

## ПОПЕРЕДНЯ ПРИКАТКА РАДІАЛЬНО-УПОРНИХ ШАРІКОПІДШИПНИКІВ

Л. П. Артемова, ст. наук. співробітник ТОВ „УкрНДІВП”,  
С. П. Елизаров, канд. техн. наук, В. О. Артемов, канд. техн. наук  
Одеський державний аграрний університет

*Доведена необхідність попередньої прикатки підшипників і розроблено метод попередньої прикатки, який виключає швидку втрату натягу в дуплекс-парах і точності шпіндельних вузлів, зібраних на прикатаних підшипниках.*

### ВСТУП

Досвід збірки і контролю на обробно-розточувальних головках, змонтованих на здвоєних в дуплекс-пари підшипниках, що працюють з попереднім натягом, показав, що в перші години роботи після збірки вони втрачали натяг, а точність знижувалася до неприпустимих меж.

При спаровуванні підшипників в стані поставки в дуплекс-пари було знайдено, що при перевірці зусилля зсуву зовнішнього дистанційного кільця, характеризуючого зусилля натягу, складальнику доводилося кілька разів повертати зовнішнє кільце підшипника, зтягнутого зусиллям дуплексування. З кожним обертом кільця спостерігалось систематичне зменшення зусилля зсуву. При багатократному повторенні цього досліду була помічена закономірність, що втрата натягу відбувається при перших обертах підшипника.

### МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Для аналізу виявленої закономірності був проведений експеримент, при якому декілька підшипників дуплексували із зусиллям натягу, в 10 разів перевищуючим нормальне зусилля попереднього натягу, і поверталися в ручну. Потім ці ж підшипники спаровували з нормальним зусиллям натягу і явище первинної втрати натягу зникало. Виходячи з цього спостереження, було вирішено частину дуплекс-пар підшипників зібрати з вказаною вище ручною прикаткою під підвищеним зусиллям, а потім, встановивши нормальний натяг, вмонтовувати в шпіндельний вузол (ШВ) разом з тими парами, для яких при збірці не проводилась ручна прикатка.

Контроль ШВ, зібраних на підшипниках, що не пройшли попередню прикатку, показав, що відбулось зниження точності вузлів, а також втрата попереднього натягу в дуплекс-парах аж до неприпустимих меж.

Контроль дуплекс-пар, зібраних з підшипників, що пройшли попередню ручну прикатку, показав збереження заздалегідь встановлених величин натягу, а зміни биття осі обертання шпінделів були незначні.

При вивченні впливу процесу попередньої прикатки на точність форми бігових доріжок качення зовнішніх кілець підшипників були проведені вимірювання некругlosti бігових доріжок (рис. 1, 2), які показали, що в зоні сліду, що прикатувався, величина некругlosti менше ніж в зоні сліду, що не прикатувався.

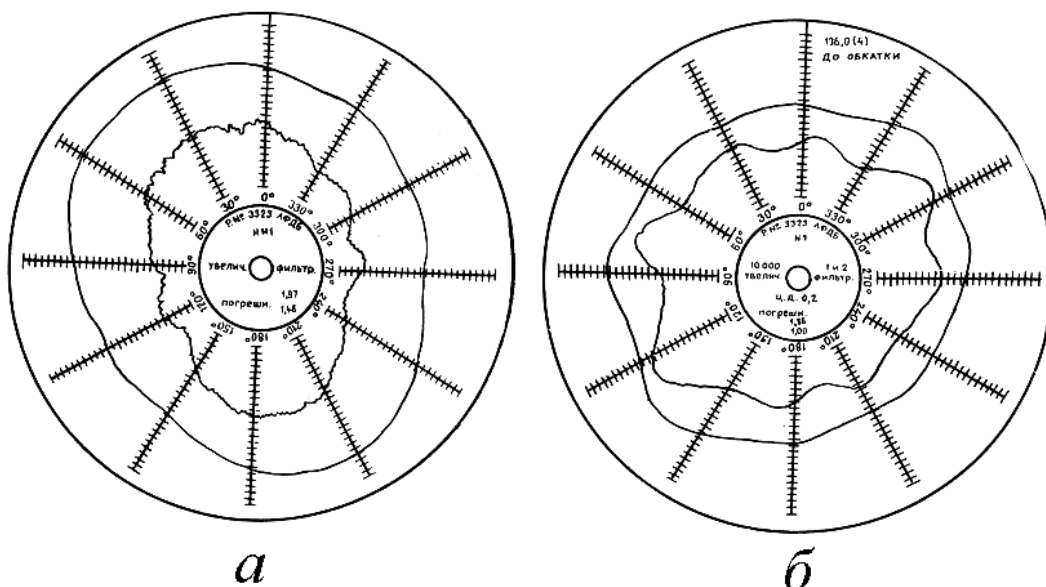


Рис. 1. Діаграми некругlosti неприкатані ділянки зовнішніх кілець підшипників а і б.

