**Псьол Сергій Васильович. Методи оцінки зносу і надійності підшипників ковзання в умовах змінних навантажень: дисертація канд. техн. наук: 05.02.04 / Технологічний ун-т Поділля (м.Хмельницький). - Хмельницький, 2003.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Псьол С. В. Методи оцінки зносу і надійності підшипників ковзання в умовах змінних навантажень**. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.04 – Тертя та зношування в машинах. – Технологічний університет Поділля, Хмельницький, 2003.  Розроблено і науково обґрунтовано нові методи оцінки зносостійкості та надійності ПК при їх роботі в умовах змінного циклічного навантаження, розроблено спосіб підвищення надійності підшипників за рахунок їх формування з попереднім натягом.  Запропоновано новий метод визначення параметрів моделі зношування, розроблено експрес – метод відносної оцінки зносостійкості вузлів тертя. Вдосконалено математичну модель зношування ПК при постійному навантаженні. Отримано розрахункові залежності для прогнозування зношення ПК в умовах циклічних навантажень для випадків ступеневої та неперервної зміни навантаження в циклі. Розроблено модель надійності ПК з урахуванням випадкового характеру вхідних величин. | |
| |  | | --- | | 1. В даній роботі на основі математичного і фізичного моделювання процесу зношування розроблено метод оцінки зношення і надійності ПК для випадку їх роботи в умовах змінного циклічного навантаження.  2. Достовірне визначення параметрів математичної моделі зношування запропоновано здійснювати на основі результатів прискорених лабораторних випробувань за схемою „циліндр – циліндр” з перехрещеними під прямим кутом осями. Розроблений метод визначення параметрів математичної моделі зношування дозволяє отримати достовірні результати при відносно малих трудових і матеріальних затратах. Достовірність результатів підтверджена методами аналізу еластичності функцій, аналізу похідної функції та результатами застосування існуючих методів визначення параметрів моделей зношування. Для можливості застосування визначених параметрів при моделюванні зношування вузлів тертя враховується масштабний фактор – залежність коефіцієнту зношування від номінальної площі контакту.  3. На основі застосування результатів прискорених лабораторних випробувань запропоновано експрес – метод визначення відносної зносостійкості вузлів тертя при заданих умовах їх роботи. Метод полягає в опосередкованій оцінці інтенсивності зношування еталонного і альтернативного матеріалів при однакових умовах їх роботи і ґрунтується на даних, отриманих при виконанні прискорених лабораторних випробувань.  4. На базі існуючої математичної моделі зношування ПК в умовах постійного навантаження виведено формули для визначення зношення підшипників при їх роботі в умовах змінного циклічного навантаження. Отримано розрахункові залежності для випадків двоступеневої, багатоступеневої та неперервної зміни навантаження в кожному циклі. Прийнятна точність результатів забезпечується у випадку, коли граничне значення кута контакту вала і втулки не перевищує 1200.  5. Для забезпечення можливості прогнозування зношення ПК при значеннях кута контактування валу і втулки понад 1200, існуючу математичну модель зношування підшипників при постійному навантаженні вдосконалено шляхом застосування коректувальних коефіцієнтів. Для визначення коректувальних коефіцієнтів в залежності від початкового та кінцевого значення кута контакту, розроблено довідкову таблицю. На основі вдосконаленої моделі отримано розрахункові залежності для визначення ресурсу ПК в умовах змінних циклічних навантажень для випадків двоступеневої, багатоступеневої та неперервної зміни навантаження в кожному циклі.  6. Для експериментальної перевірки результатів, отриманих аналітичним шляхом, розроблено і виготовлено навантажувально – вимірювальний пристрій для установки ЗНМ – 01, з допомогою якого виконано серію модельних випробовувань за схемою „ вал – втулка”. Аналітичні результати не суперечать експериментальним даним, а максимальна відносна похибка отриманих результатів не перевищує 22%.  7. На основі детермінованої математичної моделі ресурсу ПК, із застосуванням методу послідовного обчислення коефіцієнтів варіації функцій багатьох випадкових аргументів, розроблено спосіб оцінки надійності ПК в умовах змінних навантажень. Запропонований спосіб дозволяє врахувати випадковий характер вхідних параметрів: коефіцієнту зношування, величину навантаження, розмірів деталей (в межах встановлених допусків) і тривалості циклу навантаження.  8. В результаті аналізу отриманих розрахункових формул висунуто припущення про можливість підвищення надійності ПК шляхом їх формування з попереднім натягом. Отримано точне розв'язання зносоконтактної релаксаційної задачі з урахуванням пружності втулки та вала для випадку їх спряження з початковим натягом. Знайдено наближене розв'язання задачі із врахуванням зміщення центра вала внаслідок зношування. Обґрунтовано значення гранично допустимого попереднього натягу по критерію міцності і по критерію допустимого моменту тертя.  9. Для досліджуваних пар тертя „ сталь – бронзографіт” допустимий натяг становить 0,0035...0,0040 мм і процес автокомпенсації зношування суттєво не впливає на загальний ресурс спряження. Доцільність формування ПК із попереднім натягом полягає в забезпеченні роботи спряження при максимальних значеннях кута контакту вала і втулки, і, як наслідок, при мінімальних значеннях контактного тиску. Ресурс ПК після виробляння попереднього натягу є визначальним для загального ресурсу спряження.  10. Результати застосування отриманих математичних залежностей для визначення ресурсу ПК в умовах змінного навантаження, після виробляння попереднього натягу, не суперечать експериментальним даним, отриманим в результаті проведення модельних випробувань. Максимальна відносна похибка отриманих результатів не перевищує 15%.  11. Для оцінки адекватності розроблених математичних моделей та перевірки доцільності пропозицій з підвищення надійності ПК виконано стендові випробування на зношування автомобільного стартера. Аналітичні дані не суперечать експериментальним.  12. Розроблена інженерна методика оцінки зносостійкості та надійності ПК дозволяє на основі аналізу умов роботи вузлів тертя та на основі достовірного визначення параметрів математичних моделей, прогнозувати надійність досліджуваних спряжень і розробляти заходи щодо її підвищення.  13. В подальших дослідженнях з метою підвищення точності математичних моделей і розширення меж їх застосування доцільним є врахування несталого характеру процесу зношування в період припрацювання спряжених поверхонь, а також врахування температурного фактору, швидкості ковзання і шорсткості поверхонь. | |