

УДК 621.891

Влияние термоупругой неустойчивости на износ композитных тормозных дисков

А.Г. Шпенёв

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН
пр-т Вернадского, д. 101, корп. 1, г. Москва 119526, Россия.

Поступила в редакцию 05.06.2020.

После доработки 09.11.2020.

Принята к публикации 10.11.2020.

В работе рассматривается процесс возникновения термоупругой неустойчивости при нестационарном трении анизотропных дисковых образцов. Данный процесс имеет место при работе высоко-нагруженных тормозных систем (в авиации и железнодорожном транспорте), специализированных сцеплений автотранспорта и в других механизмах. Неустойчивость приводит к перегреву поверхностей трения, повышенному износу и нестабильности фрикционного момента. Методом конечных разностей проведено моделирование взаимного влияния изнашивания, фрикционного разогрева и упругих деформаций поверхности трения. Изучен процесс трения и изнашивания дисков с учётом истории серии торможений. Рассмотрена кольцевая форма распределения поверхностных давлений и температур и определено влияние возникающей неустойчивости на износ поверхности дисков.

Ключевые слова: термоупругая неустойчивость, трение, износ, композиты, трибология, углеродные композиты, изнашивание композитов, тормозные диски.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-1-52-62

Адрес для переписки:

А.Г. Шпенёв
Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН
пр-т Вернадского, д. 101, корп. 1, г. Москва 119526, Россия
e-mail: kel-a-kris@list.ru

Address for correspondence:

A.G. Shpenev
Ishlinsky Institute for Problems in Mechanics RAS
Prospekt Vernadskogo 101-1, Moscow, 119526, Russia
e-mail: kel-a-kris@list.ru

Для цитирования:

А.Г. Шпенёв.
Влияние термоупругой неустойчивости на износ композитных тормозных дисков.
Трение и износ.
2021. — Т. 42, № 1. — С. 52—62.
DOI: 10.32864/0202-4977-2020-42-1-52-62

For citation:

A.G. Shpenev.
[Influence of Thermoelastic Instability on the Wear of Composite Brake Discs].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 1, pp. 52–62 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2020-42-1-52-62

Influence of Thermoelastic Instability on the Wear of Composite Brake Discs

A.G. Shpenev

Ishlinsky Institute for Problems in Mechanics RAS,
Prospekt Vernadskogo 101-1, Moscow, 119526, Russia

Received 05.06.2020.

Revised 09.11.2020.

Accepted 10.11.2020.

Abstract

The paper considers the process of thermoelastic instability origin and evolution during unsteady friction of anisotropic disk samples. This process takes place during the operation of highly loaded braking systems (in aviation and railway transport), specialized clutches for vehicles and in other mechanisms. Instability leads to overheating of friction surfaces, increased wear and instability of the friction torque. Mutual influence of wear, friction heating and elastic deformations of the friction surface is modeled by finite difference method. The process of friction and wear of discs is studied taking into account the history of a series of braking. The annular shape of surface pressures and temperatures distribution is considered and the influence of the emerging instability on the disk surface wear is determined.

Keywords: thermoelastic instability, TEI, friction, wear, composites, tribology, C/C composites, composite wear, break discs.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-1-52-62

Адрес для переписки:

А.Г. Шпенёв
Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН
пр-т Вернадского, д. 101, корп. 1, г. Москва 119526, Россия
e-mail: kel-a-kris@list.ru

Для цитирования:

А.Г. Шпенёв.
Влияние термоупругой неустойчивости на износ композитных тормозных дисков.
Трение и износ.
2021. — Т. 42, № 1. — С. 52—62.
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-1-19-31

Address for correspondence:

A.G. Shpenev
Ishlinsky Institute for Problems in Mechanics RAS
Prospekt Vernadskogo 101-1, Moscow, 119526, Russia
e-mail: kel-a-kris@list.ru

For citation:

A.G. Shpenev.
[Influence of Thermoelastic Instability on the Wear of Composite Brake Discs].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 1, pp. 52–62 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-1-52-62

