

УДК 621.869

Определение коэффициента трения при статико-динамическом взаимодействии контактирующих тел

В.А. Глушченков, В.Б. Балякин, К.К. Пилла, И.А. Беляева, Р.Ю. Юсупов, А.В. Казаков

Самарский национальный исследовательский университет им. акад. С.П. Королёва,
Московское шоссе, 34, г. Самара 443086, Россия

Поступила в редакцию 03.01.2022.

После доработки 20.06.2022.

Принята к публикации 21.06.2022.

В статье обоснована необходимость определения коэффициента трения при моделировании гибридных процессов деформирования. Описана методика определения коэффициента трения при статико-динамическом взаимодействии контактирующих тел. При этом использована модернизированный испытательный стенд на базе трибометра TRB. Модернизация состояла в дополнительном использовании индуктора с генератором импульсных магнитных полей для динамического нагружения индентора, что позволило определять коэффициент трения при импульсном статико-динамическом воздействии. Характер динамического силового воздействия определяется параметрами активного и индуктивного сопротивления разрядной цепи: установка — индуктор — нагружаемый образец. Для оценки динамического нагружения использовался метод отпечатка, дающий интегрированную оценку импульсного воздействия на испытываемый образец. Испытаны две пары взаимодействующих тел: алюминий — сталь (Д16 — ШХ15) и сталь — сталь (ШХ15 — ШХ15). Коэффициенты трения определены при различном соотношении статической и динамической нагрузок. Значения коэффициентов трения при статико-динамическом нагружении меньше чем при статическом нагружении на 25—35 %. Полученные значения коэффициентов трения используются для выбора вида и величины нагружения, при гибридной и комбинированной технологии пластического деформирования.

Ключевые слова: коэффициент трения, статико-динамическое взаимодействие, импульсное магнитное поле, трибометр, генератор импульсных магнитных полей.

DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-3-292-300

Адрес для переписки:

В.Б. Балякин
Самарский национальный исследовательский университет
им. акад. С.П. Королёва,
Московское шоссе, 34, г. Самара 443086, Россия
e-mail: 029-029@mail.ru

Address for correspondence:

V.B. Balyakin
Samara National Research University,
Moskovskoye Shosse, 34, Samara 443086, Russia
e-mail: 029-029@mail.ru

Для цитирования:

В.А. Глушченков, В.Б. Балякин, К.К. Пилла, И.А. Беляева,
Р.Ю. Юсупов, А.В. Казаков.
Определение коэффициента трения при статико-динамическом
взаимодействии контактирующих тел.
Трение и износ.
2022. — Т. 43, № 3. — С. 292—300.
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-3-292-300

For citation:

V.A. Glushchenkov, V.B. Balyakin, C.K. Pilla, I.A. Belyaeva,
R.Yu. Yusupov, and A.V. Kazakov.
[Determination of the Friction Coefficient in Contacts During Static-
Dynamic Interaction of the Contacting Bodies].
Trenie i Iznos.
2022, vol. 43, no. 3, pp. 292—300 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-3-292-300

Determination of the Friction Coefficient in Contacts During Static-Dynamic Interaction of the Contacting Bodies

V.A. Glushchenkov, V.B. Balyakin, C.K. Pilla, I.A. Belyaeva, R.Yu. Yusupov, and
A.V. Kazakov

Samara National Research University,
Moskovskoye Shosse, 34, Samara 443086, Russia

Received 03.01.2022.

Revised 20.06.2022.

Accepted 21.06.2022.

Abstract

The article substantiates the need to determine the coefficient of friction when modeling hybrid deformation processes. The method for determining the coefficient of friction in the static-dynamic interaction of contacting bodies is described. At the same time, a modernized test bench based on the TRB tribometer was used. The modernization consisted in the additional use of an inductor with a generator of pulsed magnetic fields for dynamic loading of the indenter which made it possible to determine the friction coefficient under a pulsating static-dynamic load. The nature of the acting dynamic force is determined by the parameters of the active and inductive resistance of the discharge circuit: installation — inductor — loaded sample. To assess the dynamic loading, the indentation method was used, which gives an integrated assessment of the impulse effect on the test sample. Two pairs of interacting bodies were tested: aluminum — steel (D16 — ShKh15) and steel — steel (ShKh15 — ShKh15). Friction coefficients are determined at different ratio of static and dynamic loads. The values of friction coefficients under static-dynamic loading are less than those under static loading by 25—35 %. The obtained values of the friction coefficients are used to select the type and magnitude of loading in hybrid and combined plastic deformation technologies.

