

УДК 620.16, 539.621

Оценка работоспособности ПТФЭ-композитов в качестве антифрикционных слоев опорных частей с шаровым сегментом

А.А. Адамов¹, И.Э. Келлер¹, Д.С. Петухов¹, В.С. Кузьминых², И.М. Патраков³,
П.Н. Гракович⁴, И.С. Шилько⁴

¹Институт механики сплошных сред УрО РАН,
ул. Акад. Королёва, д. 1, г. Пермь 614013, Россия

²Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
Комсомольский пр-т, 29, г. Пермь 614990, Россия

³ООО «АльфаТех»,
ул. Пушкарская, 51, г. Пермь 614051, Россия

⁴Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси,
ул. Кирова, 32а, г. Гомель 246050, Беларусь

Поступила в редакцию 20.03.2023.

После доработки 24.05.2023.

Принята к публикации 19.06.2023.

Для первичной оценки работоспособности ряда наполненных полимерных композитов на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ) в качестве материала антифрикционных слоёв исследованы при комнатной температуре на твёрдость по Бринеллю, жёсткость при свободном сжатии до 10 % деформации, жёсткость при стеснённом сжатии до 160 МПа, коэффициенты трения и стойкость к реверсивному скольжению по схеме плоскость по плоскости полированной аустенитной нержавеющей стали в качестве контртела. Исследовались семь видов композитов на основе ПТФЭ, наполненных коксом, бронзой, коллоидным графитом, а также модифицированным углеродным волокном с фторполимерным покрытием и различными добавками (композиты семейства Суперфлувис). По совокупности показателей композиты семейства Суперфлувис превосходят материалы, наполненные коксом либо бронзой, а материал, наполненный коллоидным графитом в качестве основного наполнителя, не выдержал испытания на стойкость к реверсивному скольжению. Подтверждена работоспособность композита Суперфлувис на основе ПТФЭ ПН90 в испытаниях реверсивным скольжением при давлении 65 МПа на дистанции 10000 м.

Ключевые слова: антифрикционные полимерные материалы, композиты на основе политетрафторэтилена, испытания материалов, твёрдость, свободное сжатие, стеснённое сжатие, нелинейная жёсткость, трение, высокие контактные давления, реверсивное скольжение.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-3-201-211

Адрес для переписки:

А.А. Адамов
Институт механики сплошных сред УрО РАН,
ул. Акад. Королёва, д. 1, г. Пермь 614013, Россия
e-mail: adamov@icmm.ru

Address for correspondence:

A.A. Adamov
Institute of Continuous Media Mechanics UB RAS,
Acad. Korolyov str., 1, g. Perm 614013, Russia
e-mail: adamov@icmm.ru

Для цитирования:

А.А. Адамов, И.Э. Келлер, Д.С. Петухов, В.С. Кузьминых,
И.М. Патраков, П.Н. Гракович, И.С. Шилько
Оценка работоспособности ПТФЭ-композитов в качестве
антифрикционных слоев опорных частей с шаровым сегментом.
Трение и износ.
2023. — Т. 44, № 3. — С. 201—211.
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-3-201-211

For citation:

A.A. Adamov, I.E. Keller, D.S. Petukhov, V.S. Kuzminykh,
I.M. Patrakov, P.N. Grakovich, and I.S. Shilko
[Evaluation of the Performance the PTFE-Composites as Antifric-
tion Layers in Supporting Parts with Spherical Segment].
Trenie i Iznos.
2023, vol. 44, no. 3, pp. 201—211 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-3-201-211

Evaluation of the Performance the PTFE-Composites as Antifriction Layers in Supporting Parts with Spherical Segment

A.A. Adamov¹, I.E. Keller¹, D.S. Petukhov¹, V.S. Kuzminykh², I.M. Patrakov³, P.N. Grakovich⁴, and I.S. Shilko⁴

¹Institute of Continuous Media Mechanics UB RAS,
Acad. Korolyov str., 1, Perm 614013, Russia

²Perm National Research Polytechnic University,
pr. Komsomolsky, 29, Perm 614990, Russia

³ООО “AlfaTech”,
Pushkarskaya str., 51, Perm 614051, Russia

⁴V.A. Bely Metal-Polymer Research Institute of NAS Belarus,
Kirov St., 32a, Gomel 246050, Belarus

Received 20.03.2023.

