

УДК 612.76:616.722

Исследование смазочного действия различных по природе и свойствам смазочных сред на трение пары эндопротезирования «углеродное алмазоподобное покрытие — сверхвысокомолекулярный полиэтилен»

Levi Liu¹, Xiaohong Jiang¹, С.Ф. Ермаков², В.И. Николаев³, М.А. Ярмоленко^{1,2},
Д.Г. Пилипцов^{1,2}, Е.Б. Шершинев²

¹*International Chinese-Belorussian Scientific Laboratory on Vacuum-Plasma Technology,
Nanjing University of Science and Technology,
Xiaolingwie str., 200, Nanjing 210094, China.*

²*Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины,
ул. Советская, 102, г. Гомель 246019, Беларусь*

³*Гомельский государственный медицинский университет.
ул. Ланге, 5, г. Гомель 246000, Беларусь.*

Поступила в редакцию 16.02.2021.

После доработки 06.03.2021.

Принята к публикации 09.03.2021.

С использованием маятникового трибометра исследовано влияние различных по природе и свойствам смазочных составов на трение пары эндопротезирования на основе углеродного алмазоподобного покрытия и сверхвысокомолекулярного полиэтилена. Показано, что в отличие от традиционно используемых для этих целей естественных составов на основе сыворотки крови или гиалуроновой кислоты, как известно, моделирующих трение и свойства натуральной синовиальной жидкости, искусственная синовиальная жидкость, содержащая холестерические жидкие кристаллы, присущие натуральной синовии, и составы на основе водорастворимых хондроитинсульфатов (гликозаминогликанов), содержащих продукты хрящевого матрикса, обладают более высокими триботехническими свойствами. При этом отмечено, что, как и при ранее проведённых исследованиях трения на маятниковом трибометре естественной пары «хрящ—хрящ» искусственная синовиальная жидкость, содержащая холестерические жидкие кристаллы, присущие натуральной синовии, в смазочном действии показала наилучшие результаты. Последние, как известно, хорошо согласуются также с их использованием в технических приложениях, в частности, при снижении трения различных по природе твёрдых тел, особенно металлических сопряжений, поскольку проявляют высокую эффективность смазочной способности в различных смазочных составах и средах.

Ключевые слова: пара трения «углеродное алмазоподобное покрытие — сверхвысокомолекулярный полиэтилен», состав на основе водорастворимых хондроитинсульфатов, искусственная синовиальная жидкость, холестерические жидкие кристаллы, сыворотка крови, состав на основе гиалуроновой кислоты, маятниковый трибометр.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-235-243

Адрес для переписки:

S.F. Ermakov
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:

Levi Liu, Xiaohong Jiang, С.Ф. Ермаков, В.И. Николаев,
М.А. Ярмоленко, Д.Г. Пилипцов, Е.Б. Шершинев.
Исследование смазочного действия различных по природе и свойствам смазочных сред на трение пары эндопротезирования «углеродное алмазоподобное покрытие — сверхвысокомолекулярный полиэтилен». Трение и износ.
2021. — Т. 42, № 3. — С. 235—243.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-235-243

For citation:

Levi Liu, Xiaohong Jiang, S.F. Ermakov, V.I. Nikolaev,
M.A. Yarmolenko, D.G. Pilipetsou, and E.B. Shershnev.
[Investigation of the Lubricating Effect of Lubricants of Different Nature and Properties on the Friction of the Endoprosthesis Pair «Carbon Diamond-Like Coating — Super High Molecular Weight Polyethylene»].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 3, pp. 235–243 (in Russian).

