

УДК 621.891

Исследование электрического сопротивления фрикционного контакта технических поверхностей численными экспериментами

А.А. Рачишкин¹, О.В. Сутягин², В.В. Измайлов¹

¹Тверской государственный технический университет,
наб. Аф. Никитина, 22, г. Тверь 170026, Россия.

²Научно инновационный центр эксплуатационной надёжности механических систем,
ул. Индустриальная, 15, корп. 1, г. Тверь 170100, Россия

Поступила в редакцию 16.10.2020.

После доработки 12.03.2021.

Принята к публикации 12.03.2021.

На основе предложенной математической модели электрического сопротивления единичной неровности шероховатой поверхности разработано программное средство. Оно позволяет прогнозировать электрическое сопротивление фрикционного контакта технических поверхностей, в том числе и имеющих различные функциональные покрытия методом компьютерного дискретно-событийного моделирования. Компьютерное моделирование фрикционного контакта технических поверхностей даёт возможность системно подойти к рассмотрению его морфологии. Так же этот подход учитывает особенности физико-механических процессов, происходящих на каждом пятне фактического контакта. В качестве входных данных модели, при расчётах, используются номинальные геометрические размеры контакта, прикладываемые нормальные нагрузки, стандартные характеристики микрогеометрии технических поверхностей, наличие и толщина функциональных покрытий и плохо проводящих плёнок, физико-механические свойства контактирующих тел, функциональных покрытий и плёнок. Варьирование входных данных позволяет на стадии проектирования проводить численные эксперименты и принимать научно обоснованные конструкторские и технологические решения, повышающие эксплуатационные характеристики подвижных электрических контактов. Проведено тестирование предложенных алгоритмов сопоставлением результатов численных экспериментов с известными экспериментальными данными. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании подвижных электрических контактов коммутационных устройств современных систем энергетики, автоматики и телемеханики.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, электросопротивление контакта, численный эксперимент, технические поверхности, функциональные покрытия.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-303-310

Адрес для переписки:

А.А. Рачишкин
Тверской государственный технический университет,
наб. Аф. Никитина, 22, г. Тверь 170026, Россия
e-mail: RachishkinAndr@yandex.ru

Для цитирования:

А.А. Рачишкин, О.В. Сутягин, В.В. Измайлов.
Исследование электрического сопротивления контакта
технических поверхностей численными экспериментами.
Трение и износ.
2021. — Т. 42, № 3. — С. 303—310.
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-303-310

Address for correspondence:

A.A. Rachishkin
Tver State Technical University,
emb. Af. Nikitina, 22, Tver 170026, Russia
e-mail: RachishkinAndr@yandex.ru

For citation:

A.A. Rachishkin, O.V. Sutyagin, and V.V. Izmailov.
[Study of the Electric Resistance of Frictional Contact of Technical
Surfaces by Computer-Aided Simulation].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 3, pp. 303—310 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-303-310

Study of the Electric Resistance of Contact of Frictional Technical Surfaces by Computer-Aided Simulation

A.A. Rachishkin¹, O.V. Sutyagin², and V.V. Izmailov¹

¹Tver State Technical University,
emb. Af. Nikitina, 22, Tver, 170026 Russia

²Science and Innovation Center of Operational Reliability of Mechanical Systems,
st. Industrialnaya, 15, bldg. 1 Tver, 170100 Russia

Received 16.10.2020.

Revised 12.03.2021.

Accepted 12.03.2021.

Abstract

Software complex was developed on the basis of the proposed mathematical model of the electrical resistance of a single roughness of a rough surface. It is capable of predicting the electrical resistance of the frictional contact of technical surfaces, including those with different functional coatings by the method of discrete-event modeling. Modeling of the frictional contact of technical surfaces allows systematic approach to its morphology research. Mentioned approach also considers the features of the physical and mechanical processes occurring at every spot of actual contact. The model uses as input data the following: nominal geometric dimensions of the contact, applied normal loads, standard characteristics of the micro-geometry of technical surfaces, presence and thickness of functional coatings and oxide films, physical and mechanical properties of contacting bodies, functional coatings and films are used as input data for the model. Varying the input data allows numerical experiments at the design stage and make science-based and technological solutions that increase the operational characteristics of moving electrical contacts. The proposed algorithms are tested by comparing the results of numerical experiments with published confirmed experimental data. Results can be used to design electrical contacts for energy systems, automation and telemechanics.