Revised 24.05.2023.

Accepted 19.06.2023.

Abstract

For the primary assessment of the operability of a number of filled polymer composites based on polytetrafluoroethylene (PTFE) as a material of antifriction layers, Brinell hardness, stiffness under free compression up to 10 % deformation, stiffness under tight compression up to 160 MPa, friction coefficients and resistance to reverse sliding according to the plane-by-plane scheme of polished austenitic stainless steel were studied at room temperature. steel as a counterbody. Seven types of PTFE-based composites filled with coke, bronze, colloidal graphite, as well as modified carbon fiber with a fluoropolymer coating and various additives (composites of the Superfluvis family) were studied. According to the totality of indicators, the composites of the Superfluvis family are superior to materials filled with coke or bronze, and the material filled with colloidal graphite as the main filler did not pass the tests for resistance to reverse sliding. The performance of the Superfluvis composite based on PTFE PN90 in reverse sliding tests under the pressure of 65 MPa at a distance of 10000 m has been confirmed.

Keywords: antifriction polymer materials, filled fluoroplastics, material testing, hardness, free compression, constrained compression, nonlinear stiffness, friction, high contact pressures, reverse sliding.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-3-201-211

Адрес для переписки:

А.А. Адамов
Институт механики сплошных сред УрО РАН,
ул. Акад. Королёва, д. 1, г. Пермь 614013, Россия
e-mail: adamov@icmm.ru

Address for correspondence:

A.A. Adamov
Institute of Continuous Media Mechanics UB RAS,
Acad. Korolyov str., 1, g. Perm 614013, Russia
e-mail: adamov@icmm.ru

Для цитирования:

А.А. Адамов, И.Э. Келлер, Д.С. Петухов, В.С. Кузьминых,
И.М. Патраков, П.Н. Гракович, И.С. Шилько
Оценка работоспособности ПТФЭ-композиатов в качестве
антифрикционных слоев опорных частей с шаровым сегментом.
Трение и износ.
2023. – Т. 44, № 3. – С. 201–211.
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-3-201-211

For citation:

A.A. Adamov, I.E. Keller, D.S. Petukhov, V.S. Kuzminykh,
I.M. Patrakov, P.N. Grakovich, and I.S. Shilko
[Evaluation of the Performance the PTFE-Composites as Antifriction
Layers in Supporting Parts with Spherical Segment].
Trenie i Iznos.
2023, vol. 44, no. 3, pp. 201–211 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-3-201-211

