

УДК 621.892: 547.922

Триботехнические характеристики химически неактивных поверхностей в смазочных материалах, легированных соединениями холестерина и жирных кислот

С.Ф. Ермаков¹, А.П. Сычев², И.В. Колесников³, М.В. Бойко³, А.А. Сычев³, С.И. Соколов¹, А.Ю. Кравченко¹

¹Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины,
ул. Советская, 102, г. Гомель 246019, Беларусь

²Южный научный центр Российской академии наук,
ул. Чехова, 41, г. Ростов-на-Дону 344000, Россия

³Ростовский государственный университет путей сообщения,
пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, 2, г. Ростов-на-Дону 344038, Россия

Поступила в редакцию 14.07.2020.

После доработки 15.10.2020.

Принята к публикации 05.11.2020.

Установлено, что в инактивном вазелиновом масле и с добавкой олеиновой кислоты схватывание стеклянных образцов, характеризующееся разрушением контактирующих поверхностей и существенным возрастанием коэффициента трения, наступает практически при одной и той же нагрузке 0,9—1,2 МПа. Добавка жидкокристаллических соединений холестерина в инактивную смазочную среду при трении химически неактивных поверхностей (стёкол) приводит не только к снижению коэффициента трения, но и повышению нагрузочной способности. Так, например, добавка 3,0 мас. % холестерилового эфира олеиновой кислоты в вазелиновое масло при трении стекла по стеклу повышает нагрузочную способность в 6—7 раз по сравнению со средой, содержащей олеиновую кислоту. При этом методом растровой электронной микроскопии и профилометрии при нагрузках более 4 МПа установлено образование микробороздок на трущихся поверхностях, которые не влияют на характеристики и стабильность трения. Полученные результаты могут эффективно использоваться при трении и обработке химически неактивных поверхностей, например, из стекла, рубина, алмаза в стекольной, часовой и бриллиантовой промышленности.

Ключевые слова: химически неактивные поверхности, триботехнические характеристики, смазочные составы, жидкокристаллические соединения холестерина, жирные кислоты.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-1-13-23

Адрес для переписки:

С.Ф. Ермаков
Гомельский государственный университет им. Франциска
Скорины,
ул. Советская, 102, г. Гомель 246019, Беларусь
e-mail: ermakov@gsu.by

Address for correspondence:

S.F. Ermakov
Francisk Skorina Gomel State University,
Sovetskaya str., 102, Gomel 246019, Belarus
e-mail: ermakov@gsu.by

Для цитирования:

С.Ф. Ермаков, А.П. Сычев, И.В. Колесников, М.В. Бойко,
А.А. Сычев, С.И. Соколов, А.Ю. Кравченко.
Триботехнические характеристики химически неактивных
поверхностей в смазочных материалах, легированных
соединениями холестерина и жирных кислот.

For citation:

S.F. Ermakov, A.P. Sychev, I.V. Kolesnikov, M.V. Boiko, A.A. Sychev,
S.I. Sokolov, A.Yu. Kravchenko.
[Tribological Characteristics of Chemically Inactive Surfaces in
Lubricants Doped with Cholesterol and Fatty Acid Compounds].

Трение и износ.

2021. — Т. 42, № 1. — С. 13—23.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-1-13-23

Trenie i Iznos.

2021, vol. 42, no. 1, pp. 13–23 (in Russian).

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-1-13-23

Tribological Characteristics of Chemically Inactive Surfaces in Lubricants Doped with Cholesterol and Fatty Acid Compounds

S.F. Ermakov¹, A.P. Sychev², I.V. Kolesnikov³, M.V. Boiko³, A.A. Sychev³, S.I. Sokolov¹, A.Yu. Kravchenko¹

¹Francisk Skorina Gomel State University,
Sovetskaya str., 102, Gomel, 246019, Belarus

²Southern Science Center, Russian Academy of Sciences,
Chekhov str., 41, Rostov-on-Don 344090, Russia

³Rostov State University of Lines of Communication,
square of the Rostov Rifle Regiment of the People's Militia, 2, Rostov-on-Don 344038, Russia

Received 14.07.2020.

Revised 15.10.2020.

Accepted 05.11.2020.

Abstract

It was found that in inactivated vaseline oil and with the addition of oleic acid, the setting of glass samples, characterized by the destruction of the contacting surfaces and a significant increase in the coefficient of friction, occurs almost at the same load of 0.9—1.2 MPa. The addition of liquid-crystal cholesterol compounds to an inactivated lubricant during friction of chemically inactive surfaces (glasses) leads not only to a decrease in the coefficient of friction, but also to an increase in the load capacity. For example, an additive of 3.0 wt. % of the oleic acid cholesterol ester in vaseline oil increases the loading capacity by 6—7 times when the glass is rubbed against the glass compared to the medium containing oleic acid. At the same time, using scanning electron microscopy and profilometry at loads of more than 4 MPa, the formation of micro-grooves on the rubbing surfaces was established, which do not affect the characteristics and stability of friction. The results obtained can be effectively used for friction and processing of chemically inactive surfaces, such as glass, ruby, and diamond in the glass, watch and diamond industries.

