

АНАЛІЗ ТИПОВИХ СХЕМ ВИПРОБУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА КРИТЕРІВ ОЦІНКИ ТРИБОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СПРЯЖЕНИХ ДЕТАЛЕЙ

В статті проведено аналіз установок для випробувань спряжених деталей на зносостійкість, визначено базові аналітичні вирази для прогнозування поведінки цих пар в процесі експлуатації та подано приклад номограм для оцінки життєвого циклу даних деталей.

Ключові слова: *тертя, випробування, зношування, довговічність, спряження, номограма*

В статье проведен анализ установок для испытаний сопряженных деталей на износостойкость, определены базовые аналитические выражения для прогнозирования поведения этих пар в процессе эксплуатации и приведен пример номограмм для оценки жизненного цикла данных деталей

Ключевые слова: *трение, испытания, износ, долговечность, сопряжения, номограмма*

The article analyzes the systems for testing conjugate parts for wear, defines the basic analytical expressions for predicting the behavior of these pairs in operation and is an example of nomograms to assess the life cycle of these components

Keywords: *friction tests, wear, durability, pairing nomogram*

Постановка проблеми. В сучасних умовах розвитку машинобудування найбільш високий пріоритет отримують експериментальні, матеріалознавчі аспекти оцінки зносостійкості спряжених поверхонь тертя, які полягають в підборі матеріалів з високими характеристиками зносостійкості. Однак цим шляхом можна лише знизити інтенсивність процесу зношування, але не керувати самим процесом зношування і, що особливо важливо, змінами стану та працездатності спряжених поверхонь, які виникають внаслідок процесу зношування.

Формулювання цілей статті. Довговічність машин закладається на стадії конструювання і залежить від схеми конструкції, використаних матеріалів, мастильних матеріалів та інших чинників. Отже можна стверджувати, що збільшення довговічності спряжених деталей машин неможливе без створення сучасних інженерних методів розрахунку зносостійкості, в яких враховувалися б фізико-механічні характеристики матеріалів пар тертя, режими роботи вузла (навантаження, кутова швидкість), зовнішні умови тертя (навколишнє середовище, змащення) і конструктивно-технологічні особливості фрикційного спряження.

Таблиця 1

Базові аналітичні вирази для визначення інтенсивності процесу зношування

№	Вираз	Автори	Примітка
1.	$J = \frac{\varepsilon h_{\max} A_r}{(v+1) d n_p A_c}$	Крагельский І.В.	Втомне зношування
3.	$J = \frac{h A_r}{(v+1) d n_p A_c}$	Чичинадзе А.В.	Механічне зношування
4.	$J = \frac{\rho \psi l P}{P_{cp} K \phi}$	Малхерн Т. Самуельс Л.	Абразивне зношування
5.	$J = \frac{tg\theta \rho}{6 P}$	Екімото Д. Цукідзо Т.	Механічне зношування
6.	$J = \frac{\pi h^2 (R - \frac{h}{3}) n_a}{A_a d n_p}$	Ікрамов У. Макхамов К.Х.	Абразивне зношування

де A_r та A_c – фактична та контурна площі контакту; P – навантаження; $h_{\max}, tg\theta, v$ – параметри шорсткості поверхні; H – твердість; ρ – густина; P_{cp}, P_a – середній та номінальний тиск; f – коефіцієнт тертя; l – шлях тертя; R – газова постійна; T – абсолютна температура; $\psi, n, r, k, \lambda, \phi$ – емпіричні коефіцієнти; ε – відносні деформація; d – діаметр зони контакту.

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

Виклад основного матеріалу. Під час зношування двох дотичних тіл нерівності одної поверхні вступають в контакт з нерівностями іншої поверхні. При цьому нерівності більш міцного матеріалу діють подібно до абразивних елементів, зрізуючи тонку стружку з мікронерівностей поверхні менш міцного матеріалу. В той же час нерівності які зрізують дану стружку зношуються самі, подібно до того як зношуються ріжучі абразивні інструменти. Існуючі методи математичного опису зношування спряжених деталей машин можна умовно розділити на дві групи: перша – заснована на фізико-механічних закономірностях зношування, що враховують вплив різних факторів на процес зношування, друга – заснована на аналізі кількісних змін процесу зношування без врахування фізичних процесів [4]. Провідними науковцями [1, 2] розроблено аналітичні вирази, що описують процес зношування (табл. 1) проте вони в повній мірі не відображають всіх аспектів процесу зношування, через неможливість врахування специфіки контакту різних триботехнічних матеріалів.

