

УДК 629.4-592

Дисковый тормоз с двумя термоизолированными узлами трения, имеющими различные фрикционные свойства

Ю.И. Осенин¹, Д.С. Кривошея¹, Ю.В. Кривошея¹, А.В. Чесноков²

¹Бердянский университет менеджмента и бизнеса,
ул. Свободы, 117а, г. Бердянск 71118, Украина

²Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области
«Технологический университет» имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова»,
ул. Гагарина, 42, г. Королев 141070, Московская область, Россия

Поступила в редакцию 04.10.2021.

После доработки 11.04.2022.

Принята к публикации 15.04.2022.

Изложены принципы создания дискового тормоза, реализация которых способствует достижению стабильно высокого коэффициента трения в широком диапазоне рабочих температур, генерируемых при торможении. Подбор фрикционных материалов для термоизолированных узлов трения осуществляется по принципу взаимного компенсирования отрицательных свойств одного узла трения за счёт положительных свойств другого узла трения. Например, у дискового тормоза «чугун — сталь 35ГС» при нагреве до 300 °С коэффициент трения меняется от 0,38 до 0,17, а у дискового тормоза «углерод — сталь 35ГС» наблюдается обратный эффект изменения коэффициента от 0,17 до 0,58. В результате комбинации приведенных трибологических систем достигается приемлемо высокий коэффициент трения во всем температурном режиме торможения. Дисковый тормоз с двумя теплоизолированными узлами трения позволит повысить эффективность торможения подвижного состава. Прогнозируется снижение стоимости нового дискового тормоза (по сравнению с дисковым тормозом на основе композиционного углерод-углеродного фрикционного материала), примерно, на 30 %.

Ключевые слова: дисковый тормоз, термоизолирование, тормозной диск, тормозная накладка, узел трения, коэффициент трения, сила трения, температура трения, торможение.

DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-2-184-191

Адрес для переписки:

А.В. Чесноков

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области «Технологический университет» имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова», ул. Гагарина, 42, г. Королев 141070, Московская область, Россия
e-mail: ec_ut@bk.ru

Для цитирования:

Ю.И. Осенин, Д.С. Кривошея, Ю.В. Кривошея, А.В. Чесноков.
Дисковый тормоз с двумя термоизолированными узлами трения, имеющими различные фрикционные свойства.

Трение и износ.

2022. — Т. 43, № 2. — С. 184—191.

DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-2-184-191

Address for correspondence:

A.V. Chesnokov

State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Moscow region “Technological University named after twice Hero of the Soviet Union, pilot-cosmonaut A.A. Leonov”, st. Gagarina, 42, Korolev 141070, Moscow Region, Russia
e-mail: ec_ut@bk.ru

For citation:

Yu.I. Osenin, D.S. Krivosheya, Yu.V. Krivosheya, and A.V. Chesnokov.
[Disc Brake with Two Thermally Insulated Friction Units with Different Frictional Properties].

Trenie i Iznos.

2022, vol. 43, no. 2, pp. 184—191 (in Russian).

DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-2-184-191

Disc Brake with Two Thermally Insulated Friction Units with Different Frictional Properties

Yu.I. Osenin¹, D.S. Krivosheya¹, Yu.V. Krivosheya¹, and A.V. Chesnokov²

¹*Berdyansk University of Management and Business,
st. Svobody, 117a, Berdyansk 71118, Ukraine*

²*State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Moscow region “Technological University named after twice Hero of the Soviet Union, pilot-cosmonaut A.A. Leonov”,
st. Gagarina, 42, Korolev 141070, Moscow Region, Russia*

Received 04.10.2021.

Revised 11.04.2022.

Accepted 15.04.2022.

Abstract

The principles of creating a disc brake are outlined, the implementation of which contributes to the achievement of a consistently high friction coefficient in a wide range of operating temperatures generated during braking. The selection of friction materials for thermally insulated friction units is carried out according to the principle of mutual compensation of the negative properties of one friction unit due to the positive properties of another friction unit. For example, for a “cast iron — 35GS steel” disc brake, when heated to 300 °C, the friction coefficient changes from 0.38 to 0.17, and for a “carbon — 35GS steel” disc brake, the reverse effect of a change in the coefficient from 0.17 to 0.58. As a result of the combination of the above tribological systems, an acceptably high coefficient of friction is achieved in the entire temperature regime of braking. A disc brake with two heat-insulated friction units will improve the braking efficiency of rolling stock. The cost of a new disc brake (compared to a disc brake based on a composite carbon-carbon friction material) is predicted to be reduced by about 30 %.

Keywords: disc brake, thermal insulation, brake disc, brake lining, friction unit, friction factor, friction force, friction temperature, braking.

DOI:10.32864/0202-4977-2022-43-2-184-191

Адрес для переписки:

А.В. Чесноков

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области «Технологический университет» имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова», ул. Гагарина, 42, г. Королев 141070, Московская область, Россия
e-mail: ec_ut@bk.ru

Для цитирования:

Ю.И. Осенин, Д.С. Кривошея, Ю.В. Кривошея, А.В. Чесноков.
Дисковый тормоз с двумя термозолированными узлами трения, имеющими различные фрикционные свойства.