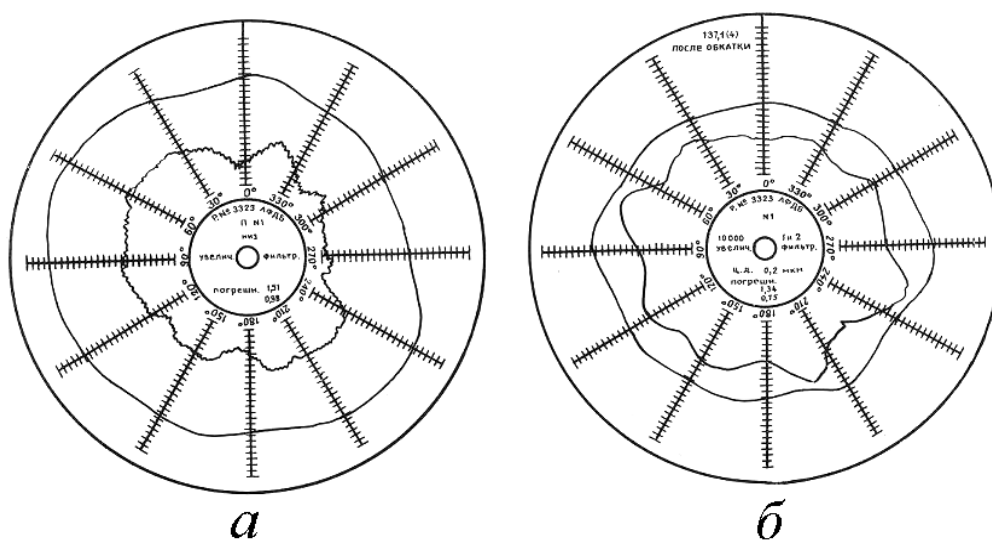


Рис. 2. Діаграми некругlosti прикатаного участка зовнішніх кілець підшипників а і б.

Результати, отримані в процесі досліджень, свідчать про необхідність попередньої прикатки підшипників, тому був розроблений спосіб попередньої прикатки, що виключає швидку втрату натягу в дуплекс-парах і точності вузлів шпінделів, зібраних на прикатаних підшипниках.

Розроблений спосіб прикатки полягає в наступному: підшипники прикатують до їх установки в ШВ;

прикатані підшипники базуються по технологічних базах остаточної обробки;

величину осьового зусилля прикатки вибирають в 5—10 разів більше заданого зусилля осьового натягу;

частоту обертання вибирають в межах 8,36—20,9 рад/с (80—200 об/хв);

тривалість прикатки 2—5 хв.

Прикатка підшипників до їх установки в ШВ виключає подальшу прикатку зібраних ШВ, їх розбирання, промивку, змащування і остаточну збірку, яка застосовується на ряді вітчизняних станкозаводів і підприємствах зарубіжних фірм і приводить до великих витрат часу і засобів, але не дає потрібних результатів.

Базування підшипників при прикатці по технологічних базах остаточної обробки обумовлено наступним.

На отримання точності підшипників в основному впливає точність форми бігових доріжок кілець підшипників.

Зовнішнє кільце має якнайменшу жорсткість в підшипнику, і через технологічні труднощі точність виготовлення зовнішніх кілець підшипників по ГОСТ 520—71 поступається точністю внутрішніх.

Невисока жорсткість обох кілець підшипників є причиною того, що при виготовленні кілець не задається некруглість їх форми. Вона виходить в результаті биття кілець, під яким розуміють різнотолщинність кілець по колу.

Деталі робочих вузлів ШВ звичайно невимірно жорсткіші за кільця підшипників, тому останні приймають форму посадочних поверхонь, що сполучаються з поверхнями кілець. Так, якщо виконати ідеально круглу шийку шпінделя, то кільце прийме форму шийки, а бігова доріжка буде мати некруглість, що дорівнює биттю кільця. Це ж в ще більшому ступені, через меншу жорсткість, відноситься і до бігової доріжки зовнішнього кільця підшипника, зв'язаного з точкою поверхні корпусу.

