

УДК 621.822

А.А. Ткачук, Ю.А. Лук'янчук

Луцький національний технічний університет

ФОРМУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ШОРСТКОСТІ В ПРОЦЕСІ ПРИПРАЦЮВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ КІЛЕЦЬ РОЛИКОПІДШИПНИКІВ

Для перевірки експлуатаційних якостей підшипників кочення проводять виміри та випробування підшипників та їх деталей.

При цьому вимірюють наступне: виступання торців кілець радіально-упорних підшипників при їх монтажі; геометричні параметри підшипників, які обумовлені в технічних умовах ГОСТ 520-55 або спеціальних ТУ; вагу деталей та ін. Проводять також металографічні дослідження деталей попередньо розібраних підшипників.

Завданням стендових випробувань підшипників кочення є встановлення в короткий термін фактичної довговічності підшипників даного типу при заданому робочому режимі та вивчення характеру і причин виходу них з ладу.

Проведення випробувань в експлуатаційних умовах пов'язано з труднощами урахування додаткових чинників, що впливають на строк служби підшипників (дефекти монтажу, невідповідність якості, кількості та періодичності змащування, нестабільність режиму роботи, несприятливі конструктивні особливості вузлів, в яких встановлені підшипники, неможливість здійснення деяких вимірювань і т. п.).

При стендових випробуваннях ці несприятливі умови можуть бути повністю або значною мірою усунуті. Для цих цілей створені та введені в експлуатацію різні конструкції

випробувальних машин, які дають можливість проводити дослідження довговічності підшипників в широкому діапазоні режимів відповідно до встановленої методики. Методика регламентує умови проведення випробування, характер підготовчих робіт (відбір та підготовку зразків), обробку та оформлення результатів випробувань.

В процесі припрацювання функціональних поверхонь кілець роликопідшипників в силу виникаючих механічних впливів між контактуючими поверхнями відбувається еволюція їх мікропрофілів із технологічного в експлуатаційний стан, тобто в такий, який буде зберігатись в основному на протязі всього нормального циклу роботи спряження. Зазвичай експлуатаційний мікропрофіль формується в кінці процесу припрацювання, коли стабілізується температура, коефіцієнт тертя та складні фізико-хімічні процеси, що відбуваються в зоні контакту. Таку еволюцію можна прослідкувати на прикладі зовнішньої функціональної поверхні внутрішнього кільця роликопідшипника виготовленого зі сталі ШХ15 (рис. 1).

Після чистового точіння (рис. 1а) проводиться операція алмазного вигладжування після якої формується технологічний мікропрофіль, параметри якого та фрагменти мікротопографії показано на рис. 1б. Потім в зборі проводиться припрацювання підшипника на установці (рис. 2) відповідно до заданого плану експерименту. По закінченню процесу припрацювання на функціональних поверхнях обох трибоелементів сформувався експлуатаційний мікропрофіль, фрагменти якого показано на рис. 1в.

Профілограми знято в однаковому масштабі. Привертає до себе увагу той факт, що поверхні підігнані одна до одної, тобто вони дійсно пройшли фазу припрацювання.

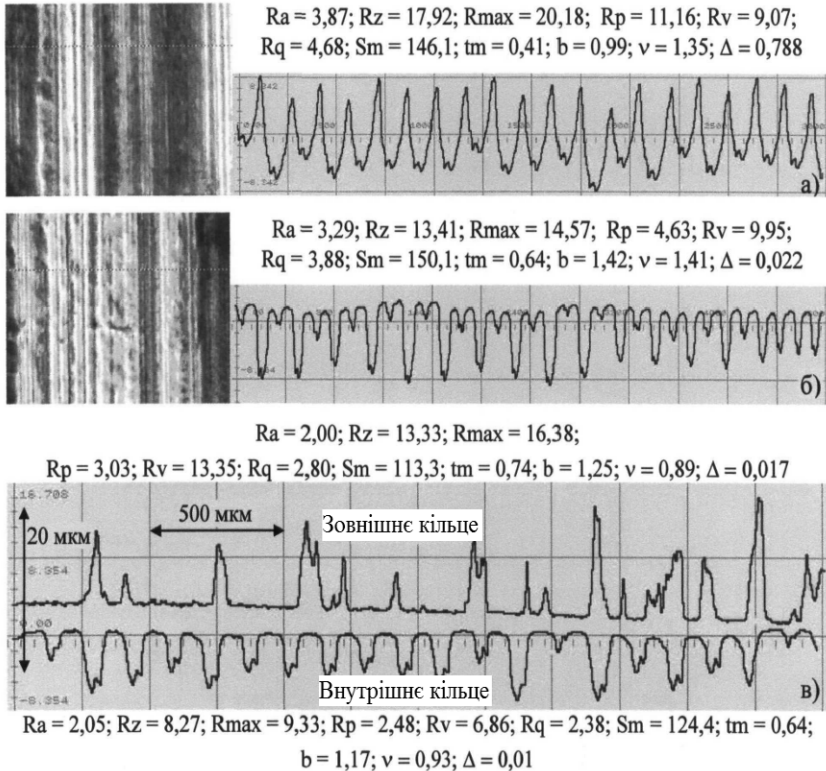


Рис. 1. Еволюція мікропрофілю поверхні зразка виготовленого зі сталі ШХ15 в процесі окремих етапів життєвого циклу: а) чистове точіння; б) алмазне вигладжування; в) фініш процесу припрацювання.