Трение и износ.

2022. — Т. 43, № 2. — С. 184—191.

DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-2-___-__

Address for correspondence:

A.V. Chesnokov

State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Moscow region “Technological University named after twice Hero of the Soviet Union, pilot-cosmonaut A.A. Leonov”, st. Gagarina, 42, Korolev 141070, Moscow Region, Russia
e-mail: ec_ut@bk.ru

For citation:

Yu.I. Osenin, D.S. Krivosheya, Yu.V. Krivosheya, and A.V. Chesnokov.
[Disc Brake with Two Thermally Insulated Friction Units with Different Frictional Properties].

Trenie i Iznos.

2022, vol. 43, no. 2, pp. 184—191 (in Russian).

DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-2-184-191

Список использованных источников

1. **Ehlers H.-R. et al.** Potential and Limits of Opportunities of the Block Brake // *Glaser's Ann.* — 2002, nos. 6—7, 290—300
2. **Мышкин Н.К., Горячева И.Г., Григорьев А.Я. [и др.]** Контактное взаимодействие в прецизионных трибосистемах // *Трение и износ.* — 2020 (41), № 3, 263—271
3. **Anil Babu Seelam, Nabil Ahmed Zakir Hussain, and Sachidananda Hassan Krishanmurthy.** Design and Analysis of Disc Brake System in High Speed Vehicles // *Int. J. Simul. Multidisci. Des. Optim.* — 2021, no. 12, 19. DOI: 10.1051/smdo/2021019
4. **Chan D. and Stachowiak G. W.** Review of Automotive Brake Friction Materials // *Proc. Inst. Mech. Eng., Part D.* — 2004 (218), no. 9, 953—966. DOI: 10.1243/0954407041856773
5. **Шпенев А.Г.** Влияние термоупругой неустойчивости на износ композитных тормозных дисков // *Трение и износ.* — 2021 (42), № 1, 52—62. DOI 10.32864/0202-4977-2021-42-1-52-62
6. **El-Tayeb N.S.M. and Liew K.W.** On the Dry and Wet Sliding Performance of Potentially New Frictional Brake Pad Materials for Automotive Industry // *Wear.* — 2009 (266), no. 1, 275—287. DOI: 10.1016/j.wear.2008.07.003
7. **Peng T., Yan Q., Li G. et al.** The Braking behaviors of Cu-Based Metallic Brake Pad for High-Speed Train under Different Initial Braking Speed // *Tribol. Lett.* — 2017 (65), no. 4, 135. DOI: 10.1007/s11249-017-0914-9
8. **Kindrachuk M., Volchenko D., Balitskii A., Abramek K.F., Volchenko M., Balitskii O., Skrypnyk V., Zhuravlev D., Yurchuk A. and Kolesnikov V.** Wear Resistance of Spark Ignition Engine Piston Rings in Hydrogen-Containing Environments // *Energies.* — 2021 (14), no. 16: 4801. DOI: 10.3390/en14164801
9. **Мышкин Н.К., Zhang G., Гуцев Д.М. [и др.]** Характеристики нанокompозитов на основе ПЭЭК при трении по стали // *Трение и износ.* — 2021 (42), № 3, 350—357. — DOI 10.32864/0202-4977-2021-42-3-350-357
10. **Balyts'kyi O.I., Kolesnikov V.O., and Elias J.** Study of the Wear Resistance of High-Nitrogen Steels under Dry Sliding Friction // *Materials Science.* — 2013 (48), no. 5, 642—646. DOI: 10.1007/s11003-013-9549
11. **Balyts'kyi O.I., Kolesnikov V.O., and Kawiak P.** Tribotechnical Properties of Austenitic Manganese Steels and Cast-Irons under Sliding Friction Conditions // *Materials Science.* — 2005 (41), no. 5, 624—630
12. **Mithlesh S., Zubair Ahmad Tantray, Mohit Bansal, Kotte V. Kartik Pawan Kumar, Varun Sai Kurakula, and Manpreet Singh.** Improvement in Performance of Vented Disc Brake by Geometrical Modification of Rotor // *Materials Today: Proceedings.* — 2021, DOI: 10.1016/j.matpr.2021.05.006
13. **Осенин Ю.Ю., Доума Мансур Аль-Махди, Осенин Ю.И., Сергиенко О.В., Соснов И.И., Чесноков А.В.** Обеспечение стабильности коэффициента трения дискового тормоза транспортного средства для экстремальных условий эксплуатации // *Трение и износ.* — 2016 (37), № 3, 301—308
14. **Дискове гальмо:** патент України на корисну модель № 148210, МПК F16D 55/00. Заявлено 20.08.2021; публікація відомостей про видачу патенту 21.07.2021, Бюл. № 29/2021 / Ю.И. Осенин, Д.С. Кривошея, Ю.В. Кривошея, Н.Ю. Осенина
15. **Машина тертя:** патент України на корисну модель № 137412 МПК G01N 3/56. Заявлено 03.01.2019; публікація відомостей про видачу патенту 25.10.19, Бюл. № 20 / Ю.И. Осенин, О.В. Малахов, В.В. Малахова, Ю.В. Кривошея, Л.И. Антошкина