Keywords: chemically inactive surface, tribological properties, lubricating compositions, liquid-crystal compounds of cholesterol, fatty acids.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-1-13-23

Адрес для переписки:

С.Ф. Ермаков
Гомельский государственный университет им. Франциска
Скорины,
ул. Советская, 102, г. Гомель 246019, Беларусь
e-mail: ermakov@gsu.by

Address for correspondence:

S.F. Ermakov
Francisk Skorina Gomel State University,
Sovetskaya str., 102, Gomel 246019, Belarus
e-mail: ermakov@gsu.by

Для цитирования:

С.Ф. Ермаков, А.П. Сычев, И.В. Колесников, М.В. Бойко,
А.А. Сычев, С.И. Соколов, А.Ю. Кравченко.
Триботехнические характеристики химически неактивных
поверхностей в смазочных материалах, легированных
соединениями холестерина и жирных кислот.

Трение и износ.

2021. — Т. 42, № 1. — С. 13—23.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-1-13-23

For citation:

S.F. Ermakov, A.P. Sychev, I.V. Kolesnikov, M.V. Boiko, A.A. Sychev,
S.I. Sokolov, A.Yu. Kravchenko.
[Tribological Characteristics of Chemically Inactive Surfaces in
Lubricants Doped with Cholesterol and Fatty Acid Compounds].

Trenie i Iznos.

2021, vol. 42, no. 1, pp. 13—23 (in Russian).

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-1-13-23

Список использованных источников

1. Перспективные методы поверхностной обработки деталей машин / под ред. Г.В. Москвитина. — М.: Ленанд. — 2019
2. Трибология. Состояние и перспективы: сборник научных трудов. В 4-х томах. Т. 2. Смазка и смазочные материалы / под ред. С.М. Захарова и И.А. Буяновского. — Уфа: РИК УГАТУ. — 2019
3. Straffelini G. Friction and Wear. Methodologies for Design and Control. — Switzerland: Springer Nature. — 2015
4. Qiu M., Chen L., Li Y., and Yan J. Bearing Tribology. Principles and Applications. — Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. — 2017
5. Zhang S., Qiao Y., Liu Y., Ma L., and Luo J. Molecular behaviors in Thin Film Lubrication. Part One: Film Formation for Different Polarities of Molecules // Friction. — 2019 (7), no. 4, 372—387
6. Zheng D., Wang X., Zhang M., Ju C. Synergistic Effects Between the Two Choline-Based Ionic Liquids as Lubricant Additives in Glycerol Aqueous Solution // Tribology Letters. — 2019 (67), no. 2, 47—60
7. Mori S. Chemical Aspect for Advanced Lubricants // Journal of Japanese Society of Tribologists. — 2019 (64), no. 3, 150—157
8. Ахматов А.С. Молекулярная физика граничного трения. — М: Физматгиз. — 1963
9. Фукс Г. И. Адсорбция и смазочная способность масел // Трение и износ. — 1983 (4), № 3, 398—414
10. Ermakov S., Beletskii A., Eismont O., and Nikolaev V. Liquid Crystals in Biotribology. Synovial Joint Treatment. — Springer Cham, Heidelberg—New York—Dordrecht—London. — 2016

References

1. Promising methods of surface treatment of machine parts / ed. by G. V. Moskvitin. — M: Lenand. — 2019 [In Russia]
2. Tribology. Status and prospects: collection of proceedings. In 4 volumes. vol. 2. Lubricants and lubricants / ed. by S. M. Zakharov and I. A. Buyanovsky. — Ufa: RICK UGATU. — 2019 [In Russia]
3. Straffelini G. Friction and Wear. Methodologies for Design and Control. — Switzerland: Springer Nature. — 2015
4. Qiu M., Chen L., Li Y. and Yan J. Bearing Tribology. Principles and Applications. — Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. — 2017
5. Zhang S., Qiao Y., Liu Y., Ma L. and Luo J. Molecular behaviors in Thin Film Lubrication. Part One: Film Formation for Different Polarities of Molecules // Friction. — 2019 (7), no. 4, 372—387
6. Zheng D., Wang X., Zhang M., Ju C. Synergistic Effects Between the Two Choline-Based Ionic Liquids as Lubricant Additives in Glycerol Aqueous Solution // Tribology Letters. — 2019 (67), no. 2, 47—60
7. Mori S. Chemical Aspect for Advanced Lubricants // Journal of Japanese Society of Tribologists. — 2019 (64), no. 3, 150—157
8. Akhmatov A.S. Molecular physics of boundary friction. — M: Fizmatgiz. — 1963 [In Russia]
9. Fuks G.I. Adsorption and lubricating ability of oils // Journal of Friction and wear. — 1983 (4), № 3, 8-21
10. Ermakov S., Beletskii A., Eismont O. and Nikolaev V. Liquid Crystals in Biotribology. Synovial Joint Treatment. — Springer Cham, Heidelberg—New York—Dordrecht—London. — 2016

Образец цитирования: Ермаков С.Ф., Сычев А.П., Колесников И.В., Бойко М.В., Сычев А.А., Соколов С.И., Кравченко А.Ю. Триботехнические характеристики химически неактивных поверхностей в смазочных материалах, легированных соединениями холестерина и жирных кислот // Трение и износ. 2021. Т. 42. №1. С. 13—23.

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