

УДК 621.762

Устойчивое развитие и трибология полимеров

Н.К. Мышкин¹, А.Я. Григорьев¹, Г. Джанг²

¹Институт механики металлополимерных систем имени В.А. Белого НАН Беларуси,
ул. Кирова, 32а, г. Гомель 246050, Беларусь

²State Key Laboratory of Solid Lubrication, Lanzhou Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences; Qingdao Center of Resource Chemistry & New Materials,
Qingdao, 266071, China

Поступила в редакцию 02.11.2022.

После доработки 28.11.2022.

Принята к публикации 30.11.2022.

Концепция устойчивого развития предусматривает достижение 17 целей, разработанных в 2015 году Генассамблеей ООН. Трибология является одним из факторов их достижения в области промышленности и инноваций (цель SDG9). Потери, связанные с трением и износом машин, оценивают в 3—5% валового национального продукта около четверти энергии, потребляемой индустрией, расходуется на преодоление сил трения. Снижение потерь на трение, уменьшение износа машин, снижение выбросов двигателей внутреннего сгорания, применение экологически-чистых смазок — лишь небольшой перечень возможностей трибологии для достижения целей устойчивого развития. Приложения трибологии вышли далеко за рамки решения чисто технических задач, и особую роль в жизни общества в последние годы стала играть так называемая «зелёная трибология». Использование полимеров является одним из эффективных методов достижения целей зелёной трибологии. Эти цели тесно связаны с творческим наследием В.А. Белого в трибологии полимеров, в частности исследованиями массопереноса при трении. В продолжении его работ показано, что нанонаполнители активно влияют на поведение макромолекул полимеров при трении, образовании плёнок переноса и частиц износа. На примере композитов на основе ПЭЭК подтверждена эффективность материалов с наноразмерными и традиционными добавками. Ещё одним направлением зелёной трибологии является разработка экологичных смазочных материалов. В настоящее время во многих странах вводятся ограничения на применение минеральных масел в сельском и лесном хозяйстве, и стимулируется использование смазочных масел и рабочих жидкостей, производимых из растительного сырья. Показано, что такие масла по многим показателям не уступают минеральным и проявляют хорошие противоизносные свойства благодаря образованию трибополимерных плёнок.

Ключевые слова: устойчивое развитие, полимерные материалы, триботехнические испытания, нанокompозиты, растительные масла.

DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-6-539-547

Адрес для переписки:

Н.К. Мышкин
Институт механики металлополимерных систем
имени В.А. Белого НАН Беларуси,
ул. Кирова, 32а, г. Гомель 246050, Беларусь
e-mail: nkmyshkin@mail.ru

Address for correspondence:

N.K. Myshkin
Metal-Polymer Research Institute of Belarus National Academy of
Sciences,
Kirov street, 32a, Gomel 246050, Belarus
e-mail: nkmyshkin@mail.ru

Для цитирования:

Н.К. Мышкин, А.Я. Григорьев, Г. Джанг
Трибология в устойчивом развитии наследия В.А. Белого.
Трение и износ.
2022. — Т. 43, № 6. — С. 539—547.
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-6-539-547

For citation:

N.K. Myshkin, A.Ya. Grigoriev, and Ga Zhang
[Tribology in Sustainable Development of V.A. Belyi Ideas].
Trenie i Iznos.
2022, vol. 43, no. 6, pp. 539—547 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-6-539-547

Sustainable Development and Polymer Tribology

N.K. Myshkin¹, A.Ya. Grigoriev¹, and Ga Zhang²

¹*Metal-Polymer Research Institute of Belarus National Academy of Sciences,
Kirov street, 32a, Gomel 246050, Belarus*

²*State Key Laboratory of Solid Lubrication, Lanzhou Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of
Sciences; Qingdao Center of Resource Chemistry & New Materials,
Qingdao, 266071, China*

Received 02.11.2022.

Revised 28.11.2022.

Accepted 30.11.2022.

