**Лапченко Юрій Сергійович. Технологічне забезпечення експлуатаційних характеристик кілець роликопідшипників : Дис... канд. наук: 05.02.08 - 2007.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Лапченко Ю.С. Технологічне забезпечення експлуатаційних характеристик кілець роликопідшипників. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.08 – технологія машинобудування. – тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя. –Тернопіль, 2007.  Робота присвячена підвищенню експлуатаційних характеристик роликопідшипників і, на цій основі, створення методів направленого технологічного впливу та керування автоматизованими процесами в умовах переналагоджувального підшипникового виробництва.  Розроблена математична модель утворення хвилястості на робочих поверхнях кілець в процесі їх безцентрового шліфування з базуванням на жорстких опорах. Встановлені взаємозв’язки між динамічними і кінематичними параметрами процесу формоутворення (амплітуди, частоти коливань, співвідношення частот обертання круга і деталі з частотами коливань інструментального шпинделя) технологічними факторами (режими обробки, розміри, структура, конструкція круга) та параметрами хвилястості шліфованої поверхні.  На основі модульного принципу розроблена інженерна методика вдосконалення процесу безцентрового шліфування доріжок кочення, яка складається з окремих модулів - математичних моделей динамічної системи оброблюваної деталі, підсистеми шпинделя інструменту, зони різання і динамічної моделі кінематики верстата. | |
| |  | | --- | | У дисертації наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення наукової задачі, що виявляється в розробленні високопродуктивних методів виготовлення зовнішніх кілець роликових підшипників, які характеризуються покращеними експлуатаційними харакетристиками і є особистим розробленням автора. Задача вирішена за рахунок того, що автор вивів аналітичні залежності, які дозволяють визначити найраціональніші технологічні особливості процесу оброблення заготовок зовнішніх кілець роликових підшипників, дослідив динамічну модель формоутворення робочих поверхонь зовнішніх кілець, які забезпечують високу технологічність та продуктивність процесу оброблення зовнішніх кілець на операціях безцентрового шліфування.  1. На підставі аналізу літературних джерел та виробничого досвіду встановлено причини походження конструкційних та технологічних дефектів у підшипниках кочення, виявлено взаємозв’язки технологічних факторів формоутворюючих шліфувальних операцій з порушенням експлуатаційних характеристик кілець та підшипників в цілому. Виявлено, що технологічні дефекти роликопідшипників спричиняють низькочастотні (від 40 до 1300 Гц) та вискочастотні (від 1600 до 10000 Гц) вібрації, отже усунення цих експлуатаційних дефектів можливе шляхом направленого цілеспрямованого впливу на перебіг фінішних операцій механічного оброблення деталей.  2. Встановлено теоретичні залежності між числом тіл кочення в підшипнику , значенням динамічної хвилястості та параметрами *k*-ї гармоніки. Експериментально виявлено найнебезпечніше для експлуатаційної характеристики підшипника значення хвилястості, коли число хвиль кратне або дорівнює числу тіл кочення в структурі підшипника, що стало основою для вироблення стратегії технологічного керування експлуатаційними характеристиками роликопідшипника в процесі виготовлення.  3. Експериментально встановлено значення гармонік, які виникають від впливу окремих елементів шліфувального верстату-автомату SIW-4b. Так високочастотні гармоніки від 20 до 80 спричинені низькочастотними коливаннями бабки шліфувального круга, а також коливаннями системи приводу обертання та базування деталі. Гармоніки від 100 до 350 і вище спричинені коливаннями системи шпинделя шліфувального круга, хоча амплітуда високочастотних коливань значно менша і становить від 0,5 до 3,0 мкм.  4. Вперше розроблено математичну модель утворення хвилястості на робочих поверхнях кілець в процесі їх безцентрового шліфування з базуванням на жорстких опорах. Встановлено взаємозв’язки між динамічними та кінематичними параметрами процесу формоутворення (амплітуди, частоти коливань, співвідношення частот обертання круга й деталі з частотами коливань інструментального шпинделя), технологічними факторами (режими обробки, розміри, структура, конструкція круга) та параметрами хвилястості шліфованої поверхні. Отримано залежності, які дозволяють розрахувати координати формоутворюючих ліній контактування круга з поверхнею деталі в реальному часі, графічно побудувати профіль хвилі, визначити й прогнозувати параметри хвилястості.  5. На основі моделювання зв’язків технологічних чинників з параметрами ГСП шліфованої поверхні виявлено шляхи досягнення необхідних значень параметрів формоутворення поверхні кочення на безцентровошліфувальних автоматах SIW-4b, що втілено в рекомендованих режимах різання та характеристиках шліфувального інструменту. Наприклад, встановлено, що мінімальна амплітуда хвилястості шліфованої поверхні для низькочастотних гармонік відповідає співвідношенню частоти обертання деталі (60 об/хв) при глибинні різання 0,03 мм. Розбіжність теоретичних розрахунків та результатів експериментальних досліджень становить менше 10%.  6. Вперше на основі отриманої моделі формоутворення геометричної структури поверхні розроблено алгоритм і програма розрахунку координат профіля утвореної хвилястості, а також визначення амплітудних *Wz*, *Wmax*, крокових *Smw* та структурних *nхв* параметрів, які використано для інженерної методики проектування безцентровошліфувальних операцій. Розроблені алгоритми є основою для створеної методики автоматичного керування процесом шліфування з регульованою нормальною силою різання.  7. На підставі модульного принципу розроблено загальну математичну модель процесу безцентрового шліфування доріжок кочення, яка складається з окремих модулів - математичних моделей динамічної системи оброблюваної деталі, підсистеми шпинделя інструменту, зони різання і динамічної моделі кінематики верстату. Запропоновано методику сплайн-інтерполяції круглограм поверхонь кочення для встановлення небезпечних гармонік і значень режимів формоутворення на безцентровошліфувальних операціях.  8. На підставі математичного моделювання й проведених конструктивно-технологічних заходів розроблено методику керування процесом шліфування з регульованою нормальною силою різання. Впровадження методики дозволило зменшити амплітуду хвилястості з 2 мкм до 0,5-1 мкм та стабілізувати необхідне значення числа хвиль на поверхні кочення зовнішнього кільця роликопідшипника.  9. Впровадження теоретичних розробок та практичних рекомендацій дало змогу за рахунок вилучення операції чорнового шліфування отримати річний економічний ефект 38 тис. грн. Крім того використання результатів дисертаційних дослідженнь на діючому виробництві ВАТ Луцький підшипниковий завод дозволи забезпечити необхідний рівень якості робочих поверхонь і експлуатаційних характеристик роликопідшипників, знизити їх собівартість до 15% і, тим самим, підвищити ефективність автоматизованого переналагоджувального підшипникового виробництва. | |