

МЕТОДИ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ ШПИНДЕЛЬНИХ ВУЗЛІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Розглянуто методи хіміко-термічної обробки для підвищення зносостійкості деталей шпиндельного вузла. Встановлено, що комбінація різних технологічних процесів сприяє створенню матеріалів з унікальними характеристиками, особливо важливими для деталей, що працюють у складних умовах експлуатації.

Ключові слова: зносостійкість, шпиндельний вузол, нітрогартування, електромеханічне зміцнення

Abstract

The methods of chemical-thermal treatment for increasing the wear resistance of spindle unit parts are considered. It is established that the combination of various technological processes contributes to the creation of materials with unique characteristics, which are especially important for parts operating in difficult operating conditions.

Keywords: wear resistance, spindle unit, nitrohardening, electromechanical strengthening.

Вступ

Для підвищення зносостійкості деталей шпиндельного вузла широко застосовуються різні методи хіміко-термічної обробки, серед яких перспективним є нітрогартування. Цей процес, що поєднує азотування і гартування, дозволяє значно покращити твердість і зносостійкість поверхневих шарів деталей. Особливо ефективним нітрогартування є для високонавантажених елементів, виготовлених із середньовуглецевих сталей, а також для деталей, які раніше піддавалися цементації.

Метою роботи є визначення методів хіміко-термічної обробки для підвищення зносостійкості деталей шпиндельного вузла, враховуючи різні розміри деталей, структурні класи сталей та умови експлуатації.

Результати дослідження

Одним із перспективних підходів до підвищення зносостійкості деталей шпиндельного вузла є метод «внутрішнього» азотування. У ході цього процесу формується зона, насичена дисперсними частинками термодинамічно стабільних нітридів, рівномірно розподілених у металевій матриці. Такі нітридні частинки сприяють стабілізації структури при високих температурах, забезпечуючи значне зміцнення поверхневого шару, що підвищує довговічність та зносостійкість деталей шпиндельного вузла навіть за інтенсивних умов експлуатації [1].

Застосування термоактивування у поєднанні з наступним гартуванням азотованих деталей шпиндельного вузла дозволяє регулювати фазовий склад, концентрацію азоту та твердість по глибині азотованого шару. Ці параметри можна змінювати шляхом оптимізації технологічних режимів іонного азотування.

Використання термічної обробки після азотування для збільшення глибини азотованого шару є відомою технологією. Однак у науковій літературі бракує даних щодо поєднання різних видів термічної обробки та іонного азотування в плазмі дугового розряду для деталей різних розмірів, виготовлених зі сталей різних структурних класів, які працюють в умовах зносу та ударних навантажень [2-4].

Останнім часом у виробництві активно вивчаються та впроваджуються методи електромеханічного зміцнення, які демонструють високу ефективність у підвищенні зносостійкості деталей шпиндельного вузла. Ця технологія поєднує термічний і силовий вплив на поверхневий шар деталей. У процесі обробки через зону контакту інструмента з поверхнею деталі пропускається струм високої щільності при низькій напрузі, що забезпечує інтенсивне нагрівання виступів поверхні, їх пластичне деформування і подальше швидке охолодження за рахунок тепловідведення в глибину металу.

Процес виконується за допомогою електрода-інструмента (ролика або пластини), який рухається у взаємодії з деталлю зі швидкістю V і подачею S . У результаті інтенсивного теплового впливу на поверхні формується зміцнений білий шар із унікальною мартенситною структурою (гарденіт або наноструктурний мартенсит), яка забезпечує високу твердість і зносостійкість.

Застосування електромеханічного зміцнення для деталей шпиндельного вузла дозволяє значно підвищити їх експлуатаційні властивості, зокрема: зносостійкість рухомих сполучень збільшується в 2–6 разів залежно від умов тертя, втомна міцність підвищується на 30–70%, а контактна витривалість зростає в 1,8–2 рази. Це робить електромеханічне зміцнення ефективним методом додаткової обробки поверхонь деталей шпиндельного вузла для забезпечення їх довговічності, міцності та стійкості до зносу [5-7].