Список использованных источников

1. **Aziznamini A., Power E.H., Myers G.F., and Celik Ozyildirim H.** Bridges for Service Life Beyond 100 Years: Innovative Systems, Subsystems and Components. — Washington: The National Academies Press. — 2014
2. **Технические требования на опорные части с шаровым сегментом и антифрикционным покрытием** / Введены распоряжением ОАО «РЖД» № 2755р от 12.12.2013 г.
3. **EAD 050009-00-0301 Spherical and Cylindrical Bearing with Special Sliding Material Made of Fluoropolymer / EOTA.** — 2017
4. **Adamov A.A., Keller I.E., Ostrer S.G., and Seletkov D.V.** Evaluation of the Performance of Antifriction PTFE Composites at a Pressure Over 60 MPa. I. Comparison of Their Hardness and Deformation Properties Under Free and Constrained Compression // Mech. Compos. Mater. — 2022 (58), 673—688
5. **Белошенко В.А., Возняк Ю.В.** Твердофазная экструзия полимеров с использованием деформации простым сдвигом // Физика и техника высоких давлений. — 2014 (24), № 2, 95—105
6. **Испытательная установка реверсивного трения:** пат. RU 2692130 С2. — Заявлено 24.10.2017. — 2019, Бюл. № 18 / А.С. Ипанов, А.А. Адамов, А.В. Светлаков, В.Д. Василенко, И.М. Патраков, И.В. Непеин
7. **Shelestova V.A., Grakovich P.N., and Zhandarov S.F.** A Fluoropolymer Coating on Carbon Fibers Improves Their Adhesive Interaction with PTFE Matrix // Composite Interfaces. — 2011 (18), no. 5, 419—440
8. **ETA-06/0301 MAURER MSM Spherical and Cylindrical Bearing with Special Sliding Material Made of UHMWPE / DIBt. 03.04.2019.**
9. **Campbell T.I., Kong W.L., and Manning D.G.** Laboratory Investigation of the Coefficient of Friction in the Polytetrafluoroethylene Slide Surface of a Bridge Bearing // Transportation Research Record, 1275. — 1987, 45—52
10. **Stanton J.F., Roeder C.W., and Campbell T.I.** Appendix C: Friction and Wear of PTFE Sliding Surfaces // In NCHRP Report 432: High-Load Multi-Rotational Bridge Bearings. — Washington, D.C.: TRB, National Research Council. — 1999
11. **Bocklenberg L., Winkler K., Mark P., Rybarz S.** Low Friction Sliding Planes of Greased PTFE for High Contact Pressures // Open Journal of Civil Engineering. — 2016. — Vol. 6. — P. 105-116.

References

1. **Aziznamini A., Power E. H., Myers G. F., Celik Ozyildirim H.** Bridges for Service Life Beyond 100 Years: Innovative Systems, Subsystems and Components. — Washington: The National Academies Press. — 2014
2. **Technical Requirements for Bearing Parts with a Spherical Segment and Antifriction Coating** / Introduced by an order of Russian Railways OJSC No. 2755p Dec. 12 2013.
3. **EAD 050009-00-0301 Spherical and Cylindrical Bearing with Special Sliding Material Made of Fluoropolymer / EOTA.** — 2017
4. **Adamov A.A., Keller I.E., Ostrer S.G., and Seletkov D.V.** Evaluation of the Performance of Antifriction PTFE Composites at a Pressure Over 60 MPa. I. Comparison of Their Hardness and Deformation Properties Under Free and Constrained Compression // Mech. Compos. Mater. — 2022 (58), 673—688
5. **Beloshenko V.A., Wozniak Yu.V.** Solid—Phase Extrusion of Polymers Using Simple Shear Deformation // Physics and Technology of High Pressures. — 2014 (24), no. 2, 95—105 (in Russian)
6. **Reversible Friction Test Facility:** pat. EN 2692130 C2— Declared 24.10.2017. — 2019, Bull. No. 18 / A.S. Ipanov, A.A. Adamov, A.V. Svetlakov, V.D. Vasilenko, I.M. Patrakov, and I.V. Nepein
7. **Shelestova V.A., Grakovich P.N., and Zhandarov S.F.** A Fluoropolymer Coating on Carbon Fibers Improves Their Adhesive Interaction with PTFE Matrix // Composite Interfaces. — 2011 (18), no. 5, 419—440
8. **ETA-06/0301 MAURER MSM Spherical and Cylindrical Bearing with Special Sliding Material Made of UHMWPE / DIBt. 03.04.2019.**
9. **Campbell T.I., Kong W.L., and Manning D.G.** Laboratory Investigation of the Coefficient of Friction in the Polytetrafluoroethylene Slide Surface of a Bridge Bearing // Transportation Research Record, 1275. — 1987, 45—52
10. **Stanton J.F., Roeder C.W., and Campbell T.I.** Appendix C: Friction and Wear of PTFE Sliding Surfaces // In NCHRP Report 432: High-Load Multi-Rotational Bridge Bearings. — Washington, D.C.: TRB, National Research Council. — 1999
11. **Bocklenberg L., Winkler K., Mark P., and Rybarz S.** Low Friction Sliding Planes of Greased PTFE for High Contact Pressures // Open Journal of Civil Engineering. — 2016 (6), 105—116

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