

УДК 621.01

Определение предельных функциональных зазоров подшипника скольжения в условиях гидродинамической смазки

О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева», ул. Тимирязевская, 49, г. Москва 127434, Россия

Поступила в редакцию 22.02.2024.

После доработки 08.08.2024.

Принята к публикации 12.08.2024.

В статье рассмотрены факторы, влияющие на работу подшипника скольжения. Показано, что на основании основных положений теории гидродинамической смазки, переходя от формулы, характеризующей несущую способность смазочного слоя подшипников скольжения, к параметрам толщины масляного слоя и зазора, можно получить выражения для определения функциональных зазоров, в диапазоне которых подшипник будет работать в условиях гидродинамического трения. В результате проведенных расчётов подшипника скольжения редуктора привода транспортёра определены предельные функциональные зазоры для условия использования втулок различной длины в соответствии с ГОСТ ИСО 4379–2006. Обоснована рациональная длина цапфы подшипника скольжения исходя из величины наибольшего функционального зазора и его влияния на отклонение межосевого расстояния в зубчатой передаче редуктора. Предложена новая посадка $H8/f7$ взамен рекомендуемых стандартом ГОСТ ИСО 4379–2006 $H8/g7$ и $H8/e7$, что гарантировано обеспечит наличие гидродинамического клина в начале эксплуатации и наиболее рациональный запас материалов на износ. Практическая значимость исследований заключается в возможности применения предложенного подхода при проектировании подшипников скольжения, работающих в условиях гидродинамической смазки, с целью определения рациональной длины и посадки сопрягаемых элементов подшипникового узла.

Ключевые слова: подшипник скольжения, предельные функциональные зазоры, гидродинамическая смазка, допуск посадки, запас точности, длина цапфы.

DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-4-327-334

Адрес для переписки:

О.А. Леонов
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева», ул. Тимирязевская, 49, г. Москва 127434, Россия
e-mail: metr@rgau-msha.ru

Address for correspondence:

O.A. Leonov
Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Timiryazevskaya str., 49, Moscow 127434, Russia
e-mail: metr@rgau-msha.ru

Для цитирования:

О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова.
Определение предельных функциональных зазоров подшипника скольжения в условиях гидродинамической смазки. Трение и износ. 2024. — Т. 45, № 4. — С. 327–334.
DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-4-327-334

For citation:

O.A. Leonov, N.Zh. Shkaruba, and Yu.G. Vergazova.
[Determination of the Maximum Functional Clearances of a Plain Bearing under Hydrodynamic Lubrication Conditions].
Trenie i Iznos. 2024, vol. 45, no. 4, pp. 327–334 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-4-327-334

Determination of the Maximum Functional Clearances of a Plain Bearing under Hydrodynamic Lubrication Conditions

O.A. Leonov, N.Zh. Shkaruba, and Yu.G. Vergazova

Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Timiryazevskaya str., 49, Moscow 127434, Russia

Received 22.02.2024.

Revised 08.08.2024.

Accepted 12.08.2024.

Abstract

The article considers the factors influencing the operation of a sliding bearing. It is shown that on the basis of the basic provisions of the theory of hydrodynamic lubrication, passing from the formula, characterising the bearing capacity of the lubricating layer of sliding bearings, to the parameters of the oil layer thickness and clearance, it is possible to obtain expressions for determining the functional clearances, in the range of which the bearing will operate under conditions of hydrodynamic friction. As a result, of calculations of the plain bearings of the conveyor drive gearbox, the maximum functional clearances had determined for the conditions of using bushings of various lengths in accordance with GOST ISO 4379–2006. The rational length of the plain bearing bush was selected based on the magnitude of the largest functional clearance and its influence on the deviation of the center distance in the gear drive of the gearbox. A new fit H8/f7 has proposed instead of those recommended by the GOST ISO 4379–2006 standard, which has guaranteed to ensure the presence of a hydrodynamic wedge at the beginning of operation and the most rational supply of materials for wear. The practical significance of the research lies in the possibility of using the proposed approach when designing sliding bearings operating under hydrodynamic lubrication conditions in order to determine the rational length and fit of the mating elements of the bearing unit.

Keywords: plain bearing, maximum functional clearances, hydrodynamic lubrication, fit tolerance, accuracy margin, length plain bearing bush.

DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-4-327-334

Адрес для переписки:

О.А. Леонов
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева», ул. Тимирязевская, 49, г. Москва 127434, Россия
e-mail: metr@rgau-msha.ru

Address for correspondence:

O.A. Leonov
Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Timiryazevskaya str., 49, Moscow 127434, Russia
e-mail: metr@rgau-msha.ru

Для цитирования:

О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова.
Определение предельных функциональных зазоров подшипника скольжения в условиях гидродинамической смазки. Трение и износ. 2024. – Т. 45, № 4. – С. 327–334.
DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-4-327-334

For citation:

O.A. Leonov, N.Zh. Shkaruba, and Yu.G. Vergazova.
[Determination of the Maximum Functional Clearances of a Plain Bearing under Hydrodynamic Lubrication Conditions].
Trenie i Iznos. 2024, vol. 45, no. 4, pp. 327–334 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-4-327-334

Список использованных источников

1. **Захаров С.М.** Гидродинамическая смазка: состояние и перспективы // Трение и износ. — 2010 (31), № 1, 78—92
2. **Силуянова М.В., Фертиков А.О.** Расчет процесса течения смазки в цилиндрическом подшипнике скольжения редуктора авиадвигателя // Авиационная промышленность. — 2019, № 1, 18—24
3. **Rolink A., Jacobs G., Müller M., Jakobs T., and Bosse D.** Investigation of Manufacturing-Related Deviations of the Bearing Clearance on the Performance of a Conical Plain Bearing for the Application as Main Bearing in a Wind Turbine // Journal of Physics: Conference Series. — 2022 (2257), 012006. doi:10.1088/1742-6596/2257/1/012006
4. **Захаров С.М.** Многоопорные валы с подшипниками скольжения: моделирование и оценка их работоспособности // Трение и износ. — 2017 (38), № 3, 208—216
5. **Иванов В.А.** Программный комплекс расчета давления в смазочном слое подшипника скольжения // Сибирский журнал науки и технологий. — 2018 (19), № 3, 540—549. DOI 10.31772/2587-6066-2018-19-3-540-549.
6. **Ахвердиев К.С., Александрова Е.Е., Константинов В.А.** Гидродинамическая смазка радиального подшипника повышенной несущей способности, обусловленной профилем его опорной поверхности и шероховатостью поверхности вала // Вестник Донского государственного технического университета. — 2010 (10), № 3(46), 325—329
7. **Jin Y.** A Study on Distribution Rules of Dynamics Temperature and Pressure in Plain Bearing // Key Engineering Materials. — 2013 (567), 91—97. doi: 10.4028/www.scientific.net/KEM.567.91
8. **Baş H.** Investigation of the Effects of Surface Roughness on Friction Behavior in Hydrodynamic Radial Plain Bearings // Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. — 2022, no. 12(3), 877—887. doi: 10.17714/gumusfenbil.1006203
9. **Souri K., Vallejo Maldonado P., Chainov N., and Krasnokutsky A.** Hierarchy of Methodology for Calculating the Plain Bearing of an internal Combustion Engine // AIP Conference Proceedings. — 2022 (2559), 020007. doi: 10.1063/5.0100353.
10. **Regis A., Linares J., Arroyave-Tobón S., and Mermoz E.** Numerical Model to Predict Wear of Dynamically Loaded Plain Bearings // Wear. — 2022, (204467), 508—509. doi: 10.1016/j.wear.2022.204467
11. **Vela D., Vela I., and Miclosina C.** Tribological Analysis of a Radial Plain Bearing // Robotica & Management. — 2022, no. 27, 41—44. doi: 10.24193/rm.2022.1.8
12. **Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж., Темасова Г.Н. [и др.]** Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной износостойкости соединений // Трение и износ. — 2023 (44), № 3, 261—269. DOI 10.32864/0202-4977-2023-44-3-261-269
13. **Leonov O. A. and Shkaruba N. Z.** Calculation of Fit Tolerance by the Parametric Joint Failure Model // Journal of machinery manufacture and reliability. — 2020 (49), no. 12, 1027—1032. doi: 10.3103/S1052618820120092
14. **Wollmann T., Nitschke S., Klauke T., Behnisch T., Ebert C., Füßel R., Modler N., and Gude M.** Investigating the Friction, Wear and Damage Behaviour of Plain Bearing Bushes of the Variable Stator Vane System // Tribology International. — 2021, no. 165(1), 107280. doi: 10.1016/j.triboint.2021.107280
15. **Романов А.Б., Палей М.А., Брагинский В.А.** Допуски и посадки: Справочник в 2 томах. — Санкт-Петербург: Политехника. — 2009

