

## **Аналіз стану поверхневого шару деталей машин: основні аспекти**

Вінницький національний технічний університет

**Анотація.** В роботі проведено аналіз проблеми стану поверхневого шару деталей машин, розглянуто основні проблеми та технології, які можна використовувати для поліпшення стану поверхневого шару деталей машин. Визначено основні напрямки подальших досліджень.

**Ключові слова:** поверхневий шар, зношування, обробка, відновлення.

**Abstract.** The paper analyzes the problem of the condition of the surface layer of machine parts, considers the main problems and technologies that can be used to improve the condition of the surface layer of machine parts. The main areas of further research are defined.

**Keywords:** surface layer, wear, treatment, restoration.

Аналіз проблеми пов'язаної зі станом поверхневого шару деталей машин, в тому числі і газових підшипників, вказує на те, що існує комплекс проблем технологічних, конструкторських і експлуатаційних, в сукупності пред'являють вимоги до властивостей і характеристик поверхневого шару, що вказує на необхідність проведення наукових досліджень. Стан поверхневого шару деталей, глибина якого визначається ступенем зміни властивостей і характеристик, залежить не тільки від вихідного матеріалу, з якого виготовлена деталь (газовий підшипник), але пов'язано з точністю її розмірів і форми.

Виготовлення газових підшипників вимагає комплексного підходу до їх проектування і безпосередньо технології виробництва, де значне місце займають операції фінішного оброблення поверхонь, які суттєво впливають на надійність праці підшипникових вузлів [1].

Стан поверхневого шару деталей машин має вирішальне значення для їхньої міцності, довговічності та функціональності. Поверхневий шар деталі відіграє роль у передачі навантаження, зчепленні, зносі та корозії.

Основні проблеми, пов'язані зі станом поверхневого шару деталей машин, включають:

1. Зношування - це процес поступового руйнування поверхні деталі під впливом тертя, ударів або корозії, що може призвести до погіршення точності, міцності та функціональності деталі.

Під зношуванням розуміють поступове поверхневе руйнування матеріалу зі зміною геометричних форм і властивостей поверхневих шарів деталей. Зношування може бути нормальним і аварійним. Залежно від причин зношування деталей підрозділяється на хімічний та фізичний і знос схоплюванням металу (тепловий знос).

2. Корозія - це процес руйнування матеріалу під впливом хімічних або електрохімічних процесів, що може призвести до погіршення міцності, довговічності та функціональності деталі [2].

Вивчення умов роботи основних конструкційних матеріалів газових підшипників, дозволяють стверджувати, що їх ушкодження бувають переважно двох типів:

- ерозійне або абразивне зношування. При цьому зовні деталі покриваються неглибокими пітингами, розмір яких з часом поступово збільшується. В цьому випадку пітингова або точкова корозія переходить у виразкову корозію. Характер ерозійного пошкодження залежить від структурного класу сталей та режимів експлуатації.

- руйнування деталей за механізмом корозійного розтріскування або водневого окрихчення в результаті комплексної дії на матеріал робочого тиску. За цих умов на поверхні та у підповерхневих шарах деталей утворюються макро- та мікротріщини, що поширюються транскристалітно або інтеркристалітно

3. Дефекти поверхні. Дефекти поверхні, такі як раковини, тріщини та нерівності, можуть призвести до зниження міцності, довговічності та функціональності деталі.

Існує ряд технологій, які можна використовувати для поліпшення стану поверхневого шару деталей машин.

Одним з яких є обробка поверхонь. Обробка поверхонь - це процес зміни форми або розміру поверхні деталі. Обробка поверхонь може бути використана для підвищення точності, міцності та функціональності деталі.

Відомі методи механічної обробки поверхонь виробу, які сполучаються між собою. Вони полягають у тому, що одночасно обробляють сполучувані поверхні з'єднаних деталей, закріплених на одному шпинделі, зв'язаними між собою ріжучими інструментами з одним напрямком подачі уздовж утворюючої, причому кожному поверхню обробляють окремим ріжучим інструментом. Однак це виконання має низку недоліків, один з найважливіших яких полягає у тому, що кінематикою різання не передбачено компенсування сил різання, що діють на технологічну систему ВПД (система ВПД – верстат, пристосування, інструмент, деталь). Так, у роботах [3, 4] розглянуто один з методів зменшення вимушених коливань та пружних деформацій у технологічній системі механообробного устаткування, які в більшості викликані статичними та динамічними навантаженнями результуючою силою різання та запропоновано ряд корисних моделей практичного втілення цього напрямку. Але недоліком висвітленого є те, що метод лише дозволяє виконувати одну технологічну операцію [5].

Ще одним з відомих та часто використовуваних методів є покриття. Покриття - це тонкий шар матеріалу, який наноситься на поверхню деталі. Покриття можуть використовуватися для захисту деталі від зносу, корозії та дефектів поверхні.

Одним зі способів відновлення спрацьованих поверхонь сталевих деталей машин, що включає механічну обробку спрацьованої поверхні, нагрівання, газополуменеве напилення зносостійкого шару з подальшим оплавленням поверхні покриття є здійснення електродугового наплавлення спрацьованої поверхні з урахуванням припуску на подальшу механічну обробку. Яку проводять з заниженням номінального розміру деталі, потім здійснюють дробоструминну активацію обробленої поверхні, а газополуменеве напилення здійснюють самофлюсівним порошковим сплавом з подальшим оплавленням нанесеного покриття шляхом нагрівання деталі до температури 950-1050 °С. Причому покриття наносять з перевищенням номінального розміру деталі на величину усадки покриття після повного охолодження деталі [6].

Відомий також такий спосіб як термічна обробка. Термічна обробка - це процес нагрівання та охолодження деталі для зміни її структури та властивостей. Термічна обробка може бути використана для підвищення міцності, твердості та зносостійкості деталі.

Вибір оптимальної технології для поліпшення стану поверхневого шару деталей машин залежить від таких факторів, як:

Вид матеріалу деталі

Вимоги до точності, міцності та функціональності деталі

Обмеження бюджету

Застосування сучасних технологій для поліпшення стану поверхневого шару деталей машин може призвести до підвищення їхньої міцності, довговічності та функціональності, що може призвести до зниження витрат на технічне обслуговування та ремонт, а також до підвищення продуктивності та безпеки газових опор [7].

Розробляються нові методи обробки, удосконалюються вже існуючі методи, а також впроваджуються у виробництво нові обладнання і матеріали з тим. Тому значно підвищується інтерес до остаточної обробки газових підшипників, у тому числі, особливо до шліфування поверхонь.

Шліфування дозволяє досягати задану конструктором точність, гарантуючи одночасно високу якість газового підшипника. Проти це не завжди забезпечує досягнення необхідного стану поверхневого шару, що пов'язано з наявністю під час реалізації процесу шліфування численних факторів, які неоднозначно впливають на формування властивостей і характеристик поверхневого шару.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Vishtak I. V., Fedotov V. A., Solomon A. N. Investigation of Radial Gas Bearings with Longitudinal Micro-Grooves of Various Transverse Profiles, Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2020, pp. 1349–1356. doi:10.1007/978-3-030-22063-1\_142

2. Посібник для підготовки наладчика обладнання переробних виробництв: Навчальний посібник / В.Ф. Ялпачик, Ф.Ю. Ялпачик, С.Ф. Буденко, В.Г. Циб, А.А. Пупинін. Мелітополь.: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2016. 500с.

3. Тарасюк А. П., Самчук В. В., Сичов Ю. І., Лях Б. Г. Методи підвищення ефективності механічної обробки сполучувальних поверхонь деталей із полімерних композитів. 2013. 4/7 (64). С. 15-20.

4. Сичов, Ю. І. Пристрій для безвібраційної обробки отворів [Текст] / Ю. І. Сичов, А. П. Тарасюк, В. В. Самчук, Б. Г. Лях, І. С. Аракелян // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – Т. 6, № 7(54). - С. 33-35.

5. Сичов, Ю.І. Пристрій для обробки кінців труб [Текст] / Ю. І. Сичов, А. П. Тарасюк, Б. Г. Лях, В. І. Неко, В. В. Самчук // Восточно-Європейський журнал передових технологій. – 2010. – Т. 5, N 5(47). - С. 24-29.

6. Спосіб відновлення спрацьованих поверхонь сталевих деталей машин. Кучин Ю. Ю. Патент UA 25690. МПК 2006. U200707815 10.08.2007, Бюл. №12.

7. Vishtak I. V., Savulyak V. I. Comparative characteristics and selection of speed bearings. UJMEMS. 2023, Volume 9, Number 2: 12-25. ISSN 2411-8001

**Кудратов Максим Мелікович** – аспірант 1 року навчання кафедри технологій автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: makskudr337@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

**Nikita Grinenko** - postgraduate 1 year of study of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: makskudr337@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