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-235-243

Investigation of the Lubricating Effect of Lubricants of Different Nature and Properties on the Friction of the Endoprosthesis Pair «Carbon Diamond-Like Coating — Super High Molecular Weight Polyethylene»

Levi Liu¹, Xiaohong Jiang¹, S.F. Ermakov², V.I. Nikolaev³, M.A. Yarmolenko^{1,2}, D.G. Pilipetsou^{1,2}, and E.B. Shershnev²

¹*International Chinese-Belorussian Scientific Laboratory on Vacuum-Plasma Technology, Nanjing University of Science and Technology, Xiaolingwie str., 200, Nanjing 210094, China*

²*Francisk Skorina Gomel State University, Sovetskaya str., 102, Gomel 246019, Belarus*

³*Gomel State Medical University, ul. Lange 5, Gomel, 246000, Belarus*

Received 16.02.2021.

Revised 06.03.2021.

Accepted 09.03.2021.

Abstract

Using a pendulum tribometer, the effect of different lubricant compositions by nature and properties on the friction of a pair of endoprostheses based on a carbon diamond-like coating and super-high-molecular-weight polyethylene was studied. It is shown that, in contrast to the traditionally used natural formulations based on blood serum or hyaluronic acid, which are known to model the friction and properties of natural synovial fluid, artificial synovial fluid containing cholesterol liquid crystals, which are present in natural synovia, and compositions based on water-soluble chondroitin sulfates (glycosaminoglycans) containing products of the cartilage matrix, have higher values tribological properties. At the same time, it is noted that, as in previous studies of friction on the pendulum tribometer of the natural pair “cartilage—cartilage”, artificial synovial fluid containing cholesterol liquid crystals inherent in natural synovia showed the best results in the lubricating action, the latter, as is known, also agree well with their use in technical applications, in particular, when reducing the friction of various solids, especially metal interfaces, since they show high efficiency of the lubricating ability in various lubricating compounds and media.

Keywords: friction pair “carbon diamond-like coating-super high molecular weight polyethylene”, composition based on water-soluble chondroitin sulfates, artificial synovial fluid, cholesterol liquid crystals, blood serum, composition based on hyaluronic acid, pendulum tribometer.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-235-243

Адрес для переписки:

S.F. Ermakov

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:

Levi Liu, Xiaohong Jiang, С.Ф. Ермаков, В.И. Николаев,
М.А. Ярмоленко, Д.Г. Пилипец, Е.Б. Шершнев.

Исследование смазочного действия различных по природе и свойствам
смазочных сред на трение пары эндопротезирования «углеродное
алмазоподобное покрытие — сверхвысокомолекулярный полиэтилен».

Трение и износ.

2021. — Т. 42, № 3. — С. 235—243.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-235-243

For citation:

Levi Liu, Xiaohong Jiang, S.F. Ermakov, V.I. Nikolaev,
M.A. Yarmolenko, D.G. Pilipetsou, and E.B. Shershnev.
[Investigation of the Lubricating Effect of Lubricants of Different Nature
and Properties on the Friction of the Endoprosthesis Pair «Carbon
Diamond-Like Coating — Super High Molecular Weight Polyethylene»].

Trenie i Iznos.

2021, vol. 42, no. 3, pp. 235—243 (in Russian).