Keywords: computer simulation, resistance of contact, computer-aided simulation, technical surfaces, functional coatings.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-303-310

Адрес для переписки:

А.А. Рачишкин
Тверской государственный технический университет,
наб. Аф. Никитина, 22, г. Тверь 170026, Россия
e-mail: RachishkinAndr@yandex.ru

Для цитирования:

А.А. Рачишкин, О.В. Сутягин, В.В. Измаилов.
Исследование электрического сопротивления фрикционного
контакта технических поверхностей численными экспериментами.
Трение и износ.
2021. – Т. 42, № 3. – С. 303–310.
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-303-310

Address for correspondence:

A.A. Rachishkin
Tver State Technical University,
emb. Af. Nikitina, 22, Tver 170026, Russia
e-mail: RachishkinAndr@yandex.ru

For citation:

A.A. Rachishkin, O.V. Sutyagin, and V.V. Izmailov.
[Study of the Electric Resistance of Frictional Contact of Technical
Surfaces by Computer-Aided Simulation].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 3, pp. 303–310 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-303-310

Список использованных источников

1. Хольм Р. Электрические контакты. — М.: Иностранная литература. — 1961
2. **Electrical Contacts: Principles and Applications** / ed. P.G. Slade. — New York: Marcel Dekker. — 1999
3. **Мышкин Н.К., Кончиц В.В., Браунович М.** Электрические контакты. — Долгопрудный: Интеллект. — 2008
4. **Горячева И.Г.** Механика фрикционного взаимодействия. — М.: Наука. — 2001
5. **Дёмкин Н.Б.** Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей. — М.: Наука. — 1970
6. **Измайлов В.В., Новосёлова М.В.** Контакт твёрдых тел и его проводимость: монография. — Тверь: ТГТУ. — 2010
7. **Кончиц В.В., Мешков В.В., Мышкин Н.К.** Триботехника электрических контактов. — Минск: Наука и техника. — 1986
8. **Zhai C., Hanaor D., Proust G., and Gan Y.** Stress-Depended Electrical Contact Resistance at Fractal Rough Surfaces // Journal of Engineering Mechanics. — 2015 (143), no. 3, B4015001-1—B4015001-8
9. **Сутягин О.В., Болотов А.Н., Рачишкин А.А.** Компьютерное моделирование микротопографии шероховатых поверхностей // Трение и износ. — 2015 (36), № 5, 536—545
10. **Сутягин О.В., Болотов А.Н., Рачишкин А.А.** Компьютерное моделирование контактного взаимодействия шероховатых поверхностей // Трение и износ. — 2016 (37), № 3, 262—268
11. **Коротков М.А., Сутягин О.В., Деменков Э.А.** К вопросу о влиянии покрытия на электрическое и термическое сопротивление плоского единичного контакта для двухслойного полупространства // Инженерно-физический журнал. — 1994 (67), № 1—2, 154—161

References

1. **Holm R.** Electric Contacts: Theory and Application. — New York: Springer-Verlag. — 1967
2. **Electrical Contacts: Principles and Applications** / ed. P.G. Slade. — New York: Marcel Dekker. — 1999
3. **Myshkin N.K., Konchits V.V., Braunovich M.** Elektricheskiye kontakty (Electrical Contacts). — Dolgoprudny: Intellect. — 2008 (in Russian)
4. **Goryacheva I.G.** Mekhanika friktsionnogo vzaimodeistviya (Mechanics of Friction Interaction). — Moscow: Nauka. — 2001. (in Russian)
5. **Demkin N.B.** Kontaktirovanie sherokhovatykh poverkhnostei (Contact of Rough Surfaces). — Moscow: Nauka. — 1970. (in Russian)
6. **Izmaylov V.V., Novosolova M.V.** Kontakt tvordykh tel i yego provodimost (Contact of Solids and its Conductivity): monograph. — Tver: TGTU. — 2010 (in Russian)
7. **Konchits V.V., Meshkov V.V., Myshkin N.K.** Tribotekhnika elektricheskikh kontaktov (Tribotechnics of Electrical Contacts) — Minsk: Nauka i tekhnika. — 1986. (in Russian)
8. **Zhai C., Hanaor D., Proust G., and Gan Y.** Stress-Depended Electrical Contact Resistance at Fractal Rough Surfaces // Journal of Engineering Mechanics. — 2015 (143), no. 3, B4015001-1—B4015001-8
9. **Sutyagin O.V., Bolotov A.N., and Rachishkin A.A.** Computer Simulation of Rough-Surface Microtopography // J. Friction Wear. — 2015 (36), no. 5, 409—416
10. **Sutyagin O.V., Bolotov A.N., and Rachishkin A.A.** Computer Simulation of Contact Interaction of Rough Surfaces // Journal of Friction and Wear. — 2016 (37), no. 3, 198—203
11. **Korotkov, M.A., Sutyagin, O.V., and Demenkov E.A.** Effect of a Coating on the Electrical and Thermal Resistance of a Plane Single Contact for a Two-Layer Half-Space // J. Eng. Phys. Thermo-phys. — 1994 (67), nos. 1—2, 823—830

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/>