

УДК: 621.81: 621.89

Исследование и прогнозирование износостойкости полимерных композитов с минеральными добавками

Н.Г. Меликсетян, А.Н. Карапетян, К.В. Оганесян, В.В. Сароян, С.Г. Агбальян, Г.Н. Меликсетян

Национальный Политехнический Университет Армении (НПУА),
ул. Теряна, 105, г. Ереван 0009, Армения

Поступила в редакцию 03.05.2023.

После доработки 25.07.2023.

Принята к публикации 10.08.2023.

Установлены основные закономерности трения и изнашивания поверхностных слоёв композиционных материалов антифрикционного и фрикционного назначения. Показано, что модифицированные органическим смазочным материалом минеральные наполнители (травертин, бентонит, туф, мрамор, базальт) оказывают существенное влияние на структуру и свойства гетероцепных полимеров на основе сополимера формальдегида, полиамидов и полифениленоксида. Разработанные композиции характеризуются повышенной износостойкостью (в 1,43—1,9 раза), улучшенными прочностными характеристиками (в 1,5—2,0 раза), пониженным коэффициентом трения (в 1,17—1,4 раза) по сравнению с исходными полимерными материалами, что расширяет возможности их применения в современных узлах трения машин. Выявлен основной механизм усталостно-деламинационного высокотемпературного изнашивания тормозных фрикционных композиционных материалов с минеральными добавками и на его основе разработана физическая модель разрушения поверхностного слоя. Установлено, что износостойкость тормозных материалов в условиях высокотемпературного трения определяется напряжённо-деформированным состоянием тонких поверхностных слоёв, в которых действуют превышающие предел прочности при срезе растягивающие и сжимающие напряжения. Разработана аналитическая методика прогнозирования износостойкости фрикционных накладок на стадии проектирования тормозных устройств.

Ключевые слова: полимер, наполнитель, коэффициент трения, износостойкость, тормозной фрикционный композит, толщина изношенного слоя.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-4-350-359

Адрес для переписки:

Н.Г. Меликсетян
Национальный Политехнический Университет Армении (НПУА),
ул. Теряна, 105, г. Ереван 0009, Армения
e-mail: n_meliksetyan@mail.ru

Address for correspondence:

N.G. Meliksetyan
National Armenian Polytechnic University of Armenia (NPUA),
Teryan St., 105, Yerevan 0009, Armenia
e-mail: n_meliksetyan@mail.ru

Для цитирования:

Н.Г. Меликсетян, А.Н. Карапетян, К.В. Оганесян, В.В. Сароян,
С.Г. Агбальян, Г.Н. Меликсетян

Исследование и прогнозирование износостойкости полимерных композитов с минеральными добавками.

Трение и износ.

2023. — Т. 44, № 4. — С. 350—359.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-4-350-359

For citation:

N.G. Meliksetyan, A.N. Karapetyan, K.V. Hovhannisyann,
W.V. Saroyan, S.G. Agbalyan, and G.N. Meliksetyan
[Research and Prediction of Wear Resistance of Polymer Composites
with Mineral Additives].

Trenie i Iznos.

2023, vol. 44, no. 4, pp. 350—359 (in Russian).

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-4-350-359

Research and Prediction of Wear Resistance of Polymer Composites with Mineral Additives

N.G. Meliksetyan, A.N. Karapetyan, K.V. Hovhannisyan, W.V. Saroyan, S.G. Agbalyan, and G.N. Meliksetyan

National Armenian Polytechnic University of Armenia (NPUA),
Teryan St., 105, Yerevan 0009, Armenia

Received 05.05.2023.

Revised 27.07.2023.

Accepted 10.08.2023.

Abstract

The main regularities of friction and wear of surface layers of composite materials for antifriction and friction purposes have been established. The essential influence of the modified with organic lubricating material mineral fillers (travertine, tuff, bentonite, marble, basalt) on the structure and properties of the based on the formaldehyde copolymer, polyamid or polyphenilenoxide heterochained polymers are shown. The developed composites are characterized by high wear-resistance in 1,43—1,9 times, improved strength properties in 1,5—2,0 times, decreased friction coefficient in 1,17—1,4 times compared to the initial polymer materials that extend the opportunities of their application in modern friction units. The main mechanism of fatigue-delamination high-temperature wear of brake friction composite materials with mineral additives is revealed and based on it a physical model of the surface layer destruction is developed. It has been established that the performance of these materials under conditions of high-temperature wear is determined by the stress-strain state of thin surface layers, in which tensile and compressive stresses exceeding the ultimate strength at shear act. At the stage of brake devices designing an analytical method to predict the wear resistance of friction linings has been developed.

Keywords: polymer, filler, coefficient of friction, wear resistance, brake friction composite, thickness of worn layer.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-4-350-359

Адрес для переписки:

Н.Г. Меликсетян
Национальный Политехнический Университет Армении (НПУА),
ул. Теряна, 105, г. Ереван 0009, Армения
e-mail: n_meliksetyan@mail.ru

Address for correspondence:

N.G. Meliksetyan
National Armenian Polytechnic University of Armenia (NPUA),
Teryan St., 105, Yerevan 0009, Armenia
e-mail: n_meliksetyan@mail.ru

Для цитирования:

Н.Г. Меликсетян, А.Н. Карапетян, К.В. Оганесян, В.В. Сароян,
С.Г. Агбальян, Г.Н. Меликсетян
Исследование и прогнозирование износостойкости полимерных
композиатов с минеральными добавками.

Трение и износ.

2023. — Т. 44, № 4. — С. 350—359.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-4-350-359

For citation:

N.G. Meliksetyan, A.N. Karapetyan, K.V. Hovhannisyan,
W.V. Saroyan, S.G. Agbalyan, and G.N. Meliksetyan
[Research and Prediction of Wear Resistance of Polymer Composites
with Mineral Additives].

Trenie i Iznos.

2023, vol. 44, no. 4, pp. 350—359 (in Russian).

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-4-350-359

Список использованных источников

1. **Основы трибологии (трение, износ, смазка)** / под общ. ред. А.В. Чичинадзе. — М.: Машиностроение. — 2001
2. **Belyi V.A., Ludema K.C., and Myshkin N.K.** (eds.) “Tribology in the USA and the Former Soviet Union: Studies and Applications”. — New York: Allerton Press. — 1994
3. **Погосян А.К., Сысоев П.В., Меликсетян Н.Г. и др.** Фрикционные композиты на основе полимеров / под ред. В.А. Белого. — Минск: Информ-трибо. — 1992
4. **Anthony Beeman** Automotive Disc Brakes, Friction and Wear Mechanisms in Braking. — Rensselaer Polytechnic Institute. — 5/5/2015
5. **Меликсетян Н.Г., Мышкин Н.К., Агбальян С.Г., Меликсетян Г.Н.** Трение и износ тормозных фрикционных безасбестовых материалов // Трение и износ. — 2022 (43), № 6, 630—639
6. **Pogolian A.K., Hovhannisyanyan K.V., and Isajanyan A.R.** Polymer Friction Transfer // Encyclopedia: Springer Science. — New-York. — 2013, 2585—2592
7. **Карапetyan A.N., Грибова И.А., Краснов А.П. и др.** Исследование структуры и свойств модифицированных армянских минералов для полимерных композитов // Трение и износ. — 2007 (28), № 6, 621—626
8. **Karapetyan A.N. and Hovhannisyanyan K.V.** Strained-Strength Properties of Modified Heterochained Polymers // Machine Dynamics Problems. — Warsaw. — 2004 (28), no. 3, 151—156
9. **Меликсетян Н.Г., Карапetyan A.N., Сароян В.В., Оганесян К.В.** Фрикционные и смазочные материалы с минеральными компонентами // Трение и износ. — 2021 (42), № 1, 98—113
10. **Pogolian A.K., Bahadur S., Hovhannisyanyan K.V., and Karapetyan A.N.** Investigation of the Tribochemical and Physico-Mechanical Processes in Sliding of Mineral-Filled Formaldehyde Copolymer Composites Against Steel // Wear. — 2006 (260), no. 6, 662—668
11. **Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С.** Основы расчетов на трение и износ. — М: Машиностроение. — 1977
12. **Suh N.P.** The Delamination Theory of Wear // Wear. — 1973 (25), 111—124
13. **Keer L.M., Bryant M.D., Haritos G.K.** Subsurface Cracking and Delamination // Transactions of the ASME. AMD. — 1980 (39), 79—95

References

1. **Osnovy tribologii (trenie, iznos, smazka)** / pod obsh. red. A.V. Chichinadze. — M.: Mashinostroenie. — 2001
2. **Belyi V.A., Ludema K.C., and Myshkin N.K.** (Eds.) “Tribology in the USA and the Former Soviet Union: Studies and Applications”. — New York: Allerton Press. — 1994
3. **Pogolian A.K., Sysoev P.V., Meliksetyan N.G. i dr.** Frikcionnye kompozity na osnove polimerov / pod red. V.A. Belogo. — Minsk: Informtribo. — 1992 (in Russian)
4. **Anthony Beeman** Automotive Disc Brakes, Friction and Wear Mechanisms in Braking. — Rensselaer Polytechnic Institute. — 5/5/2015
5. **Meliksetyan N.G., Myshkin N.K., Agbalyan S.G., and Meliksetyan G.N.** Friction and Wear of Asbestos-free Brake Friction Materials // Journal of Friction and Wear. — 2022 (43), no. 6, 416—422
6. **Pogolian A.K., Hovhannisyanyan K.V., and Isajanyan A.R.** Polymer Friction Transfer // Encyclopedia: Springer Science. — New-York. — 2013, 2585—2592
7. **Karapetyan A.N., Gribova I.A., Krasnov A.P. i dr.** Investigation of the Structure and Properties of Modified Armenian Minerals for Polymer-Based Composites1 // Journal of Friction and Wear. — 2007 (28), no. 6, 546—550
8. **Karapetyan A.N., and Hovhannisyanyan K.V.** Strained-Strength Properties of Modified Heterochained Polymers // Machine Dynamics Problems. — Warsaw. — 2004 (28), no. 3, 151—156
9. **Meliksetyan N.G., Karapetyan A.N., Saroyan W.V., and Hovhannisyanyan K.V.** Friction and Lubricating Materials with Mineral Components // Journal of Friction and Wear. — 2021 (42), no. 1, 63—74
10. **Pogolian A.K., Bahadur S., Hovhannisyanyan K.V., and Karapetyan A.N.** Investigation of the Tribochemical and Physico-Mechanical Processes in Sliding of Mineral-Filled Formaldehyde Copolymer Composites Against Steel // Wear. — 2006 (260), no. 6, 662—668
11. **Kragelsky I.V., Dobychin M.N., Kombalov V.S.** Osnovy raschetov na trenie i iznos. — M: Mashinostroenie. — 1977 (in Russian)
12. **Suh N.P.** The Delamination Theory of Wear // Wear. — 1973 (25), 111—124
13. **Keer L.M., Bryant M.D., and Haritos G.K.** Subsurface Cracking and Delamination // Transactions of the ASME. AMD. — 1980 (39), 79—95

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