

УДК 629.424.1

ВПЛИВ ПОВЕРХНЕВОЇ ШОРСТКОСТІ НА ГІДРОДИНАМІЧНЕ ОБЕРТАННЯ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ

**А.В. Погребняк, доцент, к.т.н., А.В. Євтушенко, доцент, к.т.н., Л.М. Козар, доцент,
к.т.н., Українська Державна Академія Залізничного Транспорту, м. Харків**

Анотація. Розглянуті питання впливу шорсткості поверхонь ковзання підшипників на товщину оливної плівки, вантажопідіймальність та інші показники. Запропоновано деякі рекомендації щодо вибору оптимального значення поверхневої шорсткості.

Ключові слова: підшипник ковзання, вантажопідіймальність, змішане тертя, шорсткість поверхні.

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ШЕРОХОВАТОСТИ НА ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ ВРАЩЕНИЕ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

**А.В. Погребняк, доцент, к.т.н., А.В. Евтушенко, доцент, к.т.н.,
Л.М. Козарь, доцент, к.т.н., Украинская государственная академия
железнодорожного транспорта, г. Харьков**

Аннотация. Рассмотрены вопросы влияния шероховатости скользящих поверхностей подшипника на толщину масляной пленки, грузоподъемность и другие показатели. Предложены некоторые рекомендации по выбору оптимального значения поверхностной шероховатости.

Ключевые слова: подшипник скольжения, грузоподъемность, смешанное трение, шероховатость поверхности.

EFFECTS OF SURFACE ASPERITIES ON HYDRODYNAMIC ROTATION OF SLIDING BEARINGS

**A. Pogrebnyak, Associate Professor, Candidate of Engineering Sciences,
A. Yevtushenko, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
L. Kozar, Associate Professor, Candidate of Engineering Sciences,
Ukrainian State Academy of Railway Transport, Kharkiv**

Abstract. The article considers issues related to effects produced by surface asperities of bearing sliding surfaces on the optimum bearing width, carrying capacity, and other indicators. Some recommendations concerning the choice of optimum values for surface asperities have been given.

Key words: sliding bearing, carrying capacity, mixed friction, surface asperities.

Вступ

Поверхнева шорсткість є мікрогеометричними порушеннями на поверхні предмета. Існуючі стандарти передбачають багато різних показників і способів визначення якості поверхні. За німецьким промисловим стандартом – це R_t , за «JUS M.A.I 020/021» – це R_a . Ще існує R_z – усереднена величина шорсткості.

Ці геометричні показники безпосередньо не застосовуються у гідродинамічних розрахунках підшипників, проте їх величина чинить значний вплив на гідродинамічне обертання, оскільки від неї залежить мінімальна необхідна товщина оливної плівки. Таким чином, постає питання про необхідність урахування впливу поверхневої шорсткості підшипника на гідродинамічне обертання.

Аналіз публікацій

Аналіз публікацій за цією темою засвідчує, що у багатьох випадках поверхнева шорсткість практично не враховується в методиках вибору і розрахунку підшипників ковзання. Особливо це стосується до ситуації, коли виникає так зване «змішане тертя». Тому необхідно розглянути ряд моментів, які пов'язані з цим явищем [1–3].

Мета і постановка задачі

Мета статті – забезпечення оптимальних параметрів гідродинамічного обертання підшипника ковзання.

Задача полягає у визначенні оптимальної шорсткості поверхонь ковзання.

Вибір оптимальної поверхневої шорсткості підшипників ковзання

Поверхнева шорсткість ковзаючих поверхонь підшипника безпосередньо не застосовується у гідродинамічних розрахунках підшипників, проте вона чинить значний вплив на гідродинамічне обертання підшипника, оскільки від неї залежить мінімальна глибина оливної плівки h_{\min} .

Що стосується самої вантажопідіймальності підшипника, то тут недвозначно ясно, що за більшої точності обробки поверхонь ковзання збільшується вантажопідіймальність підшипника [4].

На практиці багаторазово було доведено, що якась певна шорсткість поверхонь ковзання потрібна і що слід обробляти підшипник з точністю, що перевищує цю, якщо ми хочемо уникнути запитання підшипника. Проте за додаткового рідинного тертя вигіднішими є дуже гладкі поверхні. При розгоні, гальмуванні і приводі підшипника, коли ми ніяк не можемо уникнути змішаного тертя, потрібна певна поверхнева шорсткість поверхонь [5].