Для підтвердження теоретичних припущень застосовують трибологічні машини для випробувань на довговічність, за кінематичними ознаками всі установки для триботехнічних випробувань матеріалів ділять на два класи: односпрямованого і знакозмінного відносного переміщення. Всередині кожного класу установки поділяють на дві великі групи: на машини торцевого тертя і машини тертя з контактом по твірній, в кожній групі виділяють ще дві підгрупи: за коефіцієнтом взаємного перекриття K_{B3} , тому існує два граничних випадки: $K_{B3} \rightarrow 1$ та $K_{B3} \rightarrow 0$. Таким чином, на практиці використовуються випробувальні машини восьми типів, схеми яких представлені на рис. 1.

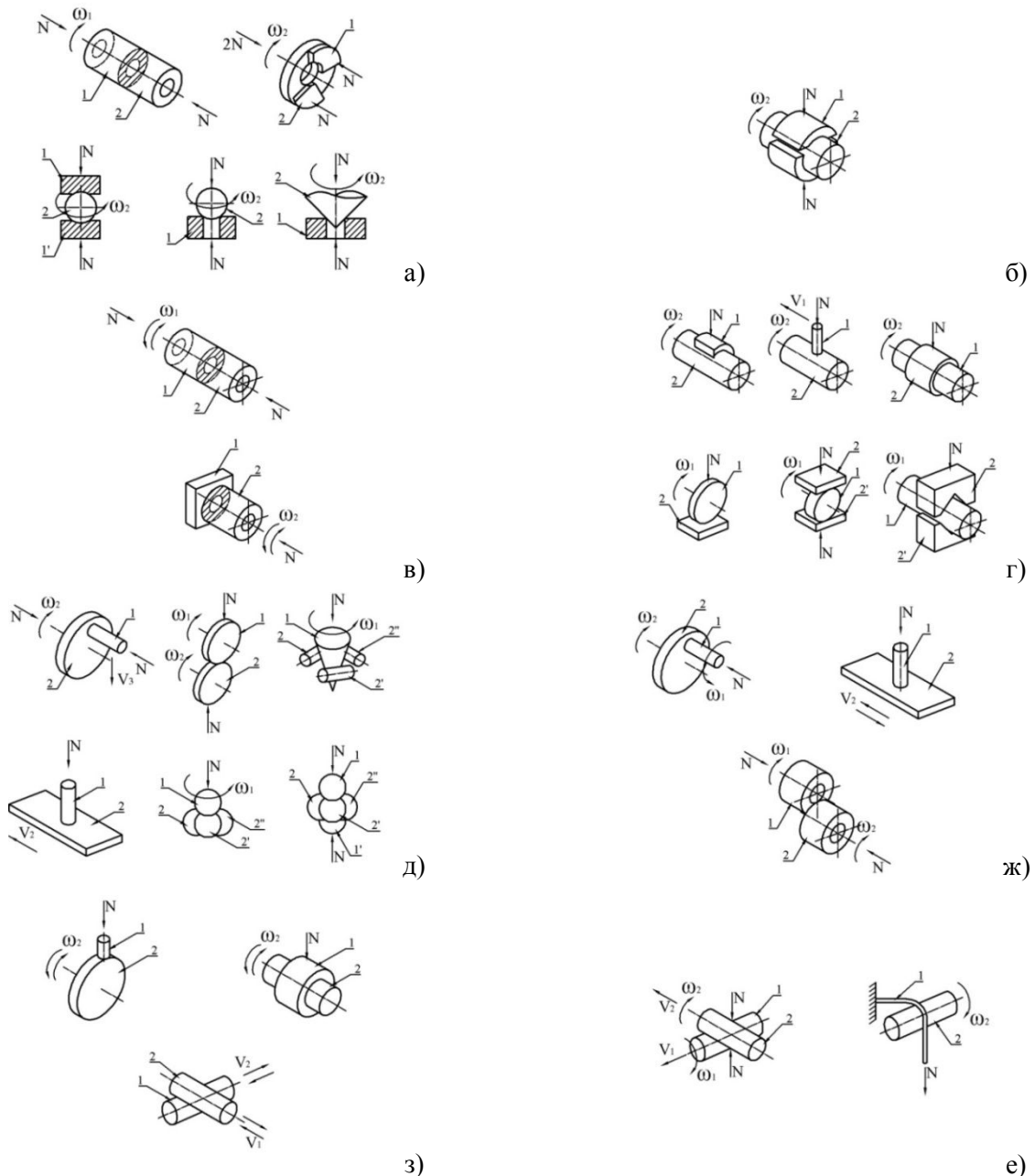


Рис. 1. Схеми найбільш розповсюджених машин для визначення зносостійкості

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

Введемо наступні позначення, у випадку $0,5 < K_{B3} < 1$: для а – односпрямованого торцевого тертя; б – односпрямованого тертя по твірній; в – знакозмінного торцевого тертя; г – знакозмінного тертя по твірній.

