

УДК 621.822

Расчетное определение несущей способности металлополимерных подшипников скольжения с использованием метода конечных элементов

К.Ю. Зерщиков¹, А.С. Елкин², И.В. Сергеичев², Ю.В. Семёнов¹, А.В. Машков¹

¹ООО «Константа-2»,

ул. Елисеева, д. 3, а/я 2656, Волгоградская область, г. Волгоград 400120, Россия

²Сколковский институт науки и технологий, Территория Инновационного Центра «Сколково», Большой бульвар, д. 30, стр. 1, г. Москва 121205, Россия

Поступила в редакцию 24.07.2023.

После доработки 28.11.2023.

Принята к публикации 12.12.2023.

На основе предложенной модели нагружения подшипника скольжения, с помощью метода конечных элементов исследована зависимость несущей способности армированных металлофторопластовых подшипников скольжения от их геометрических характеристик и силовых факторов. Проведен расчёт напряжений и деформаций в наиболее податливом антифрикционном слое. Показано, что распределение напряжений и деформаций в подшипнике крайне неравномерно и зависит от толщины антифрикционного слоя, высоты подшипника. Введены критерии для оценки работоспособности подшипников скольжения под нагрузкой и на основании этих критериев проведено сравнение полученных результатов с экспериментальными данными. Согласие расчётных и экспериментальных данных позволяет использовать полученную методику для определения несущей способности подшипников скольжения. Полученные решения позволяют перейти от экспериментального метода определения несущей способности металлофторопластовых подшипников скольжения к расчётному и проектировать подшипники с заранее заданными характеристиками прочности. Это поможет специалистам, проектирующим подшипниковые узлы, качество и скорость их разработки.

Ключевые слова: металлофторопластовый подшипник скольжения, метод конечных элементов, расчёт напряжений и деформаций, антифрикционный слой, несущая способность.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-6-551-561

Адрес для переписки:

К.Ю. Зерщиков
ООО «Константа-2»,
ул. Елисеева, д. 3, а/я 2656, Волгоградская область, г. Волгоград
400120, Россия
e-mail: secret@constanta-2.ru

Для цитирования:

К.Ю. Зерщиков, А.С. Елкин, И.В. Сергеичев, Ю.В. Семёнов,
А.В. Машков
Расчетное определение несущей способности металлополимерных
подшипников скольжения с использованием метода конечных
элементов.
Трение и износ.
2023. – Т. 44, № 6. – С. 551–561.
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-6-551-561

Address for correspondence:

K.Yu. Zershchikov
“Constant-2” LLC,
Eliseeva str., 3, post office box 2656, Volgograd region, Volgograd
400120, Russia
e-mail: secret@constanta-2.ru

For citation:

K. Yu. Zershchikov, A.S. Yelkin, I.V. Sergeichev, Yu.V. Semenov, and
A.V. Mashkov
[Computation Method of Carrying Ability Determination of Metall-
Fluoroplast Slide Bearings with Finite Element Modeling].
Trenie i Izнос.
2023, vol. 44, no. 6, pp. 551–561 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-6-551-561

Computation Method of Carrying Ability Determination of Metall-Fluoroplast Slide Bearings with Finite Element Modeling

K.Yu. Zershchikov¹, A.S. Yelkin², I.V. Sergeichev², Yu.V. Semenov¹, and A.V. Mashkov¹

¹“Constant-2” LLC,
Eliseeva str., 3, post office box 2656, Volgograd region, Volgograd 400120, Russia

²Skolkovo Institute of Science and Technology,
Territory of the Skolkovo Innovation Center, Bolshoy Boulevard, 30, p. 1, Moscow 121205, Russia

Received 24.07.2023.

Revised 28.11.2023.

Accepted 12.12.2023.

Abstract

The model of slide bearing under load was suggested and then with the help of FEM the dependence between geometry of metall-fluoroplast slide bearings and their carrying ability to avoid plastic deformation is investigated. It was shown that stress and strain distribution are extremely uneven and it depends on anti-friction layer thickness and bearing height. Stress and strain in anti-friction more supple layer were calculated and compared with the proposed stress-strain criteria of bearing efficiency. Based on that criteria, we compared experimental data with theoretical results. Because of the experimental data are in accordance with theoretical results then this method can be used for prediction the performance of slide bearings under load. The solutions received in this investigation allow us to design slide bearings with assignable carrying ability.

Keywords: metall-fluoroplast slide bearing, finite element modeling, calculations of stress and strain, anti-friction layer, computation, carrying ability.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-6-551-561

Адрес для переписки:

К.Ю. Зерщиков
ООО «Константа-2»,
ул. Елисеева, д. 3, а/я 2656, Волгоградская область, г. Волгоград
400120, Россия
e-mail: secret@constanta-2.ru

Для цитирования:

К.Ю. Зерщиков, А.С. Елкин, И.В. Сергеевичев, Ю.В. Семёнов,
А.В. Машков
Расчетное определение несущей способности металлополимерных
подшипников скольжения с использованием метода конечных
элементов.
Трение и износ.
2023. – Т. 44, № 6. – С. 551–561.
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-6-551-561

Address for correspondence:

K.Yu. Zershchikov
“Constant-2” LLC,
Eliseeva str., 3, post office box 2656, Volgograd region, Volgograd
400120, Russia
e-mail: secret@constanta-2.ru

For citation:

K. Yu. Zershchikov, A.S. Yelkin, I.V. Sergeichev, Yu.V. Semenov, and
A.V. Mashkov
[Computation Method of Carrying Ability Determination of Metall-
Fluoroplast Slide Bearings with Finite Element Modeling].
Trenie i Iznos.
2023, vol. 44, no. 6, pp. 551–561 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-6-551-561