Динаміку еволюції поверхні внутрішнього кільця можна прослідкувати за окремими параметрами починаючи від чистового точіння, закінчуючи процесом припрацювання (рис. 1). Так наприклад параметр $\Delta=0,79$ після чистового точіння, а після алмазного вигладжування зменшується до 0,022, тобто в 35,08разів.

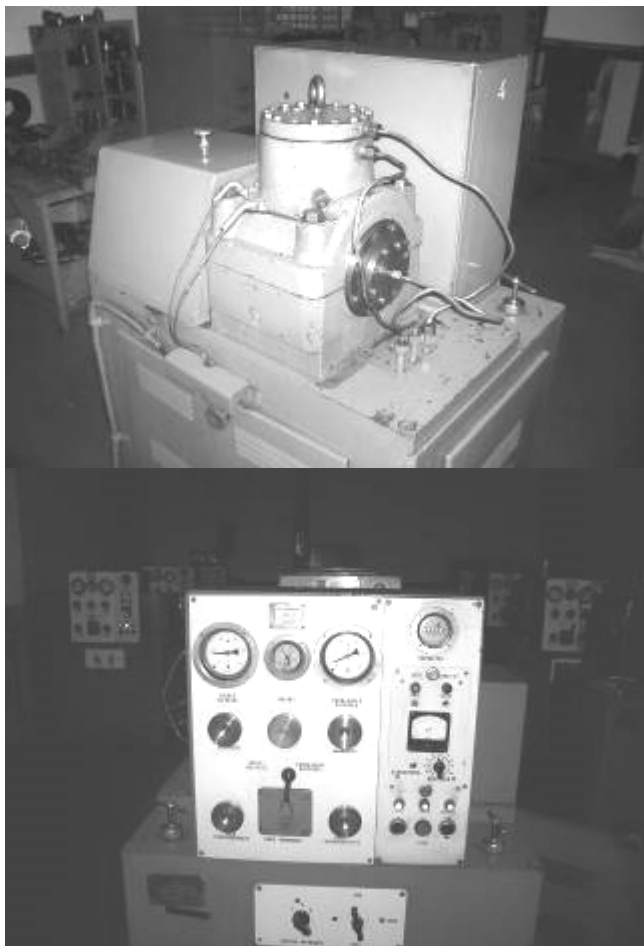


Рис. 2. Установа для випробування підшипників на довговічність

Враховуючи, що величина Δ (безрозмірний комплекс Крагельського-Комбалова) при своєму зменшенні він сприяє підвищенню рівня зносостійкості, отже дана цифра ще раз підкреслює ефективність обробки поверхневим пластичним деформуванням (надалі ППД) для підвищення зносостійкості поверхні. Після процесу припрацювання ця

величина зазнає подальшого зменшення до 0,01, тобто стає в 2,2рази меншою технологічного значення.

Порівняння мікротопографії поверхні внутрішнього кільця, показує що під час припрацювання поверхня частково втрачає ефект згладжування вершин профілю (рис. 1б) і має на собі сліди мікро подряпин, які утворюються або контактуючою поверхнею, або частинками продуктів зношування.

Що стосується експлуатаційної шорсткості зовнішнього кільця, то її вигляд різко відрізняється від початкової, яка мала наступні параметри: $R_a=1,52\text{мкм}$; $R_z=7,8\text{мкм}$; $R_{\text{max}}=8,9\text{мкм}$; $R_p=3,2$; $S_m=105\text{мкм}$; $b=0,91$; $v=1,95$; $\Delta=0,06$. Порівнюючи ці параметри з параметрами наведеними на рис 1в, потрібно відмітити, що мікропрофіль поверхні зазнав значних змін. Висотні параметри R_a , R_z , R_{max} збільшилися, причому параметр R_{max} збільшився майже в 2 рази, а параметр R_a залишився без змін. Це говорить про те, що різко зросла несуча здатність поверхні. Про це також свідчить порівняння величин b та v (параметри параболічної апроксимації початкового відрізка опорної кривої) технологічної та експлуатаційної шорсткості.

Величина Δ для функціональної поверхні зовнішнього кільця зменшилася в 3,3 рази, що також вказує на підвищення триботехнічних характеристик порівняно з технологічними.