За змішаного тертя має місце безпосередній контакт поверхонь ковзання підшипника, що часто (не завжди) пов'язане зі зрушенням і, відповідно, з віднесенням матеріалу. Якщо поверхня підшипника є досить шорсткою, то має місце зрушення окремих кінців профілю, за якого потрібні менші зусилля, а температура підшипника підвищується мало.

За «дуже гладких поверхонь» має місце збільшення відповідної поверхні підшипника, внаслідок чого зменшуються питомі навантаження, зрушення матеріалу проявляється не відразу, а тільки після закінчення певного часу, коли матеріал нагріється настільки, що відповідним чином зміниться його міцність. В цьому випадку зрушення і, відповідно, зношення матеріалу є більш об'ємним, як за об'ємом, так і за розміром часток, які є занадто великими для того, щоб їх можна було видаляти разом з оливою, не пошкодивши при цьому поверхонь ковзання підшипника [6].

На жаль, поверхні ковзання не піддаються ніякій числовій оцінці, ні відносно гладкості, ні відносно шорсткості. Існують загальні положення відносно того, що висота мікронерівностей не має бути меншою, ніж 1–2 мікрони, і більшою, ніж 2–4 мікрони (за R_t). Це приблизні значення, за яких можна легко змінювати силу тертя під час розгону і гальмування, якщо використовується змащування підшипника під високим тиском.

У табл. 1 наведено значення шорсткості поверхонь ковзання, які легко досягаються за допомогою різних процесів обробки (14 розрядів).

Таблиця 1 Шорсткість поверхонь (14 розрядів)

Параметр шорсткості	Приблизне значення, мкм
R_t (згідно з німецьким промисловим стандартом 4767)	0,12; 0,25; 0,40; 0,80; 1,60; 2,50; 5,00; 10,0; 16,0; 31,5; 63,0; 100,0
R_z (висота нерівностей профілю за 10 точками згідно з ГОСТ 2789-73)	0,05; 0,10; 0,20; 0,40; 0,80; 1,60; 3,20; 6,30; 12,5; 25; 50; 100; 200; 400
R_a (середньоарифметичне відхилення профілю згідно з ГОСТ 2789-73)	0,012; 0,025; 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6; 3,2; 6,3; 12,5; 25; 50; 100

При виборі допусків на якість обробки необхідно знайти середній шлях між гідродинамічними вимогами, з одного боку, і можливими витратами на виготовлення, з іншого боку.

Висновки

Підшипники ковзання правильно вибрано за розмірами, якщо температура і знос підшипника знаходяться у допустимих межах.

При розрахунках підшипників зазвичай задаються навантаженням, діаметром і кутвою швидкістю.

Кількісно допустимі значення для питомих навантажень підшипника залежать від цілого ряду чинників, одним з яких є поверхнева шорсткість, яка впливає на вантажопідіймальність, необхідну товщину оливої плівки та інші параметри.

Мінімальна товщина оливої шару має бути більшою, унаслідок поверхневої шорсткості ковзаючих поверхонь і можливих деформацій підшипника, проте, по змозі, вона має бути меншою, ніж $1/6$ зазору підшипника, щоб уникнути небезпеки нестабільного обертання підшипника.

Таким чином поверхні ковзання підшипників не мають бути ідеально гладкими, навпаки, завжди має бути якась мінімальна поверхнева шорсткість, краще за яку обробляти підшипники не слід.

Література

1. Флейшер Г. Радиальные подшипники скольжения. Расчет оптимальных параметров: / Г. Флейшер, В. Гнильке // Техника машиностроения: немецкое издание для промышленности. – Лейпциг, 2010. – №9. – С. 477–486.
2. Флейшер Г. Гидродинамические смазываемые подшипники скольжения / Г. Флейшер, О. Боденштейн, Х. Тхум // Немецкое издание для промышленности. – Лейпциг, 2010. – 340 с.
3. Слеймекер Р.Р. Расчет подшипников скольжения: учеб. пособ. / Р.Р. Слеймекер. – Белград, 2010. – 265 с.
4. Фогельпохль Г. Надежные подшипники скольжения / Г. Фогельпохль. – Берлин: Изд-во Шпрингера, 2011. – 180 с.
5. Кара В.Х. Влияние состояния поверхности на грузоподъемность смазываемых плоскостей / В.Х. Кара // Сообщение Союза немецких инженеров. – Берлин. – 2011. – №141. – С. 49–53.
6. Вильсон Д.С. Влияние изменений в геометрии на гидродинамические характеристики подшипников / Д.С. Вильсон // Труды «ASLE». – Любляна. – 2011. – №4. – С. 411–419.

Рецензент: Л.А. Тимофеева, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 17 травня 2012 р.