Одним із недоліків існуючих методів хіміко-термічної обробки є необхідність використання додаткового обладнання для їх реалізації. Перспективним напрямом у вдосконаленні цих технологій є розробка комбінованих методів, які дозволяють створювати матеріали з унікальними експлуатаційними властивостями, такими як підвищена термостійкість і зносостійкість. Цього досягають завдяки цілеспрямованому формуванню специфічних структур, зокрема на нанорівні.

Зокрема, перспективним є використання зміцнених структур для деталей шпиндельних вузлів, що працюють у режимах тертя без значних динамічних навантажень. Метод електроактивного зміцнення відрізняється високою технологічністю, оскільки поєднує кілька операцій на одному верстаті без потреби у додатковому обладнанні, що робить його особливо актуальним у сучасних умовах.

Висновки

Попри низку фундаментальних досліджень, проведених у цій галузі за останнє десятиліття, фізична сутність багатьох аспектів імпульсної обробки, зокрема механічної, залишається недостатньо розкритою, особливо в контексті досягнення максимального зміцнювального ефекту для деталей шпиндельного вузла, на що і будуть направлені наші подальші дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Радько О. В. Управління ресурсними показниками конструкційних елементів сучасної техніки шляхом застосування енергозберігаючих технологій поверхневого модифікування. – Національний авіаційний університет, Україна. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://dspace.nau.edu.ua/bitstream/NAU/CT/27.02.2017>.
2. Пат. 10014 Україна, МПК С23С 8/06. Спосіб поверхневого зміцнення сталевих деталей іонно-плазмовим азотуванням у пульсуючому тліючому розряді / Ляшенко Б.А., Рутковський А.В., Мірненко В.І, Радько О. В.; заявник та патентовласник Національна академія оборони України. № 19782 ; заявл. 19.09.06 ; опубл. 15.12.06, бюл. № 12.
3. Ляшенко Б. А., Мірненко В. І., Скуратовський А. К., Радько О. В. Триботехнічні властивості зміцнених газотермоциклічним іонним азотуванням сталевих деталей авіаційної техніки. Наукові вісті НТУУ КПІ. 2007. № 5. С. 98-102.
4. Fernandes V. B., Mändl S., Oliveira S.M., Ueda M. Mechanical properties of nitrogen-rich surface layers on SS 304 treated by plasma immersion ion implantation. Applied Surface Science. 2014. Vol. 310. P. 278-283.
5. Köster K., Kaestner P., Bräuer G., Hoche H., Troßmann T., Oechsner M. Material condition tailored to plasma nitriding process for ensuring corrosion and wear resistance of austenitic stainless steel. Surface and Coatings Technology. 2013. Vol. 228 (1). P. S615-S618.
6. Maistro G., Pérez-García S., Norell M., Nyborg L., Cao Y. Thermal decomposition of N-expanded austenite in 304L and 904L steels. Surface Engineering. 2017. Vol. 33 (4). P. 319-326.
7. Yang S., Cooke K., Sun H., Li X., Lin K., Dong H. Development of advanced duplex surface systems by combining CrAlN multilayer coatings with plasma nitrided steel substrates. Surface & Coatings Technology. 2013. V. 236. P. 2- 7.

Мельченко Андрій Сергійович – аспірант 1 року навчання кафедри технологій автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: 3360333@gmail.com

Науковий керівник: **Виштак Інна Вікторівна** – канд. техн. наук, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vishtakiv@vntu.edu.ua

Melchenko Andrii - postgraduate 1 year of study of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 3360333@gmail.com

Supervisor: **Vishtak Inna. V.** – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of **Department Safety of Life and Pedagogical Safety**, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: vishtakiv@vntu.edu.ua