

УДК 621.2.082.185

Влияние различных аллотропов углерода на трибологические и реологические характеристики модельных смазочных систем

А.С. Парфенов¹, М.А. Шилов^{2,5}, А.И. Смирнова³, Е.В. Берёзина^{1,3}, А.Г. Ткачев⁴,
А.А. Бурков⁵, Н.Н. Рожкова⁶, Н.В. Усольцева³

¹Ивановская государственная медицинская академия,
Шереметевский просп., д. 8, г. Иваново 153012, Россия

²Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина,
ул. Рабфаковская, д. 34, г. Иваново 153003, Россия

³Ивановский государственный университет,
ул. Ермака, 39, г. Иваново 153025, Россия

⁴Тамбовский государственный технический университет,
ул. Советская, д. 106, г. Тамбов 392000, Россия

⁵Вятский государственный университет,
ул. Московская, 36, г. Киров 610000, Россия

⁶Институт геологии Карельского научного центра РАН,
ул. Пушкинская, д. 11, г. Петрозаводск 185910, Россия

Поступила в редакцию 23.07.2020.

После доработки 12.03.2021.

Принята к публикации 12.03.2021.

Реологическими и трибологическими методами изучены модельные системы «Вазелин медицинский (VM) — Углеродные наноструктуры (УНС)». УНС представлены материалами различного строения: многослойным окисленным графеном (Gr), одностенными (SWNT) и многостенными (MWNT) углеродными нанотрубками, материалом Таунит-М, фуллереном C₆₀ и шунгитовым нанокремнеземом. Концентрация УНС составляла 0,5 и 1,0 мас. %. Изучено влияние типа и концентрации УНС на реологические и трибологические свойства систем VM—УНС. Общим выводом для проведённых трибологических и реологических исследований систем VM—УНС можно считать то, что увеличение пространственной размерности изученных аллотропов углерода улучшает смазочную способность базового вазелина, вероятно, за счёт снижения энергии разрушения системы и уменьшения времени тиксотропии.

Ключевые слова: коэффициент трения, реология, углеродные наноструктуры, вазелин медицинский, тиксотропия.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-338-349

Адрес для переписки:

А.И. Смирнова
Ивановский государственный университет,
ул. Ермака, 39, г. Иваново 153025, Россия
e-mail: antonia_smirnova@mail.ru

Address for correspondence:

A.I. Smirnova
Ivanovo State University
Ermak st., 39, Ivanovo 153025, Russia
e-mail: antonia_smirnova@mail.ru

Для цитирования:

А.С. Парфенов, М.А. Шилов, А.И. Смирнова, Е.В. Берёзина,
А.Г. Ткачев, А.А. Бурков, Н.Н. Рожкова, Н.В. Усольцева.
Влияние различных аллотропов углерода на трибологические и
реологические характеристики модельных смазочных систем.
Трение и износ.
2021. — Т. 42, № 3. — С. 338–349.
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-338-349

For citation:

A.S. Parfenov, M.A. Shilov, A.I. Smirnova, E.V. Berezina,
A.G. Tkachev, A.A. Burkov, N.N. Rozhkova, and N.V. Usol'tseva.
[Influence of Various Carbon Allotropes on Tribological and
Rheological Characteristics of Model Lubricating Systems].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 3, pp. 338–349 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-338-349

Influence of Various Carbon Allotropes on Tribological and Rheological Characteristics of Model Lubricating Systems

A.S. Parfenov¹, M.A. Shilov^{2,5}, A.I. Smirnova³, E.V. Berezina^{1,3}, A.G. Tkachev⁴,
A.A. Burkov⁵, N.N. Rozhkova⁶, N.V. Usol'tseva³

¹Ivanovo State Medical Academy,
Sheremetev ave., 8, Ivanovo 153012, Russia

²Ivanovo State Energy University named after V.I. Lenin,
Rabfakovskaya st., 34, Ivanovo 153003, Russia

³Ivanovo State University,
Ermak st., 39, Ivanovo 153025, Russia

⁴Tambov State Technical University,
Sovetskaya st., 106, Tambov 392000, Russia

⁵Vyatka State University,
Moskovskaya st., 36, Kirov 610000, Russia

⁶Institute of Geology, Karelian Scientific Center, Russian Academy of Sciences,
Pushkinskaya st., 11, Petrozavodsk 185910, Russia

Received 23.07.2020.

