

УДК 621.891;536;531.43

Расчетная оценка размера элементарной трибосистемы

С.В. Федоров

Калининградский государственный технический университет,
Советский проспект, 1, Калининград 236000, Россия

Поступила в редакцию 19.07.2022.

После доработки 17.10.2022.

Принята к публикации 18.10.2022.

Поверхность трения — это понятие, утвердившееся в трибологии и определениях процессов трения. Понятно, что это дань традиционной логике механики сплошной среды, оперирующей континуумом. С другой стороны, физико-материаловедческая логика реальной формализации понятия поверхность обуславливает его конкретизацию, отличную от условной геометричности. В предлагаемой статье автор, рассматривая ранее общие структурно-энергетические закономерности эволюции трущихся поверхностей, приходит к понятию критического объёма трения, который адекватен понятию о равновесной шероховатости. Автор определяет этот объём, как объём элементарной трибосистемы. Этот объём в рамках модели движущегося критического объёма трения есть элементарный трибо-трансформатор энергии. Элементарная трибосистема формируется как адаптационный отклик деформированного твёрдого тела при трении — наименьший объём, накопивший потенциальную энергию дефектов предельной плотности. Он обладает внутренним равновесием далёким от состояния исходного равновесия. Далее этот объём структурно эволюционирует при постоянстве своего размера. Предпринята попытка физического моделирования этого критического равновесного объёма трения. Рассматривается модель идеального равновесия объёма атомарно гладкой поверхности в пределах некоей элементарной номинальной площади трения, адекватного объёму равновесной шероховатости. Предлагается метод расчёта этого критического и равновесного объёма трения. Обосновывается принцип экстраполяции равновесного объёма (амплитуды колебаний) атомарно шероховатой поверхности к температуре абсолютного нуля. Показана прямая корреляция размера критического объёма трения с размером равновесной шероховатости трущихся поверхностей. Выполнен уточнённый расчёт критического размера трения — элементарной трибосистемы в состоянии её идеальной эволюции по модели механического (нано) кванта как элементарной трибоподсистемы.

Ключевые слова: поверхность, равновесная шероховатость, критический объём трения, элементарная трибосистема, упругость атомная, элементарная наноструктура.

DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-5-515-524

Адрес для переписки:

С.В. Федоров
Калининградский государственный технический университет,
Советский проспект, 1, Калининград 236000, Россия
e-mail: fedorov@klgtu.ru

Для цитирования:

С.В. Федоров.
Расчетная оценка размера элементарной трибосистемы.
Трение и износ.
2022. — Т. 43, № 5. — С. 515–524.
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-5-515-524

Address for correspondence:

S.V. Fedorov
Kaliningrad State Technical University,
Sovietsky Prospect, 1, Kaliningrad 236022, Russia
e-mail: fedorov@klgtu.ru

For citation:

S.V. Fedorov.
[Calculated Assessment of Elementary Tribosystem Size].
Trenie i Iznos.
2022, vol. 43, no. 5, pp. 515–524 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-5-515-524

Calculated Assessment of Elementary Tribosystem Size

S.V. Fedorov

Kaliningrad State Technical University,
Sovietsky Prospect, 1, Kaliningrad 236022, Russia

Received 19.07.2022.

Revised 17.10.2022.

Accepted 18.10.2022.

Abstract

The friction surface is a concept established in tribology, the formulation of friction and text phrases. It is clear that this is a tribute to the traditional logic of continuum mechanics. On the other hand, the physical and materials science logic of the real formalization of the concept of surface determines its concretization, which differs from the conditional geometricity. In the proposed article, the author, having previously considered the general structural and energy patterns of the evolution of rubbing surfaces, comes to the concept of a critical volume of friction, which is adequate to the concept of equilibrium roughness. The author defines this volume as the volume of an elementary tribosystem. This volume within the framework of the model of the moving critical volume of friction is an elementary tribotransformer of energy. An elementary tribosystem is formed as an adaptive response of a deformed rigid body under friction — the smallest volume that has accumulated the potential energy of defects of extreme density. It has an internal equilibrium far from the state of initial equilibrium. Further, this volume evolves structurally with the constancy of its size. An attempt is made to physically model this critical equilibrium volume of friction. A model of ideal equilibrium of the volume of an atomically smooth surface within a certain elementary nominal friction area adequate to the volume of equilibrium roughness is considered. A method for calculating this critical and equilibrium friction volume is proposed. The principle of extrapolation of the equilibrium volume (oscillation amplitude) of an atomically rough surface to the temperature of absolute zero is substantiated. The direct correlation of the size of the critical friction volume with the size of the equilibrium roughness of the rubbing surfaces is shown. A refined calculation of the critical size of friction — an elementary tribosystem in the state of its ideal evolution according to the model of a mechanical (nano) quantum as an elementary subtribosystem is performed.

Keywords: surface, equilibrium roughness, critical friction volume, elementary tribosystem, atomic elasticity, elementary nanostructure.

DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-5-515-524

Адрес для переписки:

С.В. Федоров
Калининградский государственный технический университет,
Советский проспект, 1, Калининград 236000, Россия
e-mail: fedorov@klgtu.ru

Для цитирования:

С.В. Федоров.
Расчетная оценка размера элементарной трибосистемы.
Трение и износ.
2022. — Т. 43, № 5. — С. 515—524.
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-5-515-524

Address for correspondence:

S.V. Fedorov
Kaliningrad State Technical University,
Sovietsky Prospect, 1, Kaliningrad 236022, Russia
e-mail: fedorov@klgtu.ru

For citation:

S.V. Fedorov
[Calculated Assessment of Elementary Tribosystem Size].
Trenie i Iznos.
2022, vol. 43, no. 5, pp. 515—524 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-5-515-524

Список использованных источников

1. **ГОСТ 27674-88. Трение, изнашивание и смазка. Термины и определения.** — М. — 1988
2. **Энгельс Ф.** Диалектика природы. — М.: Политиздат. — 1987
3. **Blok H.** Les Temperatures de Surface dans des Conditions de Graffsage Sour Extreme Pression, in: Proceeding of Materials on Second Cong. Mondial du Petrole, Paris, France. — 1937, 111—114
4. **Bowden F.P. L. Leben.** Nature of Sliding and Analysis of Friction // Proceeding of The Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. — 1939, 371—391. DOI:10.1098/RSPA.1939.0004
5. **Основы расчётов на трение и износ /** И.В. Крагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбалов. — М.: Машиностроение. — 1977
6. **Поверхностная прочность материалов при трении /** под ред. Б.И. Костецкого. — Киев: Техніка. — 1976
7. **Чичинадзе А.В., Браун Э.Д., Буше Н.А. и др.** Основы трибологии (трение, износ, смазка): Учебник для технических вузов. 2-е изд. переработ. и доп. / под общей ред. А.В. Чичинадзе. — М.: Машиностроение. — 2001
8. **Богданович П.Н., Белов В.М.** // Трение и износ. — 1992, (13), № 4, 624—632
9. **Фёдоров С.В.** Основы трибоэргодинамики и физико-химические предпосылки теории совместимости. — Калининград: КГТУ. — 2003
10. **Fedorov S.V.** Structural-Energy Interpretation of a Tribosystem // Journal of Friction and Wear. — 2021 (42), no. 2, 117—123. DOI: 10.3103/S1068366621020033
11. **Уэрт Ч., Томсон Р.** Физика твёрдого тела. — М.: Мир. — 1966
12. **ГОСТ 2789-73. Межгосударственный стандарт. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.** — М.: Стандартинформ. — 2018
13. **Комбалов В.С.** Влияние шероховатости твёрдых тел на трение и износ. — М.: Наука. — 1974
14. **Федоров В.В.** Термодинамические аспекты прочности и разрушения твёрдых тел. — Ташкент: ФАН. — 1979
15. **Fedorov S.V.** The Mechanical Quantum of Dissipative Friction Structures is the Elementary Tribonanostructure / Proceedings of World Tribology Congress 2009 (6–11 September 2009): Japanese Society of Tribologists. — Kyoto, Japan. — 2009, 926

References

1. **GOST 27674-88.** Treniye, iznashivaniye i smazka. Terminy i opredeleniya. — M. — 1988 (in Russian)
2. **Engel's F.** Dialektika prirody. — M.: Politizdat. — 1987 (in Russian)
3. **Blok H.** Les Temperatures de Surface dans des Conditions de Graffsage Sour Extreme Pression, in: Proceeding of Materials on Second Cong. Mondial du Petrole, Paris, France. — 1937, 111—114
4. **Bowden F.P. L. Leben.** Nature of Sliding and Analysis of Friction // Proceeding of The Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. — 1939, 371—391. DOI:10.1098/RSPA.1939.0004
5. **Osnovy raschyotov na trenie i iznos /** I.V. Kragel'skij, M.N. Dobychin, V.S. Kombalov. — M.: Mashinostroenie. — 1977 (in Russian)
6. **Poverhnoznaya prochnost' materialov pri trenii /** pod red. B.I. Kosteckogo. — Kiev: Tekhnika. — 1976
7. **Chichinadze A.V., Braun E.D., Bushe N.A. i dr.** Osnovy tribologii (trenie, iznos, smazka): Uchebnik dlya tekhnicheskikh vuzov. 2-e izd. pererabot. i dop. / pod obshchej red. A.V. Chichinadze. — M.: Mashinostroenie. — 2001 (in Russian)
8. **Bogdanovich P.N., Belov V.M.** // Trenie i iznos. 1992 (13), № 4, 624—632
9. **Fedorov S.V.** Osnovy triboergodinamiki i fiziko-himicheskie predposylki teorii sovместимости. — Kaliningrad: KGTU. — 2003 (in Russian)
10. **Fedorov S.V.** Structural-Energy Interpretation of a Tribosystem // Journal of Friction and Wear. — 2021 (42), no. 2, 117—123. DOI: 10.3103/S1068366621020033
11. **Uert CH., Tomson R.** Fizika tvyordogo tela. — M.: Mir. — 1966
12. **GOST 2789-73. Mezhhgosudarstvennyj standart. SHEROHOVATOST' POVERHNOСТИ. PARAMETRY I HARAKTERISTIKI.** — M.: Standartinform. — 2018 (in Russian)
13. **Kombalov V.S.** Vliyanie sherohovatosti tvyordyh tel na trenie i iznos. — M.: Nauka. — 1974 (in Russian)
14. **Fedorov V.V.** Termodinamicheskie aspekty prochnosti i razrusheniya tvyordyh tel. — Tashkent: FAN. — 1979 (in Russian)
15. **Fedorov S.V.** The Mechanical Quantum of Dissipative Friction Structures is the Elementary Tribonanostructure / Proceedings of World Tribology Congress 2009 (6–11 September 2009): Japanese Society of Tribologists. — Kyoto, Japan. — 2009, 926

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