У випадку $0 \leq K_{B3} < 0,5$: для д – односпрямованого торцевого тертя; е – односпрямованого тертя по твірній; ж – знакозмінного торцевого тертя; з – знакозмінного тертя по твірній.

У табл. 2 наведені відомості про типові машини для випробувань на зносостійкість, які випускаються серійно, наведено схеми фрикційних вузлів та їх призначення.

Основними критеріями оцінки триботехнічних характеристик є інтенсивність зношування (критерій зносостійкості) і коефіцієнт тертя (критерій механічних втрат під час тертя – відношення сили тертя до величини нормальної сили. Згідно ГОСТ 27674-88 інтенсивність зношування – відношення товщини зруйнованого шару матеріалу до шляху, на якому відбувалось тертя, тобто зношування:

$$I = h / L \quad (1)$$

де h – величина зруйнованого шару, мм, за шлях тертя L , мм, при конкретних регламентованих умовах випробувань (змащування, наявність абразиву, температура зразків, навантаження).

У діючих стандартах та нормативних документах для оцінки зносостійкості матеріалів визначають інтенсивності зношування кожного зразка пари тертя або одного з них. Якщо під час випробувань визначають втрату маси кожного з випробуваних зразків, то інтенсивність зношування I для елементів пар тертя обчислюють за формулами, наведеними нижче (1-7).

Таблиця 2

Типові машини для випробувань спряжених пар на зносостійкість

Тип установки	Схема фрикційного вузла	Призначення машини
МИ-1М (схема а, б) СМЦ-2 (схема а, б, в) УМТ-1 (схема в) ВНИПП-542 (схема а)		Моделювання фрикційних спряжень з вищими кінематичними парами (зубчаті колеса, колесо-рейка, підшипники кочення)
МПИ-1 МПИ-2		Випробування пластмас на зношування за свіжим слідом при наявності абразиву
МДП-1 (схема а) УМТ-1 (схема а, б)		Дослідження тертя та зношування матеріалів при $K_{B3} \rightarrow 0$ високонавантажених спряженнях
МФТ-1 (схема б)		Визначення фрикційної теплостійкості матеріалів
МАСТ-1 (схема в, г) ЧШМ-3 (схема в)		Випробування мастил згідно ГОСТ 9490-75 при нормальній та підвищеній температурах, визначення температурної стійкості граничних змащувальних шарів для оцінки зношування матеріалів
Х4-Б		Дослідження стійкості матеріалів в режимі мікрорізання

Для зразків з меншою поверхнею зворотно-поступальних пар тертя (зразок 1, наприклад поршень, кільце) за період випробувань з числом циклів n :

$$I_1 = \frac{h}{2nH} = \frac{\Delta q}{2\rho_1 n H b l_{k1}} = \frac{\Delta q_1}{2\rho_1 n H A_a}, \quad (2)$$

де h_1 – зношений шар зразка 1 за n циклів; Δq_1 – втрата маси зразка 1 за n циклів; H – хід рухомого зразка; $2H$ – шлях тертя для всіх точок поверхні тертя зразка 1 за цикл; l – розмір зразка 1 в напрямку відносного переміщення; b – розмір зразка в напрямку, перпендикулярному відносному переміщенню; що характеризує номінальну площу контакту пари тертя; $A_a = l_k b$ – номінальна площа контакту пари (робоча площа зразка 1); ρ – густина зразка 1.

Для зразків 2 (з більшою поверхнею тертя, наприклад гільзи) за період випробувань з числом циклів n інтенсивність зношування визначається як:

$$I_2 = \frac{h_2}{2nl_k} = \frac{\Delta q_2}{2\rho_2 n l_k b H} = \frac{\Delta q_2}{2\rho_2 n H A_a}, \quad (3)$$

де $2l_k$ – найбільший шлях тертя поверхні зразка 2 за один цикл; h_2 – середнє значення зношеного шару зразка 2 за n циклів; Δq_2 – втрата маси зразка 2 за n циклів; ρ_2 – густина зразка 2.

Для пар тертя обертального руху за схемою «колодка-ролик» при визначенні втрати маси кожного з випробуваних зразків інтенсивність зношування визначають за такими формулами.

