

УДК 621.891

Применение синтетических волокон на основе оксида алюминия в качестве фрикционной добавки

Н.В. Севостьянов, В.Г. Бабашов, Н.П. Бурковская, Т.А. Болсуновская

Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов,
ул. Радио, д. 17, г. Москва 105005, Россия

Поступила в редакцию 12.08.2021.

После доработки 15.04.2022.

Принята к публикации 18.04.2022.

В работе предложено использование синтетического дискретного тугоплавкого волокна марки НДА-17-42-2 на основе оксида алюминия и кремния (в массовом соотношении 85 и 15% соответственно) диаметром от 1 до 3 мкм в качестве фрикционного компонента в триботехнических материалах. Благодаря высокой гигроскопичности в сочетании с высокой удельной поверхностью до 400 м²/г (сравнимой с асбестом) позволяет, надеется на высокую эффективность в качестве триботехнической добавки в состав фрикционных материалов. Методом порошковой металлургии изготовлены образцы на основе железа, бронзы и меди с добавкой волокон. Триботехническое поведение образцов на железной и бронзовой основе сопоставимо по характеру зависимостей от скорости скольжения и нагрузки на контакт трения, так и по значениям величин. Испытания образца на медной основе показали снижение коэффициента трения с 0,44 для чистой меди до значения 0,18 и его стабилизацию. Также, несмотря на меньшую механическую прочность медного образца с волокнами по сравнению с бронзовым и железным, его износ не больше, а при некоторых режимах даже значительно ниже. Установлено, что триботехническое поведение образца на медной основе с фрикционной добавкой волокон качественно отличается от поведения образцов на железной и бронзовой основах с такой же фрикционной добавкой волокон на основе оксида алюминия. Отличие триботехнического поведения образца на медной основе содержащего волокна, связано с образованием адгезионного керамического слоя на дорожке трения. Образование подобного слоя на железном и бронзовом образцах не наблюдается. Формирующийся керамический слой разделяет трущиеся поверхности предотвращая образование задиров, прихвата трущихся металлов, стабилизируется коэффициент трения, и снижается износ в широком диапазоне скоростей скольжения и нагрузок. Благодаря этому значительно расширяются рабочие диапазоны по допустимым скоростям скольжения и нагрузкам.

Ключевые слова: асбест, волокно, муллит, коэффициент трения, износ, медь, бронза, железо.

DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-2-168-175

Адрес для переписки:

Н.В. Севостьянов
Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов,
ул. Радио, д. 17, г. Москва 105005, Россия
e-mail: admin@viam.ru

Address for correspondence:

N.V. Sevostyanov
All-Russian Scientific Research Institute of Aviation Materials,
17, Radio Street, Moscow 105005, Russia
e-mail: admin@viam.ru

Для цитирования:

Н.В. Севостьянов, В.Г. Бабашов, Н.П. Бурковская,
Т.А. Болсуновская.
Применение синтетических волокон на основе оксида алюминия в качестве фрикционной добавки.
Трение и износ.
2022. — Т. 43, № 2. — С. 168–175.
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-2-168-175

For citation:

N.V. Sevostyanov, V.G. Babashov, N.P. Burkovskaya, and
T.A. Bolsunovskaya.
[Application of Synthetic Fibers Based on Aluminum Oxide as a Friction Additive].
Trenie i Iznos.
2022, vol. 43, no. 2, pp. 168–175 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-2-168-175

Application of Synthetic Fibers Based on Aluminum Oxide as a Friction Additive

N.V. Sevostyanov, V.G. Babashov, N.P. Burkovskaya, and T.A. Bolsunovskaya

All-Russian Scientific Research Institute of Aviation Materials,
17, Radio Street, Moscow 105005, Russia

Received 12.08.2021.

Revised 15.04.2022.

Accepted 18.04.2022.

Abstract

In the article was proposed the use of a synthetic discrete refractory fiber NDA-17-42-2 based on aluminum oxide and silicon (in a mass ratio of 85 and 15%, respectively) with 1—3 μm diameter as a friction component in tribotechnical materials. Due to the high hygroscopic behavior in combination with a high specific surface area up to 400 m^2/g (what is comparable to asbestos), it hold out the prospect of high efficiency as a tribological additive to the friction materials composition. Using the powder metallurgy method, the iron-, bronze- and copper-based specimens comprised the addition of fibers were made. The tribotechnical behavior of iron- and bronze-based specimens is comparable as in terms of the dependences features on the sliding speed and the load on the friction contact, and also as the measurand values. Testing results of a copper-based sample showed a decrease in the coefficient of friction from 0.44 (for pure copper) to 0.18 and its stabilization. Also, despite the lower mechanical strength of the copper-based sample with fibers in comparison with bronze- and iron- based ones, its wear is not higher, and under some regimes even much lower. It has been established that the tribotechnical behavior of a copper-based sample with a friction addition of fibers is qualitatively different from the behavior of an iron- and bronze-based samples with the same frictional addition of aluminum oxide based fibers. The difference in the tribotechnical behavior of a copper-based sample containing fibers is associated with the formation of an adhesive ceramic layer on the friction track. The formation of such a layer in the iron- and bronze-based samples is not observed. The emerging ceramic layer separates the rubbing surfaces, preventing the formation of scoring, welding of rubbing metals, the friction coefficient is stabilized, and wear is reduced in a wide range of sliding speeds and loads. Due to this, the operating ranges for permissible sliding speeds and loads are significantly expanded.

Keywords: asbestos, fiber, mullite, coefficient of friction, wear, copper, bronze, iron.

DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-2-168-175

Адрес для переписки:

Н.В. Севостьянов
Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов,
ул. Радио, д. 17, г. Москва 105005, Россия
e-mail: admin@viam.ru

Address for correspondence:

N.V. Sevostyanov
All-Russian Scientific Research Institute of Aviation Materials,
17, Radio Street, Moscow 105005, Russia
e-mail: admin@viam.ru

Для цитирования:

Н.В. Севостьянов, В.Г. Бабашов, Н.П. Бурковская,
Т.А. Болсуновская.
Применение синтетических волокон на основе оксида алюминия в качестве фрикционной добавки.
Трение и износ.
2022. — Т. 43, № 2. — С. 168–175.
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-2-168-175

For citation:

N.V. Sevostyanov, V.G. Babashov, N.P. Burkovskaya, and
T.A. Bolsunovskaya.
[Application of Synthetic Fibers Based on Aluminum Oxide as a Friction Additive].
Trenie i Iznos.
2022, vol. 43, no. 2, pp. 168–175 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-2-168-175

Список использованных источников

1. **Каблов Е.Н.** Инновационные разработки ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ по реализации «Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года» // *Авиационные материалы и технологии*. — 2015, № 1, 3—33. DOI:10.18577/2071-9140-2015-0-1-3-33.
2. **Каблов Е.Н.** Материалы нового поколения — основа инноваций, технологического лидерства и национальной безопасности России // *Интеллект и технологии*. — 2016, № 2 (14), 16—21
3. **Каблов Е.Н.** Становление отечественного космического материаловедения // *Вестник РФФИ*. — 2017, № 3, 97—105
4. **Хренов О.В., Дмитрович А.А., Лешок А.В.** Металлокерамические фрикционные материалы: учеб.-метод. пособие. — Минск: БНТУ. — 2011
5. **Денисова Н.Е., Шорин В.А., Гонтарь И.Н., Волчихина Н.И., Шорина Н.С.** Триботехническое материаловедение и триботехнология: учеб. пособ. / под общ. ред. Н.Е. Денисовой. — Пенза: Из-во Пензенского Государственного Университета. — 2006
6. **Kaczmar J.W., Granat K., Grodzka E., and Kurzawa A.** Tribological Properties of Cu Based Composite Materials Strengthened with Al₂O₃ Particles // *Archives of Foundry Engineering*. — 2013 (13), Special Issue 2, 33—36
7. **Kennedy F.E., Balbahadur A.C., and Lashmore D.S.** The Friction and Wear of Cu-Based Silicon Carbide Particulate Metal Matrix Composites for Brake Applications // *Wear*. — 1997 (203-204), 715—721
8. **Степанова Е.В., Зимичев А.М.** Теплоизоляционный материал для шнуров из волокон тугоплавких оксидов // *Труды ВИАМ электрон. науч.-техн. журн.* — 2020, № 2 (86), 72—80. URL: <http://www.viam-works.ru> (дата обращения 09.10.2020). DOI: 10.18577/2307-6046-2020-0-2-72-80.
9. **Ивахненко Ю.А., Баруздин Б.В., Варрик Н.М., Максимов В.Г.** Высокотемпературные волокнистые уплотнительные материалы // *Авиационные материалы и технологии*. — 2017, № 5, 272—289. DOI: 10.18577/2071-9140-2017-0-5-272-289.
10. **Бабашов В.Г., Максимов В.Г.** Влияние материала контртела на триботехнические характеристики муллита // В сб. «Современные достижения и тенденции развития в области теплозащитных, керамических и металлических композиционных материалов. Материалы Всероссийской научно-технической конференции». — 2019, 120—131
11. **Бабашов В.Г., Максимов В.Г., Варрик Н.М., Самородова О.Н.** Изучение структуры и свойств керамических композиционных материалов на основе муллита // *Авиационные материалы и технологии*. — 2020, № 1 (58), 54—63
12. **Зимичев А.М., Варрик Н.М., Сумин А.В.** Исследование процесса экструзии непрерывных тугоплавких волокон // *Труды ВИАМ электрон. науч.-техн. журн.* — 2017, № 1 (49), 47—55. URL: <http://www.viam-works.ru> (дата обращения 09.10.2020). DOI: 10.18577/2307-6046-2017-0-1-6-6.
13. **Истомин А.В., Колышев С.Г.** Электростатический метод формования ультратонких волокон тугоплавких оксидов // *Авиационные материалы и технологии*. — 2019, № 2 (55), 40—46. DOI: 18577/2071-9140-2019-0-2-40-46.
14. **Федорченко И.М., Пугина Л.И.** Композиционные спеченные антифрикционные материалы. — Киев: Наукова думка. — 1980
15. **Куксенова Л.И., Лаптева В.Г., Колмаков А.Г., Рыбакова Л.М.** Методы испытания на трение и износ. — М.: Интермет Инжиниринг. — 2001.

References

1. **Kablov E.N.** Innovacionnyye razrabotki FGUP «VIAM» GNC RF po realizacii «Strategicheskikh napravlenij razvitiya materialov i tekhnologij ih pererabotki na period do 2030 goda» // *Aviacionnyye materialy i tekhnologii*. — 2015, № 1, 3—33. DOI:10.18577/2071-9140-2015-0-1-3-33 (in Russian)
2. **Kablov E.N.** Materialy novogo pokoleniya — osnova innovacij, tekhnologicheskogo liderstva i nacional'noj bezopasnosti Rossii // *Intellect i tekhnologii*. — 2016, № 2 (14), 16—21 (in Russian)
3. **Kablov E.N.** Stanovlenie otechestvennogo kosmicheskogo materialovedeniya // *Vestnik RFFI*. — 2017, № 3, 97—105 (in Russian)
4. **Hrenov O.V., Dmitrovich A.A., Leshok A.V.** Metallokeramicheskie frikcionnyye materialy: ucheb.-metod. posobie. — Minsk: BNTU. — 2011 (in Russian)
5. **Denisova N.E., SHorin V.A., Gontar' I.N., Volchihina N.I., SHorina N.S.** Tribotekhnicheskoe materialovedenie i tribotekhnologiya: ucheb. posob. / pod obshch. red. N.E. Denisovoj. — Penza: Iz-vo Penzenskogo Gosudarstvennogo Universiteta. — 2006 (in Russian)
6. **Kaczmar J.W., Granat K., Grodzka E., and Kurzawa A.** Tribological Properties of Cu Based Composite Materials Strengthened with Al₂O₃ Particles // *Archives of Foundry Engineering*. — 2013 (13), Special Issue 2, 33—36
7. **Kennedy F.E., Balbahadur A.C., and Lashmore D.S.** The Friction and Wear of Cu-Based Silicon Carbide Particulate Metal Matrix Composites for Brake Applications // *Wear*. — 1997 (203-204), 715—721
8. **Stepanova E.V., Zimichev A.M.** Teploizolyacionnyj material dlya shnurov iz volokon tugoplavkih oksidov // *Trudy VIAM elektron. nauch.-tekhn.*

- zhurn. — 2020, № 2 (86), 72—80. URL: <http://www.viam-works.ru> (data obrashcheniya 09.10.2020). DOI: 10.18577/2307-6046-2020-0-2-72-80 (in Russian)
9. **Ivahnenko YU.A., Baruzdin B.V., Varrik N.M., Maksimov V.G.** Vysokotemperaturnye voloknistye uplotnitel'nye materialy // Aviacionnye materialy i tekhnologii. — 2017, № S, 272—289. DOI: 10.18577/2071-9140-2017-0-S-272-289 (in Russian)
 10. **Babashov V.G., Maksimov V.G.** Vliyanie materiala kontrtela na tribotekhnicheskie harakteristiki mullita // V sb. «Sovremennye dostizheniya i tendencii razvitiya v oblasti teplozashchitnyh, keramicheskikh i metallicheskih kompozicionnyh materialov. Materialy Vserossijskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii». — 2019, 120—131 (in Russian)
 11. **Babashov V.G., Maksimov V.G., Varrik N.M., Samorodova O.N.** Izuchenie struktury i svojstv keramicheskikh kompozicionnyh materialov na osnove mullita // Aviacionnye materialy i tekhnologii. — 2020, № 1 (58), 54—63 (in Russian)
 12. **Zimichev A.M., Varrik N.M., Sumin A.V.** Issledovanie processa ekstruzii nepreryvnyh tugoplavkih volokon // Trudy VIAM elektron. nauch.-tekhn. zhurn. — 2017, № 1 (49), 47—55. URL: <http://www.viam-works.ru> (data obrashcheniya 09.10.2020). DOI: 10.18577/2307-6046-2017-0-1-6-6 (in Russian)
 13. **Istomin A.V., Kolyshchev S.G.** Elektrostaticheskij metod formovaniya ul'tratonkih volokon tugoplavkih oksidov // Aviacionnye materialy i tekhnologii. — 2019, № 2 (55), 40—46. DOI: 18577/2071-9140-2019-0-2-40-46 (in Russian)
 14. **Fedorchenko I.M., Pugina L.I.** Kompozicionnye spechennye antifrikcionnye materialy. — Kiev: Naukova dumka. — 1980 (in Russian)
 15. **Kuksenova L.I., Lapteva V.G., Kolmakov A.G., Rybakova L.M.** Metody ispytaniya na trenie i iznos. — M.: Intermet Inzhiniring. — 2001 (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