Revised 12.03.2021.

Accepted 12.03.2021.

Abstract

Model systems “Vaseline (VM) — Carbon nanostructures (CNS)” were studied by rheological and tribological methods. CNS are represented by the materials of various structures: multilayer oxidized graphene (Gr), single-wall (SWNT) and multi-wall (MWNT) carbon nanotubes, Taunit-M material, fullerene C60, and shungite nanocarbon. The concentration of CNS was 0.5 or 1.0 wt. %. The influence of the type and concentration of CNS on rheological and tribological properties of VM—CNS systems has been studied. The general conclusion for the performed tribological and rheological studies of VM—CNS systems can be considered as the following: an increase in the spatial dimension of the studied carbon allotropes improves the lubrication ability of the base vaseline. Such influence probably is due to the decrease in the fracture energy of system and the decrease in the thixotropy time.

Keywords: friction coefficient, rheology, carbon nanostructures, white petrolatum (vaseline), thixotropy.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-338-349

Адрес для переписки:

А.И. Смирнова
Ивановский государственный университет,
ул. Ермака, 39, г. Иваново 153025, Россия
e-mail: antonia_smirnova@mail.ru

Address for correspondence:

A.I. Smirnova
Ivanovo State University
Ermak st., 39, Ivanovo 153025, Russia
e-mail: antonia_smirnova@mail.ru

Для цитирования:

А.С. Парфенов, М.А. Шилов, А.И. Смирнова, Е.В. Берёзина,
А.Г. Ткачев, А.А. Бурков, Н.Н. Рожкова, Н.В. Усольцева.
Влияние различных аллотропов углерода на трибологические и
реологические характеристики модельных смазочных систем.
Трение и износ.
2021. — Т. 42, № 3. — С. 338–349.
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-338-349

For citation:

A.S. Parfenov, M.A. Shilov, A.I. Smirnova, E.V. Berezina,
A.G. Tkachev, A.A. Burkov, N.N. Rozhkova, and N.V. Usol'tseva.
[Influence of Various Carbon Allotropes on Tribological and
Rheological Characteristics of Model Lubricating Systems].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 3, pp. 338–349 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-338-349

Список использованных источников

1. Парфенов А.С., Берёзина Е.В., Смирнова А.И., Гвоздев А.А., Шилов М.А., Дьячкова Т.П., Рожкова Н.Н., Савилов С.В., Усольцева Н.В. Трибологические свойства ряда пластичных смазочных материалов в композициях с углеродными наноструктурами различного строения // Трение и износ. — 2019 (40), № 5, 597—604
2. Шилов М.А., Смирнова А.И., Гвоздев А.А., Рожкова Н.Н., Дьячкова Т.П., Бурков А.А., Столбов Д.Н., Савилов С.В., Усольцева Н.В. Реология пластичных смазочных материалов с присадками углеродных наноструктур различного типа // Трение и износ. — 2019 (40), № 6, 720—730
3. Гвоздев А.А., Смирнова А.И., Берёзина Е.В., Дунаев А.В., Ткачев А.Г., Усольцева Н.В. Исследование триботехнических характеристик перспективных смазочных материалов с углеродными наночастицами // Жидкие кристаллы и их практическое использование. — 2018 (18), № 1, 66—72
4. Molewyk M., Wong V., and James C. In Situ Control of Lubricant Properties for Reduction of Power Cylinder Friction through Thermal Barrier Coating // SAE Technical Paper 2014-01-1659. — 2014, doi:10.4271/2014-01-1659
5. Шилов М.А., Смирнова А.И., Столбов Д.Н., Усольцева Н.В. Моделирование деформационных процессов углеродных нанотрубок // Жидкие кристаллы и их практическое использование. — 2020 (20), № 1, 85—91
6. Медведева В.В. Реологические особенности смазочных материалов, содержащих дисперсные наполнители на основе гидросиликатов магния // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. — 2017 (23), № 4, 141—148
7. Vasishth A., Kuchhal P., and Anand G. Study of Rheological Properties of Industrial Lubricants // Hindawi Publishing Corporation Conference Papers of Science. — 2014 (5), Article ID 324615, 5 pages
8. Shilov M., Smirnova A., Gvozdev A., Rozhkova N., Dyachkova T., Burkov A., Stolbov D., Savilov S. and Usol'tseva N. Rheological Properties of «Vaseline — Carbon Nanoparticles» Model Systems under Conditions of non-Destructive Deformation // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. — 2019 (693), 012034
9. Кирсанов Е.А. Реология жидкокристаллических систем // Жидкие кристаллы и их практическое использование. — 2004 (8), № 2, 57—65
10. Bingham E.C. Fluidity and Plasticity. — New York: McGraw-Hill. — 1922
11. Barnes H.A. The Yield Stress — A Review or 'παντα ρει'—Everything Flows? // J. Non-Newtonian Fluid Mech. — 1999 (81), 133—178
12. Pritchard D., Croudace A.I., and Wilson S.K. Thixotropic Pumping in a Cylindrical Pipe // Physical Review Fluids. — 2020 (5), 013303-1—013303-16

