

УДК 621.891, 531.43, 536

О структурной сверхпластичности третьего тела по модели механического (нано) кванта

Памяти профессора Василия Васильевича Федорова

С.В. Федоров

Калининградский государственный технический университет,
Советский проспект, 1, г. Калининград 236022, Россия

Поступила в редакцию 04.12.2023.

После доработки 12.04.2024.

Принята к публикации 17.04.2024.

Этапность процесса трения предусматривает формирование межповерхностной фазы трущихся поверхностей пары трения — «третьего тела». По существу, «третье тело» представляет собой шарнир внутреннего трения развитой стадии совместной пластической деформации поверхностей. Являясь следствием самоорганизации процессов приспособления поверхностей в присутствии химии окружающей среды, «третье тело» может обладать широким спектром трибологических свойств. Эти свойства, в свою очередь, есть следствие формирования широкого спектра оптимальных (совместимых) структур «третьего тела», что и определяет управляемость трением. Взаимосвязь структуры и свойств как основной принцип трибоматериаловедения провоцирует вопрос, каковы пределы этой взаимосвязи. Например, каковы минимальные свойства трения и как они отражены в существе структурного устройства и поведения контакта трения? Получено уравнение квазиидеального твёрдого «третьего тела» при трении, которое обосновывает существование элементарного структурного элемента твёрдого тела при трении (деформации) — механического (нано) кванта. Механический квант как идеальный (теоретический) кристалл атомарно-шероховатой и сферической формы является осциллятором динамических диссипативных структур трения. Потенциальная энергия, накопленная первоначально при эволюции контакта, далее в области совместимости рассеивается на эти образованные механические кванты «третьего тела» (элементарной трибосистемы) в виде поверхностной энергии, создавая предпосылки упругих их разворотов с аномально низким коэффициентом трения между ними. Работоспособность «третьего тела» пропорциональна спектру упругих разворотов структурных форм.

Ключевые слова: трение, эволюция, элементарная трибосистема, третье тело, совместимость, диссипативные структуры, механический квант, сверхпластичность.

DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-2-160-170

Адрес для переписки:

С.В. Федоров
Калининградский государственный технический университет,
Советский проспект, 1, г. Калининград 236022, Россия
e-mail: fedorov@klgtu.ru

Для цитирования:

С.В. Федоров.
О структурной сверхпластичности третьего тела по модели
механического (нано) кванта.
Трение и износ.
2024. — Т. 45, № 2. — С. 160–170.
DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-2-160-170

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.
[On the Structural Superplasticity of the Third Body According to the
Model of a Mechanical (Nano) Quantum].
Trenie i Iznos.
2024, vol. 45, no. 2, pp. 160–170 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-2-160-170

On the Structural Superplasticity of the Third Body According to the Model of a Mechanical (Nano) Quantum

In memory of Professor Vasily Vasilyevich Fedorov

S.V. Fedorov

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

Received 04.12.2023.

Revised 12.04.2024.

Accepted 17.04.2024.

Abstract

The phasing of the friction process provides for the formation of the intersurface phase of the rubbing surfaces of the friction pair — the “third body”. In essence, the “third body” is a hinge of internal friction of a developed stage of joint plastic deformation of surfaces. Being a consequence of the self-organization of surface adaptation processes in the presence of environmental chemistry, the “third body” can have a wide range of tribological properties. These properties, in turn, are a consequence of the formation of a wide range of optimal (compatible) structures of the “third body”, which determines the controllability of friction. The relationship of structure and properties as the basic principle of tribomaterial science provokes the question of what are the limits of this relationship. For example, what are the minimum properties of friction and how are they reflected in the essence of the structural structure and behavior of the friction contact? The equation of a quasi-ideal solid “third body” under friction is obtained, which proves the existence of an elementary structural element of a solid body under friction (deformation) – a mechanical (nano) quantum. A mechanical quantum, as an ideal (theoretical) crystal of atomically rough and spherical shape, is an oscillator of dynamic dissipative friction structures. The potential energy accumulated initially during the evolution of contact is further dissipated in the area of compatibility into these formed mechanical quanta of the “third body” (elementary tribosystem) in the form of surface energy, creating prerequisites for their elastic reversals with an abnormally low coefficient of friction between them. The efficiency of the “third body” is proportional to the spectrum of elastic reversals of structural shapes.