Тому під час прикатки підшипників посадочні діаметри відповідно внутрішнього і зовнішнього кілець приймають форму точних поверхонь, що сполучаються, а бігові доріжки як би розкочуються, тобто відбувається рівномірний розподіл мікронерівностей по товщині кілець. Разнотолщинність кілець при цьому зменшується, кільця одержують після накочення прироблену бігову доріжку з некруглою, рівною биттю кільця.

Вибір осьового зусилля прикатки, в 5—10 разів перевищуючого задане зусилля осьового натягу, обумовлюється наступними чинниками:

скороченням часу прикатки;

наявністю надійного радіального натягу кілець, які повинні прийняти форму базових поверхонь прикаточного пристрою;

полегшенням монтажу підшипників в прикаточном пристрої;

наявністю достатнього зусилля, необхідного для прироблення бігових доріжок.

Для запобігання перегріву підшипників частота обертання вибирається в межах 8,36—20,9 рад/с (80—200 об/хв).

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Розроблений спосіб був досліджений в ТОВ „УкрНДІВП” на підшипниках 46111 з дослідженням режимів прикатки і подальшою перевіркою працездатності підшипників в обробно-розточувальних головках.

В результаті перевірки встановлено, що довговічність роботи обробно-розточувальних головок, зібраних на прикатаних підшипниках за пропонуваним способом по параметру збереження точності, вище, ніж головок, зібраних на не прикатаних підшипниках.

Збільшення довговічності досягається:

підвищенням початкової точності обробки, яка у свою чергу пов'язана з підвищенням точності обертання підшипників після прикатки;

тривалістю збереження попереднього натягу підшипників і радіальної жорсткості ШВ.

Обґрунтування вибору режимів прикатки базується на величині контактні напруги, яка виникає в зоні контакту шаріка з біговою доріжкою внутрішнього кільця підшипника і кількості циклів навантажень  $N$ .

При дії осьового навантаження на підшипник в контактні тіла качення з біговою доріжкою внутрішнього кільця виникають контактні напруги, які виражаються залежністю [1]:

$$\sigma = 5100 \cdot \sqrt[3]{\frac{A}{z d_u^2 \sin \beta}} \text{ (кгс / см}^2\text{)}. \quad (1)$$

В системі СІ формула (1) приймає вигляд:

$$\sigma = 1,083 \cdot 10^7 \cdot \sqrt[3]{\frac{A}{z d_u^2 \sin \beta}} \text{ (МПа)},$$

де  $A$  - осьове навантаження на підшипник, Н;

$z$  - число шариків в підшипнику;

$d_{ш}$  - діаметр шаріка, м;

$\beta$  - кут контакту в підшипнику, град.

Кожна точка зовнішнього кільця підшипника протягом часу  $t_m$  піддається числу циклів навантажень  $N$  [2].

$$N = \frac{t_m n_C z}{2\pi} \quad (2)$$

де  $t_m$  — час прикатки, с;

$n_C$  — частота обертання сепаратора, рад/с;

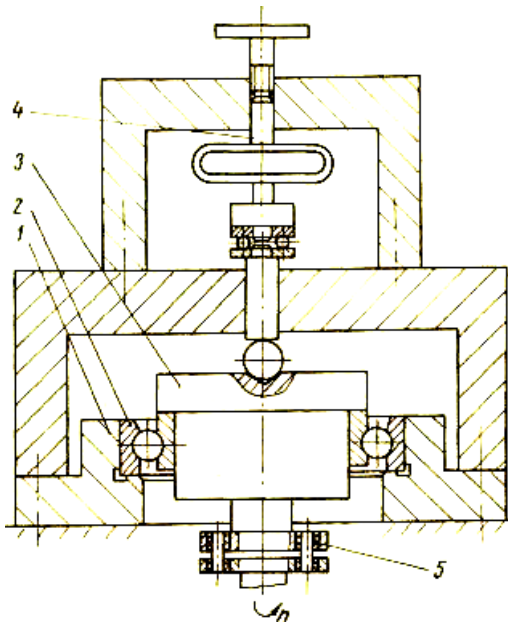
$$n_C = (n_H - n_B)(d_o - d_{ш} \cos \beta) / 2d_o, \quad (3)$$

$n_H, n_B$  — частота обертання зовнішнього і внутрішнього кілець підшипників відповідно, рад/с;

$d_o$  - середній діаметр підшипника,  $d_o = (D + d) / 2$ , м (де  $D, d$  — зовнішній і внутрішній діаметри підшипника відповідно, м).