References

1. Parfenov A.S., Berezina E.V., Smirnova A.I., Gvozdev A.A., Shilov M.A., Dyachkova T.P., Rozhkova N.N., Savilov S.V., Usol'tseva N.V. Tribological Properties of Plastic Lubricants in Composites with Various Carbon Nanostructures // Friction and wear. — 2019 (40), no. 5, 453—460 (DOI: 10.3103/S1068366619050106)
2. Shilov M.A., Smirnova A.I., Gvozdev A.A., Rozhkova N.N., Dyachkova T.P., Burkov A.A., Stolbov D.N., Savilov S.V., Usol'tseva N.V. Rheology of Plastic Lubricants with Additives of Carbon Nanostructures of Various Type // Friction and wear. — 2019 (40), no. 6, 546—554 (DOI: 10.3103/S1068366619060217)
3. Gvozdev A.A., Smirnova A.I., Berezina E.V., Dunaev A.V., Tkachev A.G., Usol'tseva N.V. Tribotechnical Characteristics of Promising Lubricants with Carbon Nanoparticles // Liquid Crystals and their Application. 2018 (18), no. 1, 66—72 (DOI: 10.18083/LCAppl.2018.1.66)
4. Molewyk M., Wong V., and James C. In Situ Control of Lubricant Properties for Reduction of Power Cylinder Friction through Thermal Barrier Coating // SAE Technical Paper 2014-01-1659. — 2014, doi:10.4271/2014-01-1659
5. Shilov M.A., Smirnova A.I., Stolbov D.N., Usol'tseva N.V. Modelling of Deformation Processes of Carbon Nanotubes // Liquid Crystals and their Application. — 2020 (20), no. 1, 85—91
6. Medvedeva V.V. Reologicheskie osobennosti smazochnykh materi- alov soderzhashchih dispersnye napolniteli na osnove gidrosilikatov magniya (Rheological features of lubricants containing dispersed fillers based on magnesium hydrosilicates) // Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbPU. Este-stvennye i inzhenernye nauki. — 2017 (23), no. 4, 141—148
7. Vasishth A., Kuchhal P., and Anand G. Study of Rheological Properties of Industrial Lubricants // Hindawi Publishing Corporation Conference Papers of Science. — 2014 (5), Article ID 324615, 5 pages
8. Shilov M., Smirnova A., Gvozdev A., Rozhkova N., Dyachkova T., Burkov A., Stolbov D., Savilov S. and Usol'tseva N. Rheological Properties of «Vaseline — Carbon Nanoparticles» Model Systems under Conditions of non-Destructive Deformation // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. — 2019 (693), 012034
9. Kirsanov E.A. Reologiya zhidkokristallicheskih sistem (Rheology of liquid crystal systems) // Liquid Crystals and their Application. — 2004 (8), no. 2, 57—65
10. Bingham E.C. Fluidity and Plasticity. — New York: McGraw-Hill. — 1922
11. Barnes H.A. The Yield Stress — A Review or 'παντα ρει'—Everything Flows? // J. Non-Newtonian Fluid Mech. — 1999 (81), 133—178
12. Pritchard D., Croudace A.I., and Wilson S.K. Thixotropic Pumping in a Cylindrical Pipe // Physical Review Fluids. — 2020 (5), 013303-1—013303-16

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
Web: <https://mpri.org.by/izdaniya/trenie-i-iznos/>