Список использованных источников

1. Barber J.R. Thermoelastic Instabilities in the Sliding of Conforming Solids // Proc. R. Soc. London A312. — 1969, 381—394
2. Burton R.A., Nerlikar V., and Kilaparti S.R. Thermoelastic Instability in a Seal-Like Configuration // Wear. — 1973 (24), 177—188
3. Barber J.R. and Comninou M. Thermoelastic contact problems // In: Thermal stresses. — 1989:3
4. Adams G.G. Self-Excited Oscillations of Two Elastic Half-Spaces Sliding with a Constant Coefficient of Friction // ASME J. Appl. Mech. — 1995 (62), 867—872
5. Lee K. and Barber J.R. Frictionally Excited Thermoelastic Instability in Automotive Disk Brakes // ASME J. Tribol. — 1993a (115), 607—614
6. Awrejcewicz J. and Pyryev Y. Thermoelastic Contact of a Rotating Shaft with a Rigid Bush in Conditions of Bush Wear and Stick-Slip Movements // Int. J. Engrg. Sci. — 2002 (40), 1113—1130
7. Graf M. and Ostermeyer G.-P. Efficient Computation of Thermoelastic Instabilities in the Presence of Wear // Wear. — 2014 (312), 11—20
8. Graf M. and Ostermeyer G. Hot Bands and Hot Spots: Some Direct Solutions of Continuous Thermoelastic Systems with Friction // Phys Mezomech. — 2012 (15), 306—315. <https://doi.org/10.1134/S1029959912030113>.
9. Ostermeyer G.-P. and Graf M. Influence of Wear on Thermoelastic Instabilities in Automotive Brakes // Wear. — 2013 (308), 113—120. 10.1016/j.wear.2013.09.009.
10. Shpenev A.G., Kenigfest A.M., and Golubkov A.K. Theoretical and Experimental Study of Carbon Brake Discs Frictionally Induced Thermoelastic Instability // Springer Proceedings Phys. — 2016 (175), 551—559. 10.1007/978-3-319-26324-3_39.

Образец цитирования: Шпенёв А.Г. Влияние термоупругой неустойчивости на износ композитных тормозных дисков // Трение и износ. 2021. Т. 42. №1. С. 52—62.

References

1. Barber J.R. Thermoelastic Instabilities in the Sliding of Conforming Solids // Proc. R. Soc. London A312. — 1969, 381—394
2. Burton R.A., Nerlikar V., and Kilaparti S.R. Thermoelastic Instability in a Seal-Like Configuration // Wear. — 1973 (24), 177—188
3. Barber J.R. and Comninou M. Thermoelastic contact problems // In: Thermal stresses. — 1989:3
4. Adams G.G. Self-Excited Oscillations of Two Elastic Half-Spaces Sliding with a Constant Coefficient of Friction // ASME J. Appl. Mech. — 1995 (62), 867—872
5. Lee K. and Barber J.R. Frictionally Excited Thermoelastic Instability in Automotive Disk Brakes // ASME J. Tribol. — 1993a (115), 607—614
6. Awrejcewicz J. and Pyryev Y. Thermoelastic Contact of a Rotating Shaft with a Rigid Bush in Conditions of Bush Wear and Stick-Slip Movements // Int. J. Engrg. Sci. — 2002 (40), 1113—1130
7. Graf M. and Ostermeyer G.-P. Efficient Computation of Thermoelastic Instabilities in the Presence of Wear // Wear. — 2014 (312), 11—20
8. Graf M. and Ostermeyer G. Hot Bands and Hot Spots: Some Direct Solutions of Continuous Thermoelastic Systems with Friction // Phys Mezomech. — 2012 (15), 306—315. <https://doi.org/10.1134/S1029959912030113>.
9. Ostermeyer G.-P. and Graf M. Influence of Wear on Thermoelastic Instabilities in Automotive Brakes // Wear. — 2013 (308), 113—120. 10.1016/j.wear.2013.09.009.
10. Shpenev A.G., Kenigfest A.M., and Golubkov A.K. Theoretical and Experimental Study of Carbon Brake Discs Frictionally Induced Thermoelastic Instability // Springer Proceedings Phys. — 2016 (175), 551—559. 10.1007/978-3-319-26324-3_39.

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