Наведений приклад показує, що в процесі припрацювання висотні параметри шорсткості не завжди повинні зменшуватися. Вони можуть і збільшуватися. Це може сприятливо позначатися на підвищенні зносостійкості пари в цілому, тому що при цьому створюються додаткові мікро об'єми, які можуть служити як своєрідними «кишенями» для змазки, так і «сховищами» продуктів спрацювання.

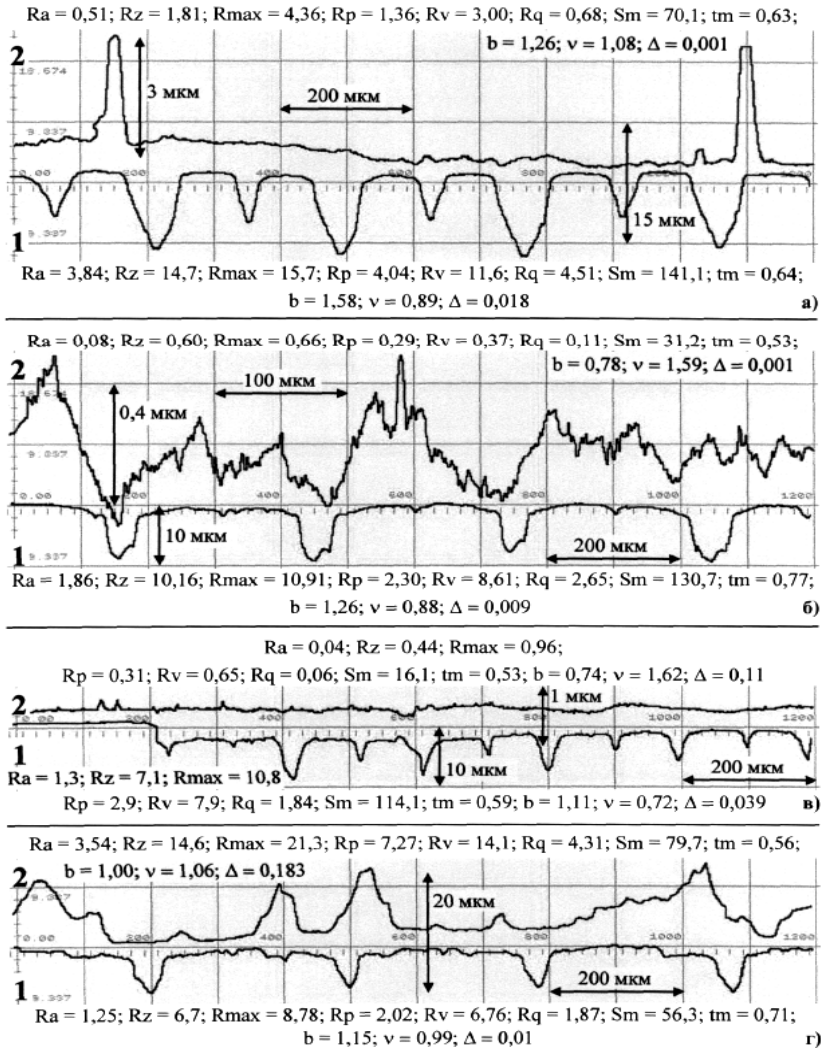


Рис. 3. Типові лістинги профілограм з розрахунковими параметрами експлуатаційної шорсткості для внутрішніх поверхонь зовнішніх кілець (1) та зовнішніх поверхонь внутрішніх кілець (2) роликотішлипників виготовлених зі сталей: а) 9ХС; б) 9Х18; в) ШХ15; г) ШХ15СГ.

Аналогічні картини можна спостерігати на прикладі аналізу поверхонь трибоелементів інших пар тертя (рис. 3).

Звертає на себе увагу той факт, що у всіх випадках застосування обробки ППД алмазним вигладжуванням призводить до отримання експлуатаційної шорсткості з наявністю «кишень» між окремими виступами та субмікрошорсткістю на виступах. Параметри шорсткості як зовнішніх, так і внутрішніх кілець роликопідшипників змінюються в досить широких межах, які можна оцінити за рис. 3.

Обробка результатів даного активного експерименту дозволила отримати фізико-статистичні моделі формування параметрів експлуатаційної шорсткості в залежності від досліджуваних факторів, придатні для практичного застосування.

В ході проведення експериментальних досліджень було виявлено закономірності еволюції мікропрофілю контактуючих поверхонь трибоелементів із технологічного в експлуатаційний стан, які показують, що його висотні параметри (особливо R_{max}) можуть як зменшуватись, так і збільшуватись, що визначається факторами триботехнологічної системи (режими чистової обробки, режим наступної обробки ППД, силові, швидкісні та динамічні фактори припрацювання, мащення).

Література:

1. Мосталигін А.Г. Підвищення зносостійкості деталей // *Машинобудівник* - 1980 . - № 12. - С.31 - 32.
2. Спришевський А.И. Подшипники качения. - М.: Машиностроение, 1969. – 184с.