Для колодок за період випробувань з числом обертів n :

$$I_1 = \frac{h_1}{L_1} = \frac{\Delta q_1}{2\pi R n F \gamma_1}, \quad (4)$$

де h_1 – зношений шар зразка-колодки за n обертів (приймаємо його рівномірним по поверхні тертя зразка-колодки); Δq_1 – втрата маси зразка за n обертів; $L_1 = 2\pi R n$ – шлях тертя зразка за n обертів; R – радіус зразка ролика; $F = bl$ – номінальна площа контакту пари (площа зразка-колодки); l – розмір зразка-колодки в напрямку відносного переміщення; b – розмір зразка-колодки в напрямку, перпендикулярному до відносного переміщення; γ_1 – питома щільність матеріалу зразка-колодки.

Для зразка-ролика за період випробувань з числом обертів n інтенсивність зношування дорівнює:

$$I_2 = \frac{h_2}{L_2} = \frac{\Delta q_2}{2\pi R n b l \gamma_1}, \quad (5)$$

де h_2 – середня товщина зношеного шару зразка-ролика за n обертів; $L_2 = l$ – найбільший шлях тертя точок поверхні зразка-ролика за один оберт; Δq_2 – втрата маси зразка-ролика за n обертів; γ_2 – питома густина матеріалу зразка-ролика.

При торцевому терті:

$$I = \frac{\Delta h}{2\pi r_{cp} n}, \quad (6)$$

де Δh – середній лінійний знос за n циклів випробувань; r_{cp} – середній радіус площі контакту; n – сумарна кількість обертів рухомого зразка.

У випадку витирання гнізда циліндричним зразком на плоскому зразку при вимірюванні сумарного зносу середні інтенсивності зношування в ході збільшення числа обертів n_i , обчислюють за формулою:

$$I_{hi} = \frac{h_i}{30\pi n_i}, \quad (7)$$

де h_i – середнє значення переміщень, мм.

Крім інтенсивності зношування результати випробувань оцінюють за допомогою відносної зносостійкості, тобто за допомогою зважування зразків до і після випробувань, цим самим визначають середнє арифметичне значення втрати маси g_e , еталонних зразків та середнє арифметичне значення втрати маси зразків досліджуваного матеріалу g_o (8,9):

$$g_e = \frac{\sum_{i=1}^m g_{ei}}{m}, \quad (8)$$

$$g_o = \frac{\sum_{i=1}^m g_{oi}}{m}, \quad (9)$$

де g_{ei} , g_{di} – втрати маси, г, під час випробувань еталонних зразків та зразків досліджуваного матеріалу відповідно; m – кількість зрізків досліджуваного матеріалу.

Відносна зносостійкість досліджуваного матеріалу виражається як:

$$K_3 = \frac{g_e \cdot \rho_d \cdot n_d}{g_d \cdot \rho_e \cdot n_e}, \quad (10)$$

де ρ_e та ρ_d – густина еталонного та досліджуваного матеріалів відповідно, г/см³; n_e та n_d – кількість обертів ролика в ході випробувань еталонного та досліджуваного матеріалів.

Під час вимірювання розмірів зразків до та після випробувань відносна зносостійкість визначають за наступною формулою:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h_e}{\Delta h_d} \cdot \left(\frac{d_e}{d_d} \right)^2, \quad (11)$$

де Δh_e – абсолютний лінійний знос еталонного зразка – товщина зруйнованого шару; Δh_d – абсолютний лінійний знос досліджуваного зразка; d_e – фактичний діаметр еталонного зразка; d_d – фактичний діаметр досліджуваного зразка.

Якщо густини матеріалів еталонного і випробуваного зразків рівні, то відношення абсолютних лінійних зносів у формулі (11) допускається замінити відношенням абсолютних масових зносів. Допускається перераховувати масові зноси на лінійні з урахуванням щільності матеріалів зразків, коли неможливо точно виміряти абсолютний лінійний знос, або при різній густині еталонного і випробуваного зразків. За результат випробування матеріалу приймають відносну зносостійкість, обчислену як середнє арифметичне результатів двох ідентичних дослідів.

Використання розрахункових методів задля знаходження оптимальних конструктивних рішень суттєво може полегшити процес створення довговічних машин в аспектах зносостійкості їх деталей [3]. Застосовуючи їх, можна вирішити ряд науково-практичних завдань: вибирати і обґрунтовувати оптимальні конструктивні параметри деталей, що забезпечують мінімальну швидкість зношування; встановлювати граничні межі зношування деