

УДК 621.893

Исследование работоспособности упорного подшипника скольжения в режимах пуска и выбега

И.С. Явелов, А.В. Рочагов, А.В. Жолобов

ФГБУН Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН (ИМАШ РАН),
Малый Харитоньевский пер., д. 4, г. Москва 101990, Россия

Поступила в редакцию 05.09.2023.

После доработки 01.12.2023.

Принята к публикации 12.12.2023.

Представлено описание экспериментального стенда, имитирующего работу упорных подшипников главного циркуляционного насоса (ГЦН) мощных энергетических установок. Движение теплоносителя в них происходит с большими скоростями (5—10 м/с), при высоком давлении (до $150 \cdot 10^5$ Па) и температуре до 300 °С. Отсюда вытекают требования повышенной надёжности данного агрегата. Стенд был приспособлен для испытаний как при смазывании подшипника маслом, так и при смазывании водой. Замена минеральных масел водой стала возможной благодаря комплексному усовершенствованию подшипника путём введения новых антифрикционных материалов и конструктивных решений. Стенд был также оснащён измерительными системами для регистрации момента сопротивления вращению диска, частоты вращения диска, угловой скорости диска, температурного поля вблизи рабочих поверхностей подпятников. Режим работы пуск — выбег программировался специальной функцией от ЭВМ. В результате проведенных исследований показано, что имитация основной стадии выбега на испытательном стенде при работе упорного подшипника в заполненном водой объёме не может дать исчерпывающей оценки работоспособности главного упорного подшипника, так как в эксплуатационных условиях возможно нарушение смазочного процесса вследствие частичного осушения подшипника, приводящего к смазочному голоданию, резкому ухудшению теплоотвода и повреждению. Данные явления необходимо тщательно изучать на реальных объектах.

Ключевые слова: упорный подшипник, смазывание маслом, смазывание водой, антифрикционный материал С-1-У, удельная нагрузка, нестационарный режим «пуск — выбег».

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-6-562-570

Адрес для переписки:

И.С. Явелов
ФГБУН Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН
(ИМАШ РАН),
Малый Харитоньевский пер., д. 4, г. Москва 101990, Россия
e-mail: yishome@mail.ru

Для цитирования:

И.С. Явелов, А.В. Рочагов, А.В. Жолобов
Исследование работоспособности упорного подшипника
скольжения в режимах пуска и выбега.
Трение и износ.
2023. — Т. 44, № 6. — С. 562–570.
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-6-562-570

Address for correspondence:

I.S. Yavelov
Institute of Machines Science named after A.A. Blagonravov of the
Russian Academy of Sciences (IMASH RAN),
M. Kharitonevsky Lane, 4, Moscow 101990, Russia
e-mail: yishome@mail.ru

For citation:

I.S. Yavelov, A.V. Rochagov, and A.V. Zholobov
[Investigation of the Operability of the Thrust Sliding Bearing in the
Start-Up and Run-Out Modes].
Trenie i Iznos.
2023, vol. 44, no. 6, pp. 562–570 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-6-562-570

Investigation of the Operability of the Thrust Sliding Bearing in the Start-Up and Run-Out Modes

I.S. Yavelov, A.V. Rochagov, and A.V. Zholobov

*Institute of Machines Science named after A.A. Blagonravov of the Russian Academy of Sciences (IMASH RAN),
Maly Kharitonyevsky Lane, 4, Moscow 101990, Russia*

Received 05.09.2023.

Revised 01.12.2023.

Accepted 12.12.2023.

Abstract

The article is devoted to the description of the experimental stand simulating the operation of thrust bearings of the main circulation pump (RCP) of powerful power plants. The coolant movement in them occurs at high speeds (5—10 m/s), at high pressure (up to $150 \cdot 10^5$ Pa) and temperature up to 300 °C. This implies the requirements of increased reliability of this unit. The stand was adapted for testing both when lubricating the bearing with oil and when lubricating with water. The replacement of mineral oils with water was made possible by the comprehensive improvement of the bearing by the introduction of new antifriction materials and design solutions. The stand was also equipped with measuring systems for recording the moment of resistance to rotation of the disk, the speed of rotation of the disk, the angular speed of the disk, the temperature field near the working surfaces of the thrust bearings. The start-run-out operation mode was programmed with a special function from the computer. As a result of the conducted research, it was shown that simulating the main stage of coasting on a test bench when a thrust bearing operates in a volume filled with water cannot provide a comprehensive assessment of the performance of the main thrust bearing, because under operating conditions, the lubrication process may be disrupted due to partial drying of the bearing, leading to lubrication starvation, a sharp deterioration in heat removal and damage. These phenomena must be carefully studied on real objects.