Keywords: coefficient of friction, static-dynamic interaction, pulsed magnetic field, tribometer, generator of pulsed magnetic fields.

DOI:10.32864/0202-4977-2022-43-3-292-300

Адрес для переписки:

В.Б. Балякин
Самарский национальный исследовательский университет
им. акад. С.П. Королёва,
Московское шоссе, 34, г. Самара 443086, Россия
e-mail: 029-029@mail.ru

Address for correspondence:

V.B. Balyakin
Samara National Research University,
Moskovskoye Shosse, 34, Samara 443086, Russia
e-mail: 029-029@mail.ru

Для цитирования:

В.А. Глушченков, В.Б. Балякин, К.К. Пилла, И.А. Беляева,
Р.Ю. Юсупов, А.В. Казаков.
Определение коэффициента трения при статико-динамическом
взаимодействии контактирующих тел.
Трение и износ.
2022. — Т. 43, № 3. — С. 292—300.
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-3-292-300

For citation:

V.A. Glushchenkov, V.B. Balyakin, C.K. Pilla, I.A. Belyaeva,
R.Yu. Yusupov, and A.V. Kazakov.
[Determination of the Friction Coefficient in Contacts During Static-
Dynamic Interaction of the Contacting Bodies].
Trenie i Iznos.
2022, vol. 43, no. 3, pp. 292—300 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-3-292-300

Список использованных источников

1. **Исаченко Е.И.** Контактное трение и смазки при обработке металлов давлением. — М.: Машиностроение. — 1978
2. **Леванов А.Н.** Контактное трение в процессах обработки металлов давлением. — М.: Металлургия. — 1976
3. **Груден А.П., Зильберг Ю.В., Тилик В.Т.** Трение и смазка при обработке металлов давлением. — М.: Металлургия. — 1982
4. **Мышкин Н.К., Горячева И.Г., Григорьев А.Я., Ковалева И.Н., Маховская Ю.Ю.** Контактное взаимодействие в прецизионных трибосистемах // Трение и износ. — 2020 (41), № 3, 263—271
5. **Horng J.H., Tsukanov I.Y., Torskaya E.V., Lapitskaya V.A., Kuznetsova T.A., Kao W.H.** Определение механических и фрикционных свойств углеродных композитов на разных масштабных уровнях // Трение и износ. — 2020 (41), № 2, 139—144
6. **Руканскис М., Падгурскас Ю., Сабалиус А., Михайлов В., Н. Казак, Жунда А.** Трение и износ электросплавных покрытий из молибдена, бронзы и комбинированного (Ti + Al + C) состава по стали 45 в среде смазки // Трение и износ. — 2021 (42), № 1, 89—97
7. **Шелестова В.А., Гракович П.Н., Шилько И.С., Брундуков А.С., Стратанович В.А., Гутцев Д.М., Иванов Л.Ф.** Триботехнические свойства композитов на основе разных марок фторопласта-4 и углеродных волокон // Трение и износ. — 2021 (42), № 2, 121—127
8. **Михеев В.А., Сурудин С.В.** Основы расчета процесса формообразования обтяжкой тонких оболочек двойной кривизны // Известия Самарского научного центра РАН. — 2017 (19), № 1(3), 555—562
9. **Глушченков В.А., Беляева И.А.** Гибридные и комбинированные технологии статического и магнитно-импульсного нагружения в листоштамповочном производстве // Вестник машиностроения. — 2019, № 12, 50—53
10. **Mikheev V.A., Smolnikov S.D., Surudin S.V., and Savin D.V.** Statistical Analysis of Stretch Shaping Process of Biconvex Skin // Russian Aeronautics. — 2016 (59), no. 1, 145—150
11. **Глушченков В.А.** Технологические схемы гибридных и комбинированных технологий листовой штамповки, сочетающих статическое и динамическое нагружения // Кузнечно-штамповочное производство. — 2014, № 8, 20—25
12. **Балякин В.Б., Хатипов С.А., Пилла К. К.** Экспериментальные исследования триботехнических характеристик радиационно-модифицированного материала фторопласт-4 с целью использования в опорах роторов // Трение и износ. — 2015 (36), № 4, 448—452
13. **Murzin S.P., Balyakin V.B., Melnikov A.A., Vasiliev N.N., and Lichtner P.I.** Determining Ways of Improving the Tribological Properties of the Silicon Carbide Ceramic Using a Pulse-Periodic Laser Treatment // Computer Optics. — 2015 (39), no. 1, 64—69
14. **Юсупов Р.Ю., Глушченков В.А.** Энергетические установки для магнитно-импульсной обработки материалов (монография). — Самара: СГАУ. — 2013

