

МІКРОПЛАЗМОВА ОБРОБКА ЕЛЕКТРИЧНИХ КОНТАКТНИХ ПОВЕРХОНЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі досліджено можливість зменшення контактного опору між двома поверхнями, через які забезпечується живлення радіoeлектронних пристроїв. Встановлено, що в умовах протікання значних потоків електричної енергії при мінімальних напругах через розбірні контакти мають місце суттєві коливання струму внаслідок навіть незначних змін електричного опору поверхонь, що дотикаються. Показано, що зміна провідності в контакті залежить від низки показників, які можливо стабілізувати за рахунок поверхневого легування. Одним із способів такого легування є застосування електроіскрових нанотехнологій. Він ґрунтується на технології електроерозійної обробки з переносом від електродів на поверхні наночасток з високою електропровідністю, що забезпечує високу стабільність провідності.

Ключові слова: *технологія, електроіскрове легування, стабільність електричного опору, підвищення електропровідності.*

Вступ

На практиці часто виникає необхідність забезпечити високу стабільність провідності електричних контактів з частими перемиканнями або пропусканні великих струмів при невеликих напругах. Такі режими функціонування робить систему дуже чутливою до зміни контактних опорів внаслідок утворення плівок окислів та інших нашарувань на робочих поверхнях. Підвищити зносостійкість та покращити електричні властивості струмопровідних поверхонь, зменшити перехідні опори електричних контактів можливо за допомогою нанесення спеціальних покриттів з використанням електроіскрового легування [1, 2, 3]. А працює воно за наступним принципом: до електродів, один з яких поверхня контакту, що легується, (катод), а інший - легуючий композиційний матеріал (анод), подається імпульсна напруга і зводяться електроди до появи іскрового розряду. При цьому між анодом і катодом потече імпульсний струм великої щільності. Внаслідок цього в точці іскрового розряду на поверхні електродів (переважно на аноді) матеріал розігрівається і частково розплавляється. Краплі розплавленого матеріалу з анода прямують до поверхні катода під впливом електромагнітного поля. Після закінчення дії імпульсу струму рух краплі не припиняється і вона за інерцією досягає поверхні катода. Досягнувши поверхні катода, розплавлені частинки анода вливаються в розплавлену лунку на поверхні катода і змішуються з його матеріалом, а також частково осідають на кромці лунки і приварюються до неї. Якщо переміщати анод по певній траєкторії, то отримаємо ряд лунок зі зміненням складом металу, тобто з новими сплавами і структурою [4, 5]. Для забезпечення високої провідності контактної поверхні анод формують композиційним з компонентів, що містять частки вуглецевих нановолокон. Сюди можна віднести вуглецеві нанотрубки та графені, які мають високу електропровідність та опірність до окислювання. Щоб отримати порівняно гладеньку леговану поверхню, анод потрібно переміщати щодо катода за час паузи між імпульсами, не більше ніж на 1/4 діаметра лунки. В цьому випадку відбувається необхідне перемішування розплавленого металу обох електродів і поліпшення якості обробленої поверхні.

Результати дослідження

В ході дослідження встановлена висока продуктивність такої установки, а контактний опір поверхні зменшився на 18 %. Внаслідок легування та високої швидкості охолодження перенесеного матеріалу за рахунок тепловідведення в метал базового електрода, значно підвищується твердість (на 23%) та зносостійкість поверхні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] M. Zhang, Z. Jiang, M. Niu, Y. Sun, and X. Zhang, "Tribological behavior of CoCrFeNiMn high-entropy alloy against 304, Al₂O₃ and Si₃N₄ counterparts," *Wear*, vol. 508, p. 204471, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2022.204471>.
- [2] C.Y. Hsu, T.S. Sheu, J.W. Yeh, and S.K. Chen, "Effect of iron content on wear behavior of AlCoCrFeMo_{0.5}Ni high-entropy alloys," *Wear*, vol. 268, no. 5, pp. 653–659, Feb. 2010. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2009.10.013>.
- [3] S. Yang, S. Gao, W. Xue, B. Wu, H. Cheng, and D. Duan, "Epitaxial growth and oxidation behavior of the NiCoCrAlYTa/Y₂O₃ coating on a nickel-based single-crystal superalloy blade tips, produced by electro spark deposition," *Journal of Alloys and Compounds*, vol. 931, p. 167600, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2022.167600>.
- [4] Є. В. Іващенко, Г. Г. Лобачова, Н. А. Шаповалова, and К. Є. Ігнасюк, "Створення функціональних покриттів на поверхні маловуглецевої сталі багатостадійним електроіскровим легуванням хромом та графітом у насичувальних середовищах," *Проблеми тертя та зношування*, no. 2 (71), pp. 62–66, 2016.
- [5] О. П. Гапонова, "Аналіз якості комплексних сульфоцементованих покриттів, отриманих методом електроіскрового легування," *Наукові нотатки*, vol. 67, pp. 24–28, 2019. <https://doi.org/10.36910/6775.24153966.2019.67.4>.
- [6] Є. В. Іващенко, Г. Г. Лобачова, Л. Ф. Яценко, and В. Ф. Мазанко, "Вплив хромового аноду на формування поверхневих шарів сплавів Fe-Cr при електроіскровому легуванні," *Вісник українського матеріалознавчого товариства*, no. 3, pp. 16–22, 2010.

Савуляк Валерій Іванович - професор, д.т.н., професор кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, e-mail: korsav84@gmail.com

Гримашевич Володимир Олександрович – аспірант кафедри ГМ, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kateruna02101996@gmail.com

Gao Xianan - аспірантка кафедри ГМ, Вінницький національний технічний університет, e-mail: 524115957@qq.com

Ружицький Сергій Валерійович - студент групи 13В-246, кафедра галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, e-mail: serg.rurhytskyi@gmail.ua, +380977723553

MICROPLASM TREATMENT OF ELECTRICAL CONTACT SURFACES

Abstract

The paper investigates the possibility of reducing the contact resistance between two surfaces through which power is provided to radio-electronic devices. It has been established that under conditions of significant electric energy flows at minimal voltages through collapsible contacts, significant current fluctuations occur due to even minor changes in the electrical resistance of the touching surfaces. It has been shown that the change in conductivity in the contact depends on a number of indicators that can be stabilized by surface doping. One of the methods of such doping is the use of electrospark nanotechnology. It is based on the technology of electroerosion processing with transfer from electrodes to the surface of nanoparticles with high electrical conductivity, which provides high stability of conductivity.

Keywords: technology, electrospark doping, stability of electrical resistance, increase in electrical conductivity.

Savulyak Valeriy Ivanovych - Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Industrial Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail: korsav84@gmail.com, tel. +380963507247

Hrymashevich Volodymyr Oleksandrovych – postgraduate student of the Department of GM, Vinnytsia National Technical University, e-mail: kateruna02101996@gmail.com

Gao Xianan - postgraduate student of the Department of GM, Vinnytsia National Technical University, e-mail: 524115957@qq.com

Ruzhytskyy Serhiy Valeriyovych - student of group 1ZV-24b, Department of Industrial Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail: serg.rurhytskyy@gmail.ua, +380977723553