

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ НЕРУХОМИХ З'ЄДНАНЬ ПІДШИПНИКІВ: ОСНОВНІ АСПЕКТИ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Досліджено основні чинники зношування та зниження довговічності нерухомих з'єднань підшипників кочення. Розглянуто вплив зазорів між посадочними поверхнями на експлуатаційні характеристики механізмів. Запропоновано використання полімерних матеріалів для відновлення точності та зносостійкості посадок підшипників, що забезпечує економічність та ефективність ремонту. Визначено ключові параметри вибору матеріалів і методів зміцнення поверхонь для підвищення довговічності деталей в умовах експлуатації.

Ключові слова: довговічність, нерухомі з'єднання, підшипники кочення, зношування, відновлення поверхонь

Abstract

The main factors of wear and service life reduction of fixed joints of rolling bearings are investigated. The influence of gaps between mounting surfaces on the operational characteristics of mechanisms is considered. The use of polymeric materials for restoring the accuracy and wear resistance of bearing fits is proposed, which ensures the cost-effectiveness and efficiency of repair. The key parameters for selecting materials and methods for strengthening surfaces to increase the service life of parts under operating conditions are determined.

Keywords: service life, fixed joints, rolling bearings, wear, surface restoration.

Вступ

Одним із ключових завдань у машинобудуванні є підвищення точності та довговічності нерухомих з'єднань підшипників. Різноманітні умови експлуатації машин, механізмів та обладнання спричиняють знос поверхневих шарів спряжених елементів, що знижує їх надійність. Довговічність механізмів безпосередньо залежить від ресурсу її конструктивних елементів, серед яких підшипникові вузли відіграють важливу роль як найпоширеніші компоненти машин [1].

Ресурс підшипників кочення в значній мірі залежить від точності посадок з'єднань у корпусах і валах. Збільшення зазору між посадочними поверхнями й валами погіршує рівномірність розподілу навантаження на тіла кочення, спричиняючи перевантаження центральних тіл і зниження навантаження на бічні. Це призводить до зниження довговічності підшипників [2-4].

Метою роботи є визначення методів підвищення точності та довговічності нерухомих з'єднань підшипників.

Результати дослідження

Знос посадочних місць підшипників у корпусних деталях і на валах є однією з основних причин виходу з ладу підшипникових вузлів. Через зношування збільшуються зазори між кільцями підшипників і посадочними поверхнями, що спричиняє зміщення осей валів, зростання вібрації та динамічних навантажень. Це призводить до зниження довговічності підшипників кочення, валів, зубчастих коліс та інших деталей.

Реальний ресурс підшипників кочення, як нових, так і відремонтованих, у машинах та механізмах часто виявляється значно нижчим за запланований. Тому розробка заходів для підвищення довговічності підшипників кочення в новій та відновленій техніці є актуальною проблемою.

Зношування посадочних місць підшипників кочення викликане низкою складних процесів, які відбуваються на контактних поверхнях деталей корпусів, валів, внутрішніх і зовнішніх кілець підшипників. Зокрема, у процесі експлуатації відбувається зрізання та видалення мікронерівностей, що утворилися під час запресування, пластична деформація мікровиступів у зонах контакту в початкові цикли навантаження, а також зміна розмірів посадочних місць унаслідок релаксації внутрішніх на-

пружень у корпусних деталях. Крім того, руйнування посадочних поверхонь може бути спричинене гідродинамічними явищами за наявності мастила в зоні сполучення [5].

Експлуатаційні показники деталей спряжених пар залежать від таких факторів:

- силових і кінематичних характеристик (тиск на контактних поверхнях, швидкість їхнього відносного руху тощо);
- типу тертя (за наявності або відсутності мастила, тертя спокою, ковзання, кочення чи кочення із проковзуванням);
- способу змащення (граничне, гідродинамічне, газодинамічне);
- параметрів складу, структури й механічних властивостей контактуючих поверхонь (твердість, межа плинності, модуль пружності, коефіцієнт Пуассона тощо);
- якості поверхневого шару деталей у зоні контакту (точність геометрії, хвилястість, шорсткість, рівень зміцнення, напружений стан);
- впливу зовнішніх умов та середовища (температура, вологість, наявність вакууму або агресивних рідин тощо) [6].