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-235-243

Список использованных источников

1. Cooper J.R., Dowson D., and Fisher J. Macroscopic and Microscopic Wear Mechanisms in Ultra-High Molecular Weight Polyethylene // Wear. — 1993 (162-164), 378—384
2. Fisher J. and Dowson D. Tribology of Total Artificial Joints // I. Eng. Medicine. — 1991 (205H), 73—79
3. Fisher J., Dowson D., Hamdzah H., and Lee H.L. The Effect of Sliding Velocity on the Friction and Wear of UHMWPE for Use in Total Artificial Joints // Wear. — 1994 (175), 219—225
4. Klapperich C., Komvopoulos K., and Pruitt L. Tribological Properties and Microstructure Evolution of Ultra-High Molecular Weight Polyethylene // J. Tribol. — 1999 (121), 394—402
5. Kosinska M.K., Ludwig T.E., Liebisch G., Zhang R., Siebert H-C., Wilhelm J., and Kaesser U. Articular Joint Lubricants during Osteoarthritis and Rheumatoid Arthritis Display Altered Levels and Molecular Species // PLOS ONE. — 2015 (5), no. 10, e0125192
6. Neu V., Khalafi A., Komvopoulos K., Schmid T.M., and Reddi A.H. Mechanotransduction of Bovine Articular Cartilage Superficial Zone Protein by Transforming Growth Factor Signaling // Arthritis Rheum. — 2007 (56), 3706—14
7. DuRaine G., Neu C.P., Chan S.M., Komvopoulos K., June R.K., and Reddi A.N. Regulation of the Friction Coefficient of Articular Cartilage by TGF 1 and IL-1 // J. Orthop. Res. — 2009 (27), 249—256
8. Dąbrowska A., Rotarua G.M., Spano F., Affolterd Ch., Fortunato G., Lehmann S., Derler S., Spencer N.D., and Rossia R.M. A Water-Responsive, Gelatine-Based Human Skin Model // Tribology International. — 2017 (113), 316—322
9. Ермаков С.Ф., Белецкий А.В., Николаев В.И. Трибологические принципы создания препаратов на основе сыворотки крови как жидкокристаллической среды для лечебной коррекции синовиальных суставов // Трение и износ. — 2011 (32), № 1, 65—71
10. Ermakov S., Beletskii A., Eismont O., and Nikolaev V. Liquid Crystals in Biotribology. Synovial Joint Treatment. — Heidelberg—New York—Dordrecht—London: Springer Cham. — 2016
1. Cooper J.R., Dowson D., and Fisher J. Macroscopic and Microscopic Wear Mechanisms in Ultra-High Molecular Weight Polyethylene // Wear. — 1993 (162-164), 378—384
2. Fisher J. and Dowson D. Tribology of Total Artificial Joints // I. Eng. Medicine. — 1991 (205H), 73—79
3. Fisher J., Dowson D., Hamdzah H., and Lee H.L. The Effect of Sliding Velocity on the Friction and Wear of UHMWPE for Use in Total Artificial Joints // Wear. — 1994 (175), 219—225
4. Klapperich C., Komvopoulos K., and Pruitt L. Tribological Properties and Microstructure Evolution of Ultra-High Molecular Weight Polyethylene // J. Tribol. — 1999 (121), 394—402
5. Kosinska M.K., Ludwig T.E., Liebisch G., Zhang R., Siebert H-C., Wilhelm J., and Kaesser U. Articular Joint Lubricants during Osteoarthritis and Rheumatoid Arthritis Display Altered Levels and Molecular Species // PLOS ONE. — 2015 (5), no. 10, e0125192
6. Neu V., Khalafi A., Komvopoulos K., Schmid T.M., and Reddi A.H. Mechanotransduction of Bovine Articular Cartilage Superficial Zone Protein by Transforming Growth Factor Signaling // Arthritis Rheum. — 2007 (56), 3706—14
7. DuRaine G., Neu C.P., Chan S.M., Komvopoulos K., June R.K., and Reddi A.N. Regulation of the Friction Coefficient of Articular Cartilage by TGF 1 and IL-1 // J. Orthop. Res. — 2009 (27), 249—256
8. Dąbrowska A., Rotarua G.M., Spano F., Affolterd Ch., Fortunato G., Lehmann S., Derler S., Spencer N.D., and Rossia R.M. A Water-Responsive, Gelatine-Based Human Skin Model // Tribology International. — 2017 (113), 316—322
9. Ermakov S.F., Beletskii A.V., and Nikolaev V.I. Tribological Principles of Developing Medicinal Preparations Based on Blood Serum as a Liquid-Crystalline Medium for Therapeutic Correction of Synovial Joints // Journal of Friction and Wear. — 2011 (32), no. 1, 49—53
10. Ermakov S., Beletskii A., Eismont O., and Nikolaev V. Liquid Crystals in Biotribology. Synovial Joint Treatment. — Heidelberg—New York—Dordrecht—London: Springer Cham. — 2016

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/>

References