

УДК 621.891

Структурно-энергетический аспект коэффициента трения

С.В. Федоров

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

Поступила в редакцию 18.11.2022.

После доработки 24.05.2023.

Принята к публикации 20.06.2023.

Более пяти веков наука о трении использует коэффициент трения в качестве главной количественной характеристики процесса трения. Понятие о коэффициенте трения как характеристики сопротивления перемещению трущихся поверхностей в скрытом виде было сформулировано Леонардо да Винчи. Через два века уже в явном виде, в виде формулы, коэффициент трения предстал в трудах Гильома Амонтона. Современная инженерия считает, что коэффициент трения не имеет физического смысла, он просто удобный параметр трения, легко определяемый в эксперименте. В чем физический смысл сопротивления перемещению трущихся поверхностей? Если выполнить термодинамический анализ процесса трения, рассматривая каждый деформируемый элемент контакта трения как самостоятельный трансформатор и рассеиватель энергии внешнего относительного перемещения (движения) поверхностей, то появляется возможность увидеть коэффициент трения в новом физическом смысле. Накопление контактом трения потенциальной энергии деформированной структуры (дефектов кристаллического строения) есть, по существу, способ торможения движущихся относительно поверхностей трения. Статическая потенциальная энергия образованных дефектов строения структуры контакта есть мера понижения кинетической энергии относительного движения трущихся поверхностей. Практицизм энергетического (термодинамического) подхода трения органично заложен в общей проблематике энергозатрат и экономии энергоресурсов современной трибологии.

Ключевые слова: трение, сопротивление, энергия, баланс, преобразование, коэффициент трения, сила трения, энергоресурсы, энергозатраты.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-3-284-294

Адрес для переписки:

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

Для цитирования:

С.В. Федоров
Структурно-энергетический аспект коэффициента трения
Трение и износ.
2023. — Т. 44, № 3. — С. 284—294.
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-3-284-294

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.
[Structural-Energy Aspect Coefficient of Friction].
Trenie i Iznos.
2023, vol. 44, no. 3, pp. 284—294 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-3-284-294

Structural-Energy Aspect Coefficient of Friction

S.V. Fedorov

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

Received 18.11.2022.

Revised 24.05.2023.

Accepted 20.06.2023.

Abstract

For more than five centuries, the science of friction has used the coefficient of friction as the main quantitative characteristic of the friction process. The concept of the coefficient of friction as a characteristic of the resistance to the movement of rubbing surfaces in a hidden form was formulated by Leonardo da Vinci. Two centuries later, the coefficient of friction appeared explicitly, in the form of a formula, in the works of Guillaume Amontons. Modern engineering believes that the coefficient of friction has no physical meaning, it is just a convenient friction parameter, easily determined in an experiment. What is the physical meaning of resistance to the movement of rubbing surfaces? If we perform a thermodynamic analysis of the friction process, considering each deformable element of the friction contact as an independent transformer and energy dissipator of the external relative displacement (movement) of surfaces, then it becomes possible to see the coefficient of friction in a new physical sense. The accumulation by the friction contact of the potential energy of the deformed structure (defects of the crystal structure) is, in essence, a method of braking friction surfaces moving relative to each other. The static potential energy of the formed defects in the structure of the contact is a measure of the decrease in the kinetic energy of the relative motion of the rubbing surfaces. The practicality of the energy (thermodynamic) approach of friction is organically embedded in the general problems of energy consumption and energy savings of modern tribology.

Keywords: friction, resistance, energy, balance, conversion, coefficient of friction, friction force, energy resources, energy consumption

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-3-284-294

Адрес для переписки:

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

Для цитирования:

С.В. Федоров
Структурно-энергетический аспект коэффициента трения
Трение и износ.
2023. – Т. 44, № 3. – С. 284–294.
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-3-284-294

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
[Structural-Energy Aspect Coefficient of Friction].
Trenie i Iznos.
2023, vol. 44, no. 3, pp. 284–294 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-3-284-294

Список использованных источников

1. Крагельский И.В., Щедров В.С. Развитие науки о трении. — М.: АН СССР. — 1956
2. Федоров В.В. Термодинамические аспекты прочности и разрушения твёрдых тел. — Ташкент: ФАН. — 1979
3. Новожилов В.В. О необходимом и достаточном критерии хрупкой прочности // Прикл. математика и механика. — 1969 (33), 212—222
4. Новожилов В.В. К основам теории равновесных трещин в упругих телах // Прикл. математика и механика. — 1969 (33), 797—812
5. Федоров В.В., Панин В.Е., Ромашов Р.В., Хачатурьян С.В., Коршунов В.Я. Явление структурно-энергетической аналогии процессов механического разрушения и плавления металлов и сплавов // В кн. «Синергетика и усталостное разрушение металлов» / под ред. В.С. Ивановой. — М.: Наука. — 1989. ISBN 5-02005897-1
6. Федоров С.В. Основы трибоэргодинамики и физико-химические предпосылки теории совместности. — Калининград: КГТУ. — 2003
7. Основы расчётов на трение и износ / И.В. Крагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбаров. — М.: Машиностроение. — 1977
8. Bowden F.P. and Tabor D. The Friction and Lubrication of Solids. — Oxford: Oxford University Press. — 2001
9. Fleischer G.: 1. Die Tross'schen Erkenntnisse aus heutigen Sicht // Arnold-Tross-Kolloquium, Hamburg, am 10. Juni, 2005. — 2005, 215—242
10. Bassani R. Tribology. — Pisa: Pisa university press. — 2013. ISBN 978-88-6741-174-0

References

1. Kragelskii I.V., Schedrov V.S., Development of Science of Friction. — Moscow: USSR Academic Science. — 1956 (in Russian)
2. Fedorov V.V. Termodinamicheskie aspekty prochnosti i razrusheniya tvordyh tel. — Tashkent: FAN. — 1979 (in Russian)
3. Novozhilov V.V. O neobhodimom i dostatochnom kriterii hrupkoj prochnosti // Prikl. matematika i mekhanika. — 1969 (33), 212—222
4. Novozhilov V.V. K osnovam teorii ravnovesnyh treshchin v uprugih telah // Prikl. matematika i mekhanika. — 1969 (33), 797—812
5. Fedorov V.V., Panin V.E., Romashov R.V., Hachatur'yan S.V., Korshunov V.YA. Yavlenie strukturno-energeticheskoy analogii processov mehanicheskogo razrusheniya i plavljeniya metallov i splavov // V kn. «Sinergetika i ustalostnoe razrushenie metallov» / pod red. V.S. Ivanovoj. — M.: Nauka. — 1989 (in Russian)
6. Fedorov S.V. Osnovy triboergodinamiki i fiziko-himicheskie predposylki teorii sovmestnosti. — Kaliningrad: KGTU. — 2003 (in Russian)
7. Osnovy raschyotov na trenie i iznos / I.V. Kragel'skij, M.N. Dobychin, V.S. Kombalov. — M.: Mashinostroenie. — 1977 (in Russian)
8. Bowden F.P. and Tabor D. The Friction and Lubrication of Solids. — Oxford: Oxford University Press. — 2001
9. Fleischer G.: 1. Die Tross'schen Erkenntnisse aus heutigen Sicht // Arnold-Tross-Kolloquium, Hamburg, am 10. Juni, 2005. — 2005, 215—242
10. Bassani R. Tribology. — Pisa: Pisa university press. — 2013. ISBN 978-88-6741-174-0

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