References

1. **Isachenko E.I.** Contact friction and lubrication in metal forming. — Moscow: Mechanical engineering. — 1978 (in Russian)
2. **Levanov A.N.** Contact friction in metal forming processes. — Moscow: Metallurgy. — 1976 (in Russian)
3. **Gruden A.P., Zilberg Yu.V., Tilik V.T.,** Friction and lubrication in metal forming. — Moscow: Metallurgy. — 1982 (in Russian)
4. **Myshkin N.K., Goryacheva I.G., Grigoriev A.Y., Kavaliyova I.N., and Makhovskaya Y.Y.** Contact Interaction in Precision Tribosystems // Journal of Friction and Wear. — 2020 (41), no. 3, 191—197
5. **Horng J.H., Tsukanov I.Y., Torskaya E.V., Lapitskaya V.A., Kuznetsova T.A., and Kao W.H.** Determination of Mechanical and Friction Properties of Carbon Composites at Different Scale Levels // Journal of Friction and Wear. — 2020 (41), no. 2, 102—106
6. **Mindaugas Rukanskis, Padgurskas J., Sabalius A., Michailov V., Kazak N., and Zunda A.** Friction and Wear of Electrospray Coatings Made of Molybdenum, Bronze, and Combined (Ti + Al + C) Composition on Steel 45 in a Lubricant Medium // Journal of Friction and Wear. — 2021 (42), no. 1, 56—62
7. **Shelestova V.A., Grakovich P.N., Shilko I.S., Brundukov A.S., Stratanovich V.A., Gutsev D.M., and Ivanov L.F.** The Tribotechnical Properties of Composites Based on Different Grades of Fluoroplastic-4 and Carbon Fibers // Journal of Friction and Wear. — 2021 (42), no. 2, 75—79
8. **Mikheev V.A., Surudin S.V.** Fundamentals of calculating the process of shaping thin shells of double curvature // Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. — 2017 (19), № 1(3), 555—562 (in Russian)
9. **Glushchenkov V.A., Belyaeva I.A.** Hybrid and combined technologies of static and magnetic-pulse loading in sheet stamping production // Bulletin of mechanical engineering. — 2019, № 12, 50—53 (in Russian)
10. **Mikheev V.A., Smolnikov S.D., Surudin S.V., and Savin D.V.** Statistical Analysis of Stretch Shaping Process of Biconvex Skin // Russian Aeronautics. — 2016 (59), no. 1, 145—150

11. **Glushchenkov V.A.** Technological schemes of hybrid and combined technologies of sheet stamping, combining static and dynamic loading // Forging and stamping production. — 2014, № 8, 20—25 (in Russian)
12. **Balyakin V.B., Khatipov S.A., and Pilla C.K.** Experimental Studies of Tribotechnical Characteristics of Radiation-Modified Polytetrafluoroethylene to Use in Rotor Supports // Journal of Friction and Wear. — 2015 (36), no. 4, 346—349
13. **Murzin S.P. Balyakin V.B., Melnikov A.A., Vasiliev N.N., and Lichtner P.I.** Determining Ways of Improving the Tribological Properties of the Silicon Carbide Ceramic Using a Pulse-Periodic Laser Treatment // Computer Optics. — 2015 (39), no. 1, 64—69
14. **Yusupov R.Yu., Glushchenkov V.A.** Power plants for magnetic-pulse processing of materials (monograph). — Samara: SSAU. — 2013 (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