Довговічність деталей можна забезпечити шляхом правильного вибору матеріалу з відповідними характеристиками (межа плинності, модуль пружності, теплофізичні властивості, коефіцієнт Пуассона тощо), визначення необхідної твердості поверхневих шарів (що визначає вид зміцнювальної обробки робочих поверхонь) та інших параметрів якості, враховуючи специфічні умови експлуатації спряженої пари. Складність цього вибору обумовлена значною кількістю факторів, взаємозв'язків експлуатаційних характеристик із параметрами якості поверхневих шарів, а також недостатньо дослідженими аспектами взаємодії деталей, виготовлених з різномірних матеріалів [7].

Збільшення зазору є наслідком зношування посадочних поверхонь, основними причинами якого є фретинг-корозія та проворот кілець підшипників. Для відновлення точності та зносостійкості посадок перспективним є використання полімерних матеріалів.

Сучасна хімічна промисловість пропонує полімери із заданими фізико-механічними властивостями, що забезпечують ефективне їх застосування в машинобудуванні й ремонтному виробництві. Полімерні покриття дозволяють відновлювати посадочні поверхні без значних капіталовкладень і дорогого устаткування. Їх перевагою є можливість нанесення шару товщиною 0,3–1,5 мм, що дозволяє компенсувати знос та забезпечити необхідну точність і довговічність нерухомих з'єднань підшипників [3].

Висновки

Для підвищення довговічності підшипникових вузлів під час ремонту необхідно усунути зазори в з'єднаннях кілець підшипників із посадочними місцями та запобігти їхньому контактуванню. Це ефективно досягається шляхом відновлення нерухомих з'єднань підшипників кочення за допомогою полімерних матеріалів, які утворюють пружні прокладки між кільцями підшипників і посадочними місцями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Хімічна корозія та захист металів : навчальний посібник / под ред. П. І. Стоєва. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. 216 с.
2. Ali, M., Smith, J. D. Advanced Tribological Coatings for Machine Components. *Journal of Materials Processing Technology*, 2022. Vol. 303, 117530. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2022.117530>.
3. Mohan, S., Verma, R. Nanostructured Polymers for Enhancing Mechanical Properties of Engineering Materials. *Materials Today: Proceedings*, 2023. 71, 223-230. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.01.345>.
4. Денисенко М.І., Зазимко О.В., Лабунець В.Ф. Дослідження поверхонь тертя робочих органів ґрунтообробних сільськогосподарських машин. *Проблеми тертя та зношування: наук.-техн. журнал*. 2016. №1 (70). С.150-153.
5. Денисенко М.І., Опальчук А.С. Зношування та підвищення довговічності робочих органів сільськогосподарських машин. *Вісник ТНТУ*. 2011. Ч.2. С.201-210.
6. Посувайло В. М., Шовкопляс М. В., Романів, М.М., Малінін В.Ю. Порівняння методів поверхневого зміцнення деталей машин покриттям. *Вісник Черкаського державного технологічного університету*. 2021, 83-97. DOI:10.24025/2306-4412.4.2021.253298

7. Гурей І. В., Гурей В. І., Дмитерко П. Р. Формування нанокристалічного зміцненого шару деталей машин під час фрикційного зміцнення. Прогресивні технології і системи машинобудування. Міжнародний збірник наукових праць. 2013. Вип. 1,2 (46). С. 98–106.

Сорока Максим Олександрович – аспірант 1 року навчання кафедри технологій автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: maksim.soroka69@gmail.com

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

Soroka Maksym - postgraduate 1 year of study of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: maksim.soroka69@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