Keywords: friction, evolution, elementary tribosystem, third body, compatibility, dissipative structures, mechanical quantum, superplasticity.

DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-2-160-170

Адрес для переписки:

С.В. Федоров
Калининградский государственный технический университет,
Советский проспект, 1, г. Калининград 236022, Россия
e-mail: fedorov@klgtu.ru

Для цитирования:

С.В. Федоров.
О структурной сверхпластичности третьего тела по модели
механического (нано) кванта.
Трение и износ.
2024. – Т. 45, № 2. – С. 160–170.
DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-2-160-170

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.
[On the Structural Superplasticity of the Third Body According to the
Model of a Mechanical (Nano) Quantum].
Trenie i Iznos.
2024, vol. 45, no. 2, pp. 160–170 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-2-160-170

Список использованных источников

1. Крагельский И.В. О трении несмазанных поверхностей // В кн.: Всесоюзная конференция по трению и износу в машинах. Т. 1. — М.: Изд-во АН СССР. — 1939
2. Поверхностная прочность материалов при трении / под ред. Б.И. Костецкого. — Киев: Техніка. — 1976
3. Fedorov S. Selforganized Nano-Quantum Solid Lubricant // Tribology + Schmierungstechnik. — 2016 (63), nu. 3, 5—13
4. Федоров С.В. Основы трибоэргодинамики и физико-химические предпосылки теории совместимости. — Калининград: КГТУ. — 2003
5. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение. — 1990
6. Грабский М.В. Структурная сверхпластичность металлов. — М.: Metallurgiya. — 1975
7. Бриджмен П.У. Исследования больших пластических деформаций и разрыва. — М.: Иностранная литература. — 1955
8. Ludwik P. Elemente der technologischen Mechanik. — Leipzig. — 1909
9. Hollomon J.H. and Zener C.J. Problems in non-elastic deformation of metals // Appl. Phys. — 1946, no. 17, 69
10. Федоров В.В. Эргодинамическая концепция разрушения // Проблемы прочности. — 1991, № 8, 48—58; № 10, 31—35
11. Владимиров В.Н., Романов А.Е. Дисклинации в кристаллах. — Л.: Наука. — 1986
12. Панин В.Е. Физическая мезомеханика поверхностных слоев твердых тел // Физическая мезомеханика. — 1999 (2), № 6, 5—23

References

1. Kragel'skij I.V. O trenii nesmazannykh poverhnostej // V kn.: Vsesoyuznaya konferenciya po treniyu i iznosu v mashinah. T. 1. — M.: Izd-vo AN SSSR. — 1939 (in Russian)
2. Poverhnostnaya prochnost' materialov pri trenii / pod red. B.I. Kosteckogo. — Kiev: Tekhnika. — 1976 (in Russian)
3. Fedorov S. Selforganized nano-quantum solid lubricant // Tribology + Schmierungstechnik. — 2016 (63), nu. 3, 5—13
4. Fedorov S.V. Osnovy triboergodinamiki i fiziko-himicheskie predposylki teorii sovместimosti. — Kaliningrad: KGTU. — 2003 (in Russian)
5. Lahtin Yu.M., Leont'eva V.P. Materialovedenie: Uchebnik dlya vysshikh tekhnicheskikh uchebnykh zavedenij. — 3-e izd., pererab. i dop. — M.: Mashinostroenie. — 1990 (in Russian)
6. Grab'skij M.V. Strukturnaya sverhplasticnost' metallov. — M.: Metallurgiya. — 1975 (in Russian)
7. Bridzhmen P.U. Issledovaniya bol'shih plasticheskikh deformacij i razryva. — Moskva: Inostr. Literatur. — 1955 (in Russian)
8. Ludwik P. Elemente der technologischen Mechanik. — Leipzig. — 1909
9. Hollomon J.H. and Zener C.J. Problems in non-elastic deformation of metals // Appl. Phys. — 1946, no. 17, 69
10. Fedorov V.V. Ergodynamic Concept Of Failure // Strength of Materials. — 1991 (23), no. 8, 883—896
11. Vladimirov V.N., Romanov A.E. Disklinacii v kristallah. — L.: Nauka. — 1986 (in Russian)
12. Panin V.E. Fizicheskaya mezomekhanika poverhnostnykh sloev tverdykh tel // Fizicheskaya mezomekhanika. — 1999 (2), № 6, 5—23 (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