**Марчук Віктор Іванович. Технологічні основи забезпечення якості робочих поверхонь кілець роликопідшипників: дис... д-ра техн. наук: 05.02.08 / Одеський національний політехнічний ун-т. - О., 2004**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Марчук В.І. Технологічні основи забезпечення якості робочих поверхонь кілець роликопідшипників.** – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.02.08 – Технологія машинобудування. – Одеський національний політехнічний університет, Одеса, 2004.  Дисертація присвячена розробці науково-прикладних основ технологічного забезпечення параметрів якості робочих поверхонь кілець для покращення і стабілізації експлуатаційних характеристик роликопідшипників.  Проведений статистичний аналіз виробничих дефектів деталей підшипників, невідповідностей експлуатаційних характеристик і причин їх виникнення. Досліджені причини зростання віброактивності робочих поверхонь кілець і перевищення допустимих значень параметрів вібрацій та шуму виготовлених підшипників. Встановлені зв’язки технологічних чинників формоутворюючих операцій лезової (токарної) і алмазно-абразивної обробки з параметрами мікрорельєфа оброблених поверхонь і експлуатаційними властивостями підшипників. Розроблені математичні моделі формування мікрорельєфу поверхонь обертання на операціях лезової і алмазно-абразивної обробки, виявлені причини і технологічні особливості формування хвилястості на оброблюваній поверхні, розроблений алгоритм прогнозування і керування параметрами хвилястості та віброактивності доріжок кочення. Запропонована і впроваджена у виробництво методика адаптивного керування процесом безцентрового шліфування робочих поверхонь кілець з регульованою радіальною силою в поєднанні з розробленими новими конструкціями засобів віброгасіння в динамічній системі шпинделя інструмента дозволили на практиці реалізувати стратегію технологічного забезпечення і стабілізації параметрів якості робочих поверхонь кілець та експлуатаційних характеристик роликопідшипників. | |
| |  | | --- | | 1. У дисертаційній роботі запропонований і реалізований комплексний підхід до вирішення важливої науково-прикладної проблеми технологічного забезпечення параметрів якості поверхонь кочення, підвищення та стабілізації експлуатаційних показників роликопідшипників при їх виготовленні.   Аналіз літературних джерел і виробничого досвіду з проблем забезпечення точності формоутворення робочих поверхонь та експлуатаційних показників деталей роликопідшипників в умовах переналагоджувального підшипникового виробництва показав, що існуючі підходи і методи проведення формоутворюючих і викінчувальних операцій механічної обробки деталей підшипників не задовольняють сучасним вимогам. Так, при необхідній точності формоутворюючих поверхонь в межах 0,5-2 мкм існуючі технологічні системи забезпечують лише 3-5 мкм. Вплив на процеси формоутворення випадкових непрогнозованих коливних збуджень порушує стабільність розмірів і форми геометричної структури поверхні. Дослідженнями доведено, що на точність розмірів і форми робочих поверхонь деталей роликопідшипників впливають операції токарної обробки, а також багато інших технологічних факторів, серед яких – кінематичні особливості технологічних систем, будова і структура абразивного інструменту тощо.   1. Досліджений механізм походження конструкційних, структурних і технологічних дефектів роликопідшипників, виявлені взаємозв’язки між цими дефектами і експлуатаційними показниками на прикладі зміни віброакустичних характеристик підшипника, що послужило основою розробки стратегії прогнозування якості деталей і експлуатаційних показників підшипників на стадії технологічного проектування. Для діагностування причин виникнення вібрацій загальний спектр коливань підшипника доцільно розділяти на три смуги: низькочастотні коливання (частота від 50 до 1500 Гц), середньочастотні (1500-3000 Гц) і високочастотні вібрації (1500-10000 Гц). Встановлено, що технологічні дефекти викликають низькочастотні і високочастотні вібрації. Запропонована методика за інтегрованим показником віброактивності робочих поверхонь кілець визначати рівень придатності готової деталі до експлуатації в складі підшипника, а також прогнозувати віброакустичну характеристику підшипника кочення. 2. Досліджений вплив параметра хвилястості доріжок кочення роликопідшипника, а також відхилень від форми доріжок і тіл кочення на віброакустичні характеристики і структурні зміни в підшипнику. Запропонований комплексний параметр ГСП дозволяє проводити оцінку динамічної характеристики підшипника за параметром віброактивності доріжок кочення кілець і поверхонь тіл кочення. Встановлені взаємозв’язки між числом тіл кочення в підшипнику *Z*1, значенням динамічної хвилястості *Wk* *k*-ї гармоніки і числом хвиль *k*-ї гармоніки. Виявлено найнебезпечніше для експлуатаційної характеристики підшипника значення хвилястості, коли число хвиль *fw* лімітуючих гармонік кратне або дорівнює числу тіл кочення в структурі підшипника. На принципі аналізу віброактивності комплектів кілець запропонований спосіб селективного складання високоточних підшипників спеціального призначення. 3. Встановлено, що похибки форми і хвилястість робочих поверхонь кілець після викінчувальних операцій суперфінішу і доведення передаються за технологічною спадковістю з попередніх формоутворюючих операцій токарної обробки, чорнового і чистового шліфування. З метою запобігання такого негативного впливу технологічної спадковості опрацьований новий метод технологічного керування хвилястістю доріжок кочення на токарних операціях шляхом моделювання динаміки формоутворення. Встановлено, що зменшення хвилястості поверхні на токарній операції призводить до зменшення коливань складових сил різання на операції чистового шліфування, а отже, і геометричної хвилястості, на яку може припадати до 90% похибки відхилення точності формоутворення. З метою підвищення точності формоутворення кілець на токарних операціях, а також для зменшення числа заготівельних і формоутворюючих операцій запропонована конструкція суцільної заготовки комплекту двох кілець роликопідшипника, впровадження якої у виробництво дозволило на 40% зменшити трудомісткість заготівельних операцій, зменшити на 15% собівартість кожного типорозміру підшипника. 4. Розроблена загальна математична модель процесу круглого врізного шліфування доріжок кочення, що об’єднує окремі математичні моделі динамічної системи оброблюваної деталі, блоку шпинделя, зони різання і динамічної моделі верстата. Наявність в моделі зворотних зв’язків і допоміжних входів дозволила поставити її в основу розробленої системи адаптивного керування силою шліфування і хвилястістю шліфованої поверхні. 5. Комплексний підхід до забезпечення показників якості ГСП на операціях механічної обробки в структурі життєвого циклу деталі дозволив вилучити з технологічного маршруту операцію чорнового шліфування доріжки кочення, що дало змогу на 5-7% зменшити собівартість кілець і на 7-9% - собівартість підшипників. 6. Дослідження математичної моделі дало змогу встановити і змоделювати механізм виникнення в технологічній системі шліфування випадкових стохастичних коливних процесів високочастотної смуги спектра коливань (7000-10000 Гц), а також намітити основні напрямки запобігання високочастотних вібрацій, і тим самим, стабілізувати процес формоутворення мікрорельєфу поверхонь кочення. 7. Запропонована конструкція гідростатичного давача з виконанням функції віброгасника дозволила підвищити точність формоутворення робочих поверхонь кілець роликопідшипників до 0,5 – 1,5 мкм і забезпечити стабільність мікрорельєфу поверхні за параметрами шорсткості і хвилястості. 8. Розроблена і впроваджена у підшипникове виробництво організаційно-технологічна схема побудови гнучких багатономенклатурних ліній механічної обробки кілець роликопідшипників дозволила на практиці реалізувати запропоновану стратегію технологічного забезпечення якості деталей в умовах гнучкого підшипникового виробництва і на 60% підвищити рівень технологічної гнучкості автоматизованого виробництва. 9. На основі проведеного комплексу експериментальних досліджень отримані важливі результати впливу структури, зернистості, будови шліфувальних кругів на параметри шорсткості та хвилястості робочих поверхонь зовнішніх кілець, а також на фізико-механічний стан поверхневого шару доріжок кочення. Впровадження результатів дослідження у виробничу практику дозволило забезпечити необхідний рівень якості робочих поверхонь і експлуатаційних характеристик роликопідшипників, знизити їх собівартість до 25% і тим самим підвищити ефективність автоматизованого переналагоджувального підшипникового виробництва. | |