

УДК 678.684.82.04

Износ композита на основе полиуретана, полифторированного спирта, монтмориллонита и политетрафторэтилена

С.В. Кудашев¹, А.А. Терехов², В.А. Бабкин³, А.В. Нистратов⁴, В.Ф. Желтобрюхов¹,
Д.С. Андреев³, А.В. Игнатов³, В.Н. Арисова¹, А.И. Богданов¹, Н.В. Кузнецова¹

¹ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,
проспект Ленина, 28, г. Волгоград 400005, Россия

²ООО «Флуралит Синтез»,
ул. Кантемировская, 29, к. 2, г. Москва 115477, Россия

³Себряковский филиал ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,
ул. Мичурина, 21, Волгоградская область, г. Михайловка 403343, Россия

⁴Департамент «Лакокрасочные материалы» компании «SPEC-TRADE»,
ул. Тараса Шевченко, 32а, г. Москва 125059, Россия

Поступила в редакцию 20.03.2023.

После доработки 04.04.2023.

Принята к публикации 17.04.2023.

Рассмотрено влияние композиций на основе 1Н,1Н,9Н-тригидроперфторнонан-1-ола, монтмориллонита и политетрафторэтилена Флуралит на структуру и износостойкость модифицированного ими полиуретанового эластомера. Введение полиэлементных модификаторов приводит к реорганизации аморфной структуры полимерной матрицы и изменению свойств поверхности. Наблюдается возрастание интенсивности аморфного гало и уменьшение его радиальной полуширины. По данным методов рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии и микрорентгеноспектрального анализа поверхностные (до 3 нм) и глубинные слои (до 5 мкм) модифицированного полиуретанового эластомера обогащены фтором, что совокупно приводит к формированию гидрофобного граничного смазочного слоя и обеспечивает повышение износостойкости. Разработанные полиуретановые композиты могут представлять интерес в качестве монолитных спортивных, кровельных и гидроизоляционных покрытий.

Ключевые слова: полиуретан, полифторированные спирты, монтмориллонит, политетрафторэтилен, износостойкость, композит, структура, поверхность, квантово-химический расчет.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-2-135-141

Адрес для переписки:

С.В. Кудашев
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,
проспект Ленина, 28, г. Волгоград 400005, Россия
e-mail: kudashev-sv@yandex.ru

Address for correspondence:

S.V. Kudashev
Volgograd State Technical University,
Lenin Avenue, 28, Volgograd 400005, Russia
e-mail: kudashev-sv@yandex.ru

Для цитирования:

С.В. Кудашев, А.А. Терехов, В.А. Бабкин, А.В. Нистратов,
В.Ф. Желтобрюхов, Д.С. Андреев, А.В. Игнатов, В.Н. Арисова,
А.И. Богданов, Н.В. Кузнецова.

Износ композита на основе полиуретана, полифторированного спирта, монтмориллонита и политетрафторэтилена.
Трение и износ.

2023. — Т. 44, № 2. — С. 135—141.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-2-135-141

For citation:

S.V. Kudashev, A.A. Terekhov, V.A. Babkin, A.V. Nistratov,
V.F. Zheltobryukhov, D.S. Andreev, A.V. Ignatov, V.N. Arisova,
A.I. Bogdanov, and N.V. Kuznetsova.

[Wear of a Composite Based on Polyurethane, Polyfluorinated Alcohol, Montmorillonite and Polytetrafluoroethylene].
Trenie i Iznos.

2023, vol. 44, no. 2, pp. 135—141 (in Russian).

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-2-135-141

Wear of a Composite Based on Polyurethane, Polyfluorinated Alcohol, Montmorillonite and Polytetrafluoroethylene

S.V. Kudashev¹, A.A. Terekhov², V.A. Babkin³, A.V. Nistratov⁴, V.F. Zheltobryukhov¹,
D.S. Andreev³, A.V. Ignatov³, V.N. Arisova¹, A.I. Bogdanov¹, and N.V. Kuznetsova¹

¹Volgograd State Technical University,
Lenin Avenue, 28, Volgograd 400005, Russia

²Fluralit Synthesis LLC,
Kantemirovskaya str., 29, 2, Moscow 115477, Russia

³Sebryakovskiy branch of Volgograd State Technical University,
Michurina str., 21, Volgograd Region, Mikhaylovka 403343, Russia

⁴Department «Paint and varnish materials» of the company «SPEC-TRADE»,
Taras Shevchenko str., 32a, Moscow 125059, Russia

Received 20.03.2022.

Revised 04.04.2023.

Accepted 17.04.2023.

