.3390/lubricants3020447
2. **Luca Quagliato et al.** Run-Out Based Crossed Roller Bearing Life Prediction by Utilization of Accelerated Testing Approach and FE Numerical Models // *International Journal of Mechanical Sciences*. — 2017 (130), 99—110
3. **GOST 18855–2013 (ISO 281:2007) Podshipniki kacheniya. Dinamicheskaya gruzopod'emnost' i nominal'nyj resurs** (in Russian)
4. **Grib V.V., Buyanovskij I.A.** Smazochnye materialy i smazka detalej mashin: Uchebnoe posobie. — M.: MADI(GTU). — 2008 (in Russian)
5. **Wikstrom V., Larsson R., and Hliglund E.** A Theoretical Analysis of Shear Stresses and Roller Slip in Rolling Bearings During Low-Temperature Starting // *Elastohydrodynamics '96* / ed. by D. Dowson et al. — Sweden. — 1996, 423—444
6. **Prozhega M.V. et al.** Research of the Lifetime and Lubricant Properties of Greases for Rolling Bearings Operating in Space Conditions // *Journal of Friction and Wear*. — 2021 (42), no. 6, 431—437. doi: 10.3103/S1068366621060088
7. **Prozhega M.V. et al.** Estimation of MoS₂ Coating Performance on Bronze and Steel in Vacuum at High Temperatures // *Coatings*. — 2022 (12), no. 2, Article Number 125. doi:10.3390/coatings12020125

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