

УДК 629.4.07 : 621.893 : 621.894 : 544.02 : 681.5.015.3 : 629.7.02 + 06

МЕТАЛЛОПЛАКИРОВАНИЕ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕНИЯ ПАРЫ “КОЛЕСО — РЕЛЬС”

В. В. ШАПОВАЛОВ, Ю. Ф. МИГАЛЬ, А. Л. ОЗЯБКИН⁺, И. В. КОЛЕСНИКОВ, Р. А. КОРНИЕНКО, Е. С. НОВИКОВ, Э. Э. ФЕЙЗОВ, П. В. ХАРЛАМОВ

Показано, что в условиях существенного возрастания скоростей движения железнодорожного транспорта повышаются требования к безопасности и фрикционно-механической подсистеме “колесо — рельс”. Для решения поставленной задачи предлагается способ металлоплакирования поверхностей трения системы “колесо — рельс” нанесением на поверхности кругов катания и гребней колёс локомотивов тонких плёнок мягкого металла, например, алюминия с различными значениями твёрдости. На основе квантово-химических расчётов доказано, что металлоплакирование поверхностей трения системы “колесо — рельс” обеспечивает химическую связь между колёсной сталью и алюминием и формирование прочной защитной плёнки. Выполненные стендовые испытания модельной фрикционной подсистемы “колесо — рельс” методами трибоспектральной идентификации процессов трения и динамического мониторинга изменений упруго-диссипативных связей подтвердили формирование стабильных динамических связей во фрикционном контакте. Результаты исследований легли в основу создания алгоритма поосного управления процессами взаимодействия колеса с рельсом при реализации сил продольного и поперечного крива, а также при оптимизации режимов вибродинамического металлоплакирования рабочих поверхностей других трибосистем транспортных средств, работающих в тяжёлых нагрузочно-скоростных условиях эксплуатации.

Ключевые слова: плакирование, силы продольного и поперечного крива, тяговое усилие, слои атомов, адгезия и когезия, шлицевое соединение, вертолёт.

DOI: 10.32864/0202-4977-2020-41-4-464-474

Литература

1. Вериго М. Ф., Коган А. Я. Взаимодействие пути и подвижного состава. — М.: Транспорт. — 1986
2. Kohn W., Becke A. D., Parr R. G. Density Functional Theory of Electronic Structure // J. Phys. Chem. — 1996, no. 100, 12974—12980
3. Колесников И. В. Системный анализ и синтез процессов, происходящих в металлополимерных узлах трения фрикционного и антифрикционного назначения. — М.: ВИНТИ РАН. — 2017
4. Migal’ Yu. F., Kolesnikov V. I., Kolesnikov I. V. Impurity and Alloying Elements on Grain Surface in Iron: Periodic Dependence of Binding Energy on Atomic Number and Influence on Wear Resistance // Computational Materials Science. — 2016 (111), 503—512
5. teVelde G., Bickelhaupt F. M., van Gisbergen S. J. A., Guerra C. F., Baerends E. J., Snijders J. G., and Ziegler T. Chemistry with ADF // J. Comput. Chem. — 2001, no. 22, 931—967
6. Озябкин А. Л. Теоретические основы динамического мониторинга фрикционных мобильных систем // Трение и смазка в машинах и механизмах. — 2011, № 10, 17—28
7. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник в 5 т. Т. 1: Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления / К. А. Пупков; под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана. — 2004. — 656 с.
8. Заде Л., Дезоэр Ч. Теория линейных систем (Метод пространства состояний) / под ред. Г. С. Поспелова. — М.: Машиностроение. — 1974

Ростовский государственный университет путей сообщений. Россия, 344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского стрелкового полка народного ополчения, д. 2.

+ Автор, с которым следует вести переписку. e-mail: ozyabkin@mail.ru.

9. **Способ динамического мониторинга фрикционных мобильных систем:** пат. РФ 2517946: МПК G01N 3/56. № 2012113329/28. — заявл. 05.04.2012. — Оpubл. 10.06.2014 Бюл. — 2014, № 16 / В. В. Шаповалов и др.; заявитель и патентообладатель В. В. Шаповалов
10. **Способ рельсосмазывания:** пат. РФ 2479455: МПК B61K 3/02. № 20111146662/11. — Заявл. 13.04.2011. — Оpubл. 20.04.2013 Бюл. — 2013, № 11 / В. В. Шаповалов и др.; заявитель и патентообладатель В. В. Шаповалов
11. **Способ повышения эффективности фрикционных систем:** пат. РФ 2674899: МПК B61C 15/10, B16D 65/00. № 2016128401. — Заявл. 12.07.2016. — Оpubл. 13.12.2018. Бюл. — 2018, № 35 / В. В. Шаповалов и др.; заявитель и патентообладатель В. В. Шаповалов
12. **Шаповалов В. В., Щербак П. Н., Богданов В. М. [и др.]** Повышение эффективности фрикционной системы “колесо — рельс” // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. — 2019 (78), № 3, 177—182

Поступила в редакцию 11.09.19.

После доработки 29.04.20.

Принята к публикации 30.04.20.

Shapovalov V. V., Migal Yu. F., Ozyabkin A. L., Kolesnikov I. V., Kornienko R. A., Novikov E. S., Feyzov E. E., and Kharlamov P. V. **Metal-Plating of Friction Surfaces of the Pair “Wheel—Rail”.**

It is shown that in conditions of significant increase of railway transport speeds requirements to safety friction-mechanical subsystem “wheel—rail” are increased. In order to solve the above object a method is proposed for metal-plating friction surfaces “wheel—rail” by applying thin films of soft metal, for example aluminium with different values of hardness, on surfaces of rolling wheels and wheel ridges of locomotives. On the basis of quantum-chemical calculations it has been proved that metal-plating of the friction surfaces of the “wheel—rail” system provides a chemical bond between wheel steel and aluminum and the formation of a strong protective film. The performed bench tests of the model friction subsystem “wheel—rail” by methods of tribospectration identification of friction processes and dynamic monitoring of changes in elastic-dissipative bonds confirmed the formation of stable dynamic bonds in friction contact. The results of the research formed the basis of the creation of the algorithm of axial control of “wheel—rail” interaction processes at realization of forces of longitudinal and transverse creep, as well as at optimization of modes of vibrodynamic metal-plating working surfaces of other tribosystems, of vehicles operating in heavy load-speed conditions of operation.

Keywords: cladding, forces of longitudinal and transverse creep, tractive effort, atomic layers, adhesion and cohesion, splined connection, helicopter.

Образец цитирования: Шаповалов В. В., Мигаль Ю. Ф., Озябкин А. Л., Колесников И. В., Корниенко Р. А., Новиков Е. С., Фейзов Э. Э., Харламов П. В. Металлоплакирование рабочих поверхностей трения пары “колесо — рельс” // Трение и износ. 2020. Т. 41. №4. С. 464—474.

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/>