Abstract

The influence of compositions based on 1H,1H,9H-trihydroperfluoronon-1-ol, montmorillonite and polytetrafluoroethylene Fluralite on the structure and wear resistance of the polyurethane elastomer modified by them is considered. The introduction of polyelement modifiers leads to the reorganization of the amorphous structure of the polymer matrix and changes in the properties of the surface. There is an increase in the intensity of the amorphous halo and a decrease in its radial half-width. According to the methods of X-Ray photoelectron spectroscopy and X-Ray microanalysis, the surface (up to 3 nm) and deep layers (up to 5 microns) of the modified polyurethane elastomer are enriched with fluorine, which together leads to the formation of a hydrophobic boundary lubricant layer and provides increased wear resistance. The developed polyurethane composites may be of interest as monolithic sports, roofing and waterproofing coatings.

Keywords: polyurethane, polyfluorinated alcohols, montmorillonite, polytetrafluoroethylene, wear resistance, composite, structure, surface, quantum chemical calculation.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-2-135-141

Адрес для переписки:

С.В. Кудашев
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,
проспект Ленина, 28, г. Волгоград 400005, Россия
e-mail: kudashev-sv@yandex.ru

Для цитирования:

С.В. Кудашев, А.А. Терехов, В.А. Бабкин, А.В. Нистратов,
В.Ф. Желтобрюхов, Д.С. Андреев, А.В. Игнатов, В.Н. Арисова,
А.И. Богданов, Н.В. Кузнецова.

Износ композита на основе полиуретана, полифторированного спирта, монтмориллонита и политетрафторэтилена.
Трение и износ.

2023. — Т. 44, № 2. — С. 135—141.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-2-135-141

Address for correspondence:

S.V. Kudashev
Volgograd State Technical University,
Lenin Avenue, 28, Volgograd 400005, Russia
e-mail: kudashev-sv@yandex.ru

For citation:

S.V. Kudashev, A.A. Terekhov, V.A. Babkin, A.V. Nistratov,
V.F. Zheltobryukhov, D.S. Andreev, A.V. Ignatov, V.N. Arisova,
A.I. Bogdanov, and N.V. Kuznetsova.

[Wear of a Composite Based on Polyurethane, Polyfluorinated Alcohol, Montmorillonite and Polytetrafluoroethylene].

Trenie i Iznos.

2023, vol. 44, no. 2, pp. 135—141 (in Russian).

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-2-135-141

Список использованных источников

1. **Thomas S., Datta J., Haponiuk J. et al.** Polyurethane Polymers: Composites and Nanocomposites. — Amsterdam, Netherlands: Elsevier. — 2017
2. **Galimberti M.** Rubber-Clay Nanocomposites. Science, Technology, and Applications. — John Wiley & Sons Limited. — 2011
3. **Utracki L.A.** Clay-Containing Nanocomposites V. 1, 2. — Rapra Technology Limited, UK. — 2004
4. **Mai Y.** Polymer nanocomposites / ed. Y. Mai and Z. Yu — Cambridge: Woodhead. — 2006
5. **Clemitsen I.R.** Castable Polyurethane Elastomers. — CRC Press (Taylor & Francis Group). — 2015
6. **Новаков И.А., Рахимова Н.А., Нистратов А.В., Кудашев С.В., Гугина С.Ю.** Синтез, структура, свойства и триботехнические характеристики материалов на основе полииоуретановых композиций, модифицированных полифтор- и медьсодержащим Na^+ -монтмориллонитом в условиях термоокислительного и светового старения / Трение и износ. — 2011 (32), № 5, 476—488
7. **Новаков И.А., Рахимова Н.А., Нистратов А.В., Кудашев С.В., Гугина С.Ю.** Структура и трибологические свойства полидиенуретанов на основе олигомерных композиций, модифицированных полифторалкильным органophilным монтмориллонитом // Трение и износ. — 2011 (32), № 4, 344—354
8. **Кудашев С.В., Зубавичус Я.В., Краснов А.П., Рахимова Н.А., Новаков И.А.** Трибологические характеристики фторсодержащих наноконпозигов поли-ε-капроамид – органо-монтмориллонит // Трение и износ. — 2013 (34), № 5, 524—529
9. **Кудашев С.В., Терехов А.А., Желтобрюхов В.Ф.** Износ полиуретанового эластомера, содержащего фторированные модификаторы // Трение и износ. — 2022 (43), № 5, 484—490
10. **Рахимова Н.А., Кудашев С.В.** Синтез N-полифторалкильных производных моно-ε-аминокапроата глицерина — новых полифункциональных модификаторов полимеров // Известия ВолгГТУ. Серия «Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов». Вып. 8: межвуз. сб. науч. ст. — Волгоград: ВолгГТУ. — 2011, № 2, 145—150
11. **Кудашев С.В., Шульга Ю.М.** Строение композиционного материала на основе полифторированного спирта и монтмориллонита // Журнал физической химии. — 2018 (92), № 10, 1582—1587
12. **Granovsky A.A.** Firefly Version 8. — 2013. Режим доступа: <http://classic.chem.msu.su/gran/firefly/index.html>.
13. **Schmidt M.W., Baldridge K.K., Boatz J.A., Elbert S.T., Gordon M.S., Jensen J.H., Koseki S., Matsunaga N., Nguyen K.A., Su S.J., Windus T.L., Dupuis M., and Montgomery J.A.** General Atomic and Molecular Electronic Structure System // Journal of Computational Chemistry. — 1993 (14), 1347—1363
14. **Bode B.M. and Gordon M.S.** MacMolPlt: A Graphical User Interface for GAMESS // Journal of Molecular Graphics and Modelling. — 1998 (16), no. 3, 133—138
15. **Кудашев С.В.** Модификация ряда гетероцепных полимеров композициями на основе полифторированных спиртов и монтмориллонита: автореф. дис. ... д-ра хим. наук: 02.00.06; [Место защиты: Волгогр. гос. техн. ун-т]. — Волгоград. — 2020