References

1. **Zakharov S.M.** Hydrodynamic Lubrication Research: Current Situation and Future Prospects // Journal of Friction and Wear. — 2010 (31), no. 1, 56—67. doi 10.3103/S106836661001006X
2. **Siluyanov M.V., Fertikov A.O.** Raschet processa techeniya smazki v cilindricheskom podshipnike skol'zheniya reduktora aviadvigatelya // Aviacionnaya promyshlennost'. — 2019, № 1, 18—24 (in Russian)
3. **Rolink A., Jacobs G., Müller M., Jakobs T., and Bosse D.** Investigation of Manufacturing-Related Deviations of the Bearing Clearance on the Performance of a Conical Plain Bearing for the Application as Main Bearing in a Wind Turbine // Journal of Physics: Conference Series. — 2022 (2257), 012006. doi:10.1088/1742-6596/2257/1/012006
4. **Zakharov S.M.** Multiple-Support Shafts with Journal Bearings: A Simulation and Evaluation of Their Performance // Journal of Friction and Wear. — 2017 (38), no. 3, 195—201. doi 10.3103/S1068366617030151
5. **Ivanov V.A.** Programmnyj kompleks rascheta davleniya v smazochnom sloe podshipnika skol'zheniya // Sibirskij zhurnal nauki i tekhnologii. — 2018 (19), № 3, 540—549. DOI 10.31772/2587-6066-2018-19-3-540-549 (in Russian)
6. **Ahverdiev K.S., Aleksandrova E.E., Konstantinov V.A.** Gidrodinamicheskaya smazka radial'nogo podshipnika povyshennoj nesushchej sposobnosti, obuslovennoj profilem ego opornoj poverhnosti i sherohovatost'yu poverhnosti vala // Vestnik Donskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. — 2010 (10), № 3(46), 325—329 (in Russian)
7. **Jin Y.** A Study on Distribution Rules of Dynamics Temperature and Pressure in Plain Bearing // Key Engineering Materials. — 2013 (567), 91—97. doi: 10.4028/www.scientific.net/KEM.567.91
8. **Baş H.** Investigation of the Effects of Surface

- Roughness on Friction Behavior in Hydrodynamic Radial Plain Bearings // *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. — 2022, no. 12(3), 877—887. doi: 10.17714/gumusfenbil.1006203
9. **Souri K., Vallejo Maldonado P., Chainov N., and Krasnokutsky A.** Hierarchy of Methodology for Calculating the Plain Bearing of an internal Combustion Engine // *AIP Conference Proceedings*. — 2022 (2559), 020007. doi: 10.1063/5.0100353.
 10. **Regis A., Linares J., Arroyave-Tobón S., and Mermoz E.** Numerical Model to Predict Wear of Dynamically Loaded Plain Bearings // *Wear*. — 2022, (204467), 508—509. doi: 10.1016/j.wear.2022.204467
 11. **Vela D., Vela I., and Miclosina C.** Tribological Analysis of a Radial Plain Bearing // *Robotica & Management*. — 2022, no. 27, 41—44. doi: 10.24193/rm.2022.1.8
 12. **Leonov O.A., Shkaruba N.Z., Temasova G.N., Vergazova Y.G., and Golinitkiy P.V.** Calculation of Fit Tolerance with Clearance to Increase Relative Wear Resistance of Joints // *Journal of Friction and Wear*. — 2023 (44), no 3, 171—177. doi: 10.3103/S1068366623030054
 13. **Leonov O. A. and Shkaruba N. Z.** Calculation of Fit Tolerance by the Parametric Joint Failure Model // *Journal of machinery manufacture and reliability*. — 2020 (49), no. 12, 1027—1032. doi: 10.3103/S1052618820120092
 14. **Wollmann T., Nitschke S., Klauke T., Behnisch T., Ebert C., Füßel R., Modler N., and Gude M.** Investigating the Friction, Wear and Damage Behaviour of Plain Bearing Bushes of the Variable Stator Vane System // *Tribology International*. — 2021, no. 165(1), 107280. doi: 10.1016/j.triboint.2021.107280
 15. **Romanov A.B., Palej M.A., Braginskij V.A.** Допуски и посадки: Справочник в 2 томах. — Санкт-Петербург: Политехника. — 2009 (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