References

1. **Ehlers H.-R. et al.** Potential and Limits of Opportunities of the Block Brake // *Glaser's Ann.* — 2002, nos. 6—7, 290—300
2. **Myshkin N.K., Grigoriev A.Y., Kavaliova I.N. [et al.]** Contact Interaction in Precision Tribosystems // *Journal of Friction and Wear.* — 2020 (41), no. 3, 191—197. DOI: 10.3103/S1068366620030113
3. **Anil Babu Seelam, Nabil Ahmed Zakir Hussain, and Sachidananda Hassan Krishanmurthy.** Design and Analysis of Disc Brake System in High Speed Vehicles // *Int. J. Simul. Multidisci. Des. Optim.* — 2021, no. 12, 19. DOI: 10.1051/smdo/2021019
4. **Chan D. and Stachowiak G.W.** Review of Automotive Brake Friction Materials // *Proc. Inst. Mech. Eng., Part D* 218(9). — 2004, 953—966. DOI: 10.1243/0954407041856773
5. **Shpenev A.G.** Influence of Thermoelastic Instability on the Wear of Composite Brake Discs // *Journal of Friction and Wear.* — 2021 (42), no. 1, 52—62. DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-1-52-62
6. **El-Tayeb N.S.M. and Liew K.W.** On the Dry and Wet Sliding Performance of Potentially New Frictional Brake Pad Materials for Automotive Industry // *Wear.* — 2009 (266), no. 1, 275—287. DOI: 10.1016/j.wear.2008.07.003
7. **Peng T., Yan Q., Li G. et al.,** The Braking behaviors of Cu-Based Metallic Brake Pad for High-Speed Train under Different Initial Braking Speed // *Tribol. Lett.* — 2017 (65), no. 4, 135. DOI: 10.1007/s11249-017-0914-9
8. **Kindrachuk M., Volchenko D., Balitskii A., Abramek K.F., Volchenko M., Balitskii O., Skrypnyk V., Zhuravlev D., Yurchuk A. and Kolesnikov V.** Wear Resistance of Spark Ignition Engine Piston Rings in Hydrogen-Containing Environments // *Energies.* — 2021; 14 (16): 4801. DOI:

- 10.3390/en14164801
9. **Myshkin N.K., Zhang G., Gutsev D.M., Grigoriev F.A., and Wang W.** Characteristics of Peek-Based Nanocomposites in Friction on Steel // *Journal of Friction and Wear*. — 2021 (42), no. 3, 350—357. DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-350-357
 10. **Balyts'kyi O.I., Kolesnikov V.O., and Elias J.** Study of the Wear Resistance of High-Nitrogen Steels under Dry Sliding Friction // *Materials Science*. — 2013 (48), no. 5, 642—646. DOI: 10.1007/s11003-013-9549
 11. **Balyts'kyi O.I., Kolesnikov V.O., and Kawiak P.** Tribotechnical Properties of Austenitic Manganese Steels and Cast-Irons under Sliding Friction Conditions // *Materials Science*. — 2005 (41), no. 5, 624—630
 12. **Mithlesh S., Zubair Ahmad Tantray, Mohit Bansal, Kotte V. Kartik Pawan Kumar, Varun Sai Kurakula, and Manpreet Singh.** Improvement in Performance of Vented Disc Brake by Geometrical Modification of Rotor // *Materials Today: Proceedings*. — 2021, DOI: 10.1016/j.matpr.2021.05.006
 13. **Yu.Yu. Osenin, Douma Mansur Al-Makhdi, Osenin Yu.I., Sergienko O.V., Sosnov I.I., Chesnokov A.V.** Providing the Stability of the Coefficient of Friction of a Vehicle Disk Brake under Extreme Operating Conditions // *Journal of Friction and Wear*. — 2016 (37), no. 3, 230—236. DOI: 10.3103/S1068366616030132
 14. **Dyskove hal'mo [Disc brakes]:** Patent Ukrayiny na korysnu model' № 148210, MPK F16D 55/00.; Zayavleno 20.08.2021; opubl. 21.07.2021, Byul. № 29/2021. / Yu.I. Osenin, D.S. Kryvosheya, Yu.V. Kryvosheya, H.Yu. Osenina (in Ukrainian)
 15. **Mashina tertja [Friction machine]:** patent Ukrayiny na korysnu model' № 137412. MPK G01N 3/56. Zayavleno 03.01.2019; opubl. 25.10.19, Byul. № 20 / Ju.I. Osenin, O.V. Malahov, V.V. Malahova, Ju.V. Krivosheja, L.I. Antoshkina (in Ukrainian)

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