Список использованных источников

1. Семенов А.П., Савинский Ю.Э. Металлофторопластовые подшипники. — М.: Машиностроение. — 1976
2. Производство изделий из полимерных материалов: Крыжановский В.К. и др. — СПб.: Профессия. — 2004
3. Федорченко И.М., Пугина Л.И. Композиционные, спеченные антифрикционные материалы. — Киев: Наукова Думка. — 1980
4. Быков А.Ф. Арматура с шаровым затвором для гидравлических систем — М. Машиностроение. — 1971
5. Зерщиков К.Ю., Семенов Ю.В. Зависимость несущей способности металлополимерных подшипников скольжения от их геометрических характеристик // Конструкции из композиционных материалов. — 2012, № 1, 28—31
6. Зерщиков К.Ю., Кузахметова Е.К. Металлополимерные подшипники для узлов вращения запорной арматуры // Трубопроводная арматура и оборудование. — 2012, № 2(59), 22—23
7. Metal/Polymer Composite Plain Bearings. URL: https://www.schaeffler.com/remotemedien/media/_shared_media/08_media_library/01_publications/schaeffler_2/tpi/downloads_8/tpi_211_de_en.pdf
8. Martínez F.J., Canales M., Izquierdo S., Jiménez M.A., and Martínez M.A. Finite Element Implementation and Validation of Wear Modelling in Sliding Polymer–Metal Contacts // Wear. — 2012 (284–285), 52—64. URL: <https://doi.org/10.1016/j.wear.2012.02.003>.
9. Chernets M. et al. Methodology of Calculation of Metal-Polymer Sliding Bearings for Contact Strength, Durability and Wear // Tribology in Industry. — 2020 (42), no. 4, 572. doi: 10.24874/ti.900.06.20.10
10. Dykha A., Sorokatyi R., Makovkin O., and Babak O., Calculation-Experimental Modeling of Wear of Cylindrical Sliding Bearings // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. — 2017 (5), no. 1, 89. doi:10.15587/1729-4061.2017.109638.
11. Зернин М. В., Мишин А. В., Рыбкин Н. Н., Шилько С. В., Рябченко Т. В. Учет многозонного гидродинамического трения, перекоса осей и контактной податливости вала и втулки подшипников скольжения//Трение и износ, 2017(38), №3, 269-279
12. Miler D., Škec S., Katana B., Žeželj D. An Experimental Study of Composite Plain Bearings: The Influence of Clearance on Friction Coefficient and Temperature // Strojniški vestnik – Journal of Mechanical Engineering. — 2019 (65), no.10, 547—556. URL: <https://doi.org/10.5545/sv-jme.2019.6108>

References

1. Semenov A.P., Savinsky Yu.E. Metallofluoroplast bearings. — M.: Mashinostroenie. — 1976 (in Russian)
2. Kryzhanovsky V.K. Production of products from polymer materials. — St. Petersburg: Profession. — 2004 (in Russian)
3. Fedorchenko I.M., Pugina L.I. Composite, sintered antifriction materials. — Kiev: Naukova Dumka. — 1980 (in Russian)
4. Bykov A.F. Fittings with a ball valve for hydraulic systems — M. Mashinostroenie. — 1971 (in Russian)
5. Zershchikov K.Yu., Semenov Yu.V. The dependence of the bearing capacity of metal-polymer plain bearings on their geometric characteristics // Structures from composite materials. — 2012, no. 1, 28—31 (in Russian)
6. Zershchikov K.Yu., Kuzakhmetova E.K. Metal-polymer bearings for shut-off valve rotation units, // Pipeline fittings and equipment. — 2012, no. 2(59), 22—23 (in Russian)
7. Metal/Polymer Composite Plain Bearings. URL: https://www.schaeffler.com/remotemedien/media/_shared_media/08_media_library/01_publications/schaeffler_2/tpi/downloads_8/tpi_211_de_en.pdf
8. Martínez F.J., Canales M., Izquierdo S., Jiménez M.A., and Martínez M.A. Finite Element Implementation and Validation of Wear Modelling in Sliding Polymer–Metal Contacts // Wear. — 2012 (284–285), 52—64. URL: <https://doi.org/10.1016/j.wear.2012.02.003>.
9. Chernets M. et al. Methodology of Calculation of Metal-Polymer Sliding Bearings for Contact Strength, Durability and Wear // Tribology in Industry. — 2020 (42), no. 4, 572. doi: 10.24874/ti.900.06.20.10
10. Dykha A., Sorokatyi R., Makovkin O., and Babak O. Calculation-Experimental Modeling of Wear of Cylindrical Sliding Bearings // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. — 2017 (5), no. 1, 89. doi:10.15587/1729-4061.2017.109638.
11. Zernin M.V., Mishin A.V., Rybkin N.N., Shil'ko S.V., and Ryabchenko T.V. Consideration of the Multizone Hydrodynamic Friction, the Misalignment of Axes and the Contact Compliance of Shaft and Bush of Sliding Bearings // Journal of Friction and Wear. — 2017 (38), no. 3, 242—251
12. Miler D., Škec S., Katana B., Žeželj D. An Experimental Study of Composite Plain Bearings: The Influence of Clearance on Friction Coefficient and Temperature // Strojniški vestnik – Journal of Mechanical Engineering. — 2019 (65), № 10, 547—556. URL: <https://doi.org/10.5545/sv-jme.2019.6108>

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