Отримані величини  $\sigma, N$  є основними при виборі режимів накочення для всіх радіально-упорних шарікопідшипників ШВ металоріжучих верстатів.

Прикатка проводиться на пристрої, схема якого приводиться на рис. 3.



1 — корпус; 2 — підшипник, що прикатується; 3 — оправка; 4 — вузол навантаження; 5 — гнучка муфта

Рис. 3 . Схема пристрою для прикатки підшипників

Порядок прикатки підшипника:

підшипник до установки його в ШВ вмонтовують на оправку з торцем і вставляють в циліндрову розточку корпусу з якнайменш можливим радіальним зазором, торець корпусу утворює опорну базу для широкого торця зовнішнього кільця підшипника;

навантаження прикладається до торця оправки по осі підшипника;

оправка приводиться в обертання і здійснюється прикатка підшипника.

Пристрій попередньої прикатки має відповідати наступним основним вимогам [3]: для забезпечення тривалої роботи пристрою базові деталі — корпус і оправку виготовляють із сталі, що піддається термообробці до 60—62 HRC<sub>3</sub>; допуск круглості базових поверхонь — корпусу і оправки не більше 0,001 мм; допуск перпендикулярності базового торця оправки відносно її осі не більше 0,001 мм; допуск перпендикулярності базового торця корпусу відносно осі посадочного отвору не більше 0,001 мм; для забезпечення універсального використання пристрою для прикатки підшипників всіх класів точності одного типорозміру допуск на діаметр посадочного отвору корпусу повинен забезпечити для підшипників 4 класи точності, зовнішнє кільце яких виконано з найбільшим допуском по ГОСТ 520—71, посадку із зазором 0,003—0,005 мм; допуск на посадочний діаметр оправки повинен забезпечити для підшипника 4 класу точності посадку із зазором 0—0,003 мм; вузол навантаження повинен забезпечувати прикладання навантаження по осі підшипника, що досягається забезпеченням співвісної вузла навантаження з віссю оправки і точкового прикладання навантаження на підшипник в пристрої для накоплення підшипників (рис. 3);

на оправку з боку приводу обертання не повинні передаватися ніякі сили, окрім обертового моменту, що досягається співвісною установкою приводного елемента до осі оправки і використанням муфт, компенсуючих неспіввісність.

## **ВИСНОВКИ**

Встановлено, що довговічність роботи обробно-розточувальних головок, зібраних на прикатаних підшипниках за пропонованим способом по параметру збереження точності, вище, ніж головок, зібраних на не прикатаних підшипниках. Збільшення довговічності досягається:

підвищенням початкової точності обробки, яка у свою чергу пов'язана з підвищенням точності обертання підшипників після прикатки;  
тривалістю збереження попереднього натягу підшипників і радіальної жорсткості ШВ.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Бейзельман Р. Д. и др. Подшипники качения: Справочник.—М; Машиностроение, 1967.
2. Фигатнер А. М. и др. Контроль точности вращения прецизионных подшипников качения. — Станки и инструмент. — М., 1964, № 1.
3. Предварительная прикатка радиально-упорных подшипников для шпиндельных узлов металлорежущих станков. Средства и режимы прикатки. Методы и средства оценки качества прикатки. МУ 2.34-85.-М.: ВНИИТЭМР, 1987, 17 с.

## **ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ПРИКАТКА РАДИАЛЬНО-УПОРНЫХ ШАРИКОПОДШИПНИКОВ**

Л. П. Артемова, С. П. Елизаров, В. О. Артемов

### **Резюме**

Обоснована необхідність попередньої прикатки радіально-упорних шарикоподшипників і розробтан спосіб попередньої прикатки, який виключає швидку втрату натягу в дуплекс-парах і точності вузлів шпинделів, зібраних на прикатаних підшипниках

## **PREFITTING OF ANGULAR-CONTACT BALL BEARINGS**

L.P.Artemova, S.P.Yelizarov, V.A.Artemov

### **Summary**

The necessity is grounded as for prefitting of angular-contact ball bearings with making up its way preventing fast loss of preloading in duplex pairs and precision of spindle units assembled with prefitted bearings.