References

1. **Thomas S., Datta J., Haponiuk J. et al.** Polyurethane Polymers: Composites and Nanocomposites. — Amsterdam, Netherlands: Elsevier. — 2017
2. **Galimberti M.** Rubber-Clay Nanocomposites. Science, Technology, and Applications. — John Wiley & Sons Limited. — 2011
3. **Utracki L. A.** Clay-Containing Nanocomposites V. 1, 2. — Rapra Technology Limited, UK. — 2004
4. **Mai Y.** Polymer nanocomposites / ed. Y. Mai and Z. Yu. — Cambridge: Woodhead. — 2006
5. **Clemitsen I. R.** Castable Polyurethane Elastomers. — CRC Press (Taylor & Francis Group). — 2015
6. **Novakov I.A., Rakhimova N.A., Nistratov A.V., Kudashev S.V., and Gugina S.Yu.** Synthesis, Structure, Properties, and Tribological Behavior of Materials Based on Polythio Urethanes Modified by Polyfluorine- and Copper-Containing Na^+ -Montmorillonite under Conditions of Thermo-Oxidative and Light Aging // Journal of Friction and Wear. — 2011. (32), no. 5, 356—367
7. **Novakov I.A., Rakhimova N.A., Nistratov A.V., Kudashev S.V., and Gugina S.Yu.** Structure and Tribological Properties of Polydieneurethanes Based on Oligomeric Compositions Modified with Polyfluoroalkyl Organophilic Montmorillonite // Journal of Friction and Wear. — 2011 (32), no. 4, 258—268
8. **Kudashev S.V., Zubavichus Ya.V., Krasnov A.P., Rakhimova N.A., and Novakov I.A.** Tribological Behavior of Fluorine-Containing Nanocomposites Poly-ε-Caproamide: Organo-Montmorillonite // Journal of Friction and Wear. — 2013 (34), no. 5, 403—407
9. **Kudashev S.V., Terekhov A.A., and Zheltobryukhov V.F.** Wear of Polyurethane Elastomer Containing Fluorinated Modifying Agents // Journal of Friction and Wear. — 2022 (43), no. 5, 318—321
10. **Rakhimova N.A., Kudashev S.V.** Sintez N-polifloralkil'nyh proizvodnyh mono-ε-aminokaproata glicerina – novyh polifunkcional'nyh modifikatorov polimerov // Izvestiya VolgGTU. Seriya «Himiya i tekhnologiya elementoorganicheskikh monomerov i

- polimernykh materialov». Vyp. 8: mezhvuz. sb. nauch. st. — Volgograd: VolgGTU. — 2011, № 2, 145—150 (in Russian)
11. **Kudashev S.V. and Shulga Yu.M.** Structure of a Composite Material Based on Polyfluorinated Alcohol and Montmorillonite // Russian Journal of Physical Chemistry A. — 2018 (92), no. 10, 1953—1958
 12. **Granovsky A.A.** Firefly version 8. — 2013. Режим доступа: <http://classic.chem.msu.su/gran/firefly/index.html>
 13. **Schmidt M.W., Baldrige K.K., Boatz J.A., Elbert S.T., Gordon M.S., Jensen J.H., Koseki S., Matsunaga N., Nguyen K.A., Su S.J., Windus T.L., Dupuis M., and Montgomery J.A.** General Atomic and Molecular Electronic Structure System // Journal of Computational Chemistry. — 1993 (14), 1347—1363
 14. **Bode B.M. and Gordon M.S.** MacMolPlt: A Graphical User Interface for GAMESS // Journal of Molecular Graphics and Modelling. — 1998 (16), no. 3, 133—138
 15. **Kudashev S.V.** Modifikaciya ryada geterocepnnykh polimerov kompozitsiyami na osnove poliftorirovannykh spirtov i montmorillonita: avtoreferat dis. ... doktora himicheskikh nauk: 02.00.06; [Mesto zashchity: Volgogr. gos. tekhn. un-t]. — Volgograd. — 2020 (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