Keywords: thrust bearing, oil lubrication, water lubrication, C-1-U antifriction material, specific load, non-stationary “start-run-out” mode.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-6-562-570

Адрес для переписки:

И.С. Явелов
ФГБУН Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН
(ИМАШ РАН),
Малый Харитоньевский пер., д. 4, г. Москва 101990, Россия
e-mail: yishome@mail.ru

Для цитирования:

И.С. Явелов, А.В. Рочагов, А.В. Жолобов
Исследование работоспособности упорного подшипника
скольжения в режимах пуска и выбега.
Трение и износ.
2023. — Т. 44, № 6. — С. 562–570.
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-6-562-570

Address for correspondence:

I.S. Yavelov
Institute of Machines Science named after A.A. Blagonravov of the
Russian Academy of Sciences (IMASH RAN),
M. Kharitonevsky Lane, 4, Moscow 101990, Russia
e-mail: yishome@mail.ru

For citation:

I.S. Yavelov, A.V. Rochagov, and A.V. Zholobov
[Investigation of the Operability of the Thrust Sliding Bearing in the
Start-Up and Run-Out Modes].
Trenie i Iznos.
2023, vol. 44, no. 6, pp. 562–570 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-6-562-570

Список использованных источников

1. **Supraschmierung für neue Gleitlager in die Anwendung bringen** [Электронный ресурс] // Pressemitteilung Fraunhofer IWM / 23. November 2022. URL: <https://www.materials.fraunhofer.de/de/presse/supraschmierung-fuer-neue-gleitlager-in-die-anwendung-bringen.html> (дата обращения: 17.05.2023)
2. **Вода как смазка для подшипников** [Электронный ресурс] // 26 июля 2019. URL: <https://www.podshipnik.ru/news/10163.html> (дата обращения: 31.05.2023)
3. **Анурьев В.И.** Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 2. — 11-е изд., стереотип. / под ред. И.Н. Жестковой. — М.: Инновационное машиностроение. — 2021
4. **Штук Р.Л., Шуляк Н.М.** Упорные подшипники: Конструкция и расчет. — М.: Изд-во МЭИ. — 2013
5. **Дьячков А.К., Маховенко А.И.** Улучшение конструкции упорных подшипников при применении антифрикционного материала С-1-У // Вестник машиностроения. — 1973, № 1, 33—35
6. **Дьячков А.К.** Развитие гидродинамической теории смазки применительно к задачам современного машиностроения // Трение и износ. — 1981 (2), № 2, 197—211
7. **Рева Ю.В.** Применение опорно-упорных подшипников скольжения электрических машин открытого исполнения в морской воде // Проблемы управления рисками в техносфере. — 2020, № 1, 27—30
8. **Соколов Н.В., Хадиев М.Б., Федотов П.Е., Федотов Е.М.** Влияние температуры подачи смазочного материала на работу упорного подшипника скольжения. // Вестник машиностроения. — 2023, № 1, 47—55
9. **Соколов Н.В., Хадиев М.Б.** Оптимизация гидродинамических упорных подшипников скольжения с неподвижными подушками // Вестник Казанского технологического университета. — 2013 (16), № 22, 249—254

References

1. **Supraschmierung für neue Gleitlager in die Anwendung bringen** [Elektronische Ressource] // Pressemitteilung Fraunhofer IWM / 23. November 2022. URL: <https://www.materials.fraunhofer.de/de/presse/supraschmierung-fuer-neue-gleitlager-in-die-anwendung-bringen.html> (data obrashcheniya: 17.05.2023)
2. **Voda kak smazka dlya podshipnikov** [Elektronnyj resurs] // 26 iyulya 2019. URL: <https://www.podshipnik.ru/news/10163.html> (data obrashcheniya: 31.05.2023)
3. **Anur'ev V.I.** Spravochnik konstruktora-mashinostroitel'ya: v 3-x t. T. 2. — 11-e izd., stereotip. / pod red. I.N. Zhestkovej. — M.: Innovacionnoe mashinostroenie. — 2021 (in Russian)
4. **Shtuk R.L., Shulyak N.M.** Uporny'e podshipniki: Konstrukciya i raschet. — M.: Izd-vo MEI. — 2013 (in Russian)
5. **D'yachkov A.K., Maxovenko A.I.** Uluchshenie konstrukcii uporny'x podshipnikov pri primeneniі antifrikcionnogo materiala S-1-U // Vestnik mashinostroeniya. — 1973, № 1, 33—35 (in Russian)
6. **D'yachkov A.K.** Razvitie gidrodinamicheskoy teorii smazki primenitel'no k zadacham sovremennogo mashinostroeniya. // Trenie i iznos. — 1981 (2), № 2, 197—211 (in Russian)
7. **Reva Yu.V.** Primenenie oporno-uporny'x podshipnikov skol'zheniya e'lektricheskix mashin otкрыtogo ispolneniya v morskoy vode. // Problemy upravleniya riskami v texnosfere. — 2020, № 1, 27—30 (in Russian)
8. **Sokolov N.V., Xadiev M.B., Fedotov P.E., Fedotov E.M.** Vliyanie temperatury` podachi smazochного materiala na rabotu upornogo podshipnika skol'zheniya // Vestnik mashinostroeniya. — 2023, № 1, 47—55 (in Russian)
9. **Sokolov N.V., Xadiev M.B.** Optimizaciya gidrodinamicheskix uporny'x podshipnikov skol'zheniya s nepodvizhny`mi podushkami // Vestnik Kazanskogo texnologicheskogo universiteta. — 2013 (16), № 22, 249—254 (in Russian)

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