Abstract

Concept of sustainable development was formulated as achievement of 17 goals determined by UN General Assembly in 2015. Tribology has become one of the components of the industry and innovation goal (SDG9). The economical losses related to friction and wear are estimated as 3–5 % of GNP and one quarter of all the energy in industry is spent for friction overcoming. Decreasing of these losses, increase of machinery wear-resistance, exhaust of engines, application of ecologically-friendly lubricants — it is a part of tribology opportunities in achieving the SDG. Applications of tribology have come out of industry and so-called “green tribology” has become an important part in the life of society. Use of polymers is one of the efficient means to reach the green tribology targets. Nanofillers affect significantly the behavior of polymer macromolecules at friction, formation of transfer layers and wear debris, and finally the tribological performance of the composite. PEEK-based nanocomposites are becoming one of the most promising materials for applications in polymer-metal tribosystems. The test data have confirmed the positive effect of combining nanofillers with conventional additives to PEEK matrix. Another direction in green tribology is development of ecologically-friendly lubricants. Nowadays the usage of mineral oils is limited by many countries in forestry and agriculture due to ecological reasons. The applications of oils and working fluids based on plant raw materials are stimulated. It is shown that such oils are comparable with the mineral ones and show good anti-wear performance due to formation of polymer tribofilms.

Keywords: sustainable development, polymer composites, tribotests, nanocomposites, plant oils.

DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-6-539-547

Адрес для переписки:

Н.К. Мышкин
Институт механики металлополимерных систем
имени В.А. Белого НАН Беларуси,
ул. Кирова, 32а, г. Гомель 246050, Беларусь
e-mail: nkmyshkin@mail.ru

Для цитирования:

Н.К. Мышкин, А.Я. Григорьев, Г. Джанг
Трибология в устойчивом развитии наследия В.А. Белого.
Трение и износ.
2022. – Т. 43, № 6. – С. 539–547.
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-6-539-547

Address for correspondence:

N.K. Myshkin
Metal-Polymer Research Institute of Belarus National Academy of
Sciences,
Kirov street, 32a, Gomel 246050, Belarus
e-mail: nkmyshkin@mail.ru

For citation:

N.K. Myshkin, A.Ya. Grigoriev, and Ga Zhang
[Tribology in Sustainable Development of V.A. Belyi Ideas].
Trenie i Iznos.
2022, vol. 43, no. 6, pp. 539–547 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-6-539-547

Список использованных источников

1. **Академик В.А. Белый. Ученый. Учитель. Организатор: к столетию со дня рождения** / сост.: А.Я. Григорьев, Н.К. Мышкин, В.В. Кончиц / редкол.: А.Я. Григорьев [и др]. — Минск: Белорусская наука. — 2022
2. **P. Jost: Brief Notes** // In: Int. Conference “50th Anniversary of the “Jost Report”. — London: IMech. — 2016, 1—2
3. **Myshkin N.K. and Grigoriev F.A.** Green Tribology for Sustainable Development Goals // Proceedings of I4SDG IFToMM Workshop, ed. by G. Quaglia. — Springer. — 2022, 421—428
4. **Holmberg K. and Erdemir A.** Influence of Tribology on Global Energy Consumption, Costs and Emissions // Friction. — 2017 (5), no 3, 263—284
5. **Крагельский И.В.** Трение и износ. — М.: Машиностроение. — 1968
6. **Белый В.А., Свириденко А.И., Петроковец М.И., Савкин В.Г.** Трение и износ материалов на основе полимеров. — Минск: Наука и техника. — 1976 (переиздана на английском языке: **Bely V.A., Sviridenok A.I., Petrokovets M.I., and Savkin V.G.** Friction & Wear in Polymer-Based Materials. — Oxford: Pergamon Press. — 1982)
7. **Myshkin N.K., Pesetskii S.S., and Grigoriev A.Ya.** Polymer Tribology: Current State and Applications // Tribology in Industry. — 2015 (37), no. 2, 284—290
8. **Tribology of Polymeric Nanocomposites, Friction and Wear of Bulk Materials and Coatings** / ed. by Klaus Friedrich and Alois Schlarb. — Elsevier, 2nd edition. — 2013
9. **Guo L., Qi H., Zhang G., Wang T., and Wang Q.** Distinct Tribological Mechanisms of Various Oxide Nanoparticles Added in PEEK Composite Reinforced with Carbon Fibers // Composites, Part A. — 2017 (97), 19—30
10. **Pesetskii S.S., Bogdanovich S.P., and Myshkin N.K.** Polymer Nanocomposites with Thermoplastic Matrices—Processing and Tribology // J. Macromol. Sci. Part B. — 2013 (52), no. 12, 1784—1810
11. **Wei Wang, Zhao F., Zhang J., Myshkin N.K., and Zhang G.** Significant Friction and Wear-Reduction Role of Attapulgite Nanofibers Compounded into PEEK-Based Materials // Composite Science and Technology. — 2022, 109449
12. **Мышкин Н.К., Zhang G., Гуцев Д.М., Григорьев Ф.А., Wang W., Li G.** Характеристики нанокомпозитов на основе ПЭЭК при трении по стали // Трение и износ. — 2021 (42), № 3, 350—357
13. **ISO 6601: Plastics — Friction and Wear by Sliding — Identification of Test Parameters.** — 2002
14. **Brown K.** The Green Way to Lubricate // Renewable Energy. — 2004
15. **Myshkin N.K., Grigoriev A.Ya., and Kava-**

liova I.N. Influence of Composition of Plant Oils on Their Tribological Properties // Tribology in Industry. — 2017 (39), no. 2, 207—210. DOI: 10.24874/ti.2017.39.02.07

References

1. **Akademik V.A. Belyj. Uchenyj. Uchitel'. Organizator: k stoletiyu so dnya rozhdeniya** / sost.: A.Ya. Grigor'ev, N.K. Myshkin, V.V. Konchic / redkol.: A.Ya. Grigor'ev [i dr]. — Minsk: Belaruskaya navuka. — 2022 (in Russian)
2. **P. Jost: Brief Notes** // In: Int. Conference “50th Anniversary of the “Jost Report”. — London: IMech. — 2016, 1—2
3. **Myshkin N.K. and Grigoriev F.A.** Green Tribology for Sustainable Development Goals // Proceedings of I4SDG IFToMM Workshop, ed. by G. Quaglia. — Springer. — 2022, 421—428
4. **Holmberg K. and Erdemir A.** Influence of Tribology on Global Energy Consumption, Costs and Emissions // Friction. — 2017 (5), no 3, 263—284
5. **Kragelsky I.V.** Trenie I Iznos. — M.: Mashinostroenie. — 1968 (in Russian)
6. **Bely V.A., Sviridenok A.I., Petrokovets M.I., and Savkin V.G.** Friction & Wear in Polymer-Based Materials. — Oxford: Pergamon Press. — 1982)
7. **Myshkin N.K., Pesetskii S.S., and Grigoriev A.Ya.** Polymer Tribology: Current State and Applications // Tribology in Industry. — 2015 (37), no. 2, 284—290
8. **Tribology of Polymeric Nanocomposites, Friction and Wear of Bulk Materials and Coatings** / ed. by Klaus Friedrich and Alois Schlarb. — Elsevier, 2nd edition. — 2013
9. **Guo L., Qi H., Zhang G., Wang T., and Wang Q.** Distinct Tribological Mechanisms of Various Oxide Nanoparticles Added in PEEK Composite Reinforced with Carbon Fibers // Composites, Part A. — 2017 (97), 19—30
10. **Pesetskii S.S., Bogdanovich S.P., and Myshkin N.K.** Polymer Nanocomposites with Thermoplastic Matrices—Processing and Tribology // J. Macromol. Sci. Part B. — 2013 (52), no. 12, 1784—1810
11. **Wei Wang, Zhao F., Zhang J., Myshkin N.K., and Zhang G.** Significant Friction and Wear-Reduction Role of Attapulgite Nanofibers Compounded into PEEK-Based Materials // Composite Science and Technology. — 2022, 109449
12. **Myshkin N.K., Zhang G. Gutsev D.M., Grigoriev F.A., Wang W. and Li G.** Performance of PEEK-Based Nano Composites at Friction Against Steel // Journal of Friction and Wear. — 2021 (42), № 3, 225—229
13. **ISO 6601: Plastics — Friction and Wear by Sliding — Identification of Test Parameters.** — 2002
14. **Brown K.** The Green Way to Lubricate // Renewable Energy. — 2004
15. **Myshkin N.K., Grigoriev A.Ya., and Kava-**

liova I.N. Influence of Composition of Plant Oils on
Their Tribological Properties // Tribology in

Industry. — 2017 (**39**), no. 2, 207—210. DOI:
10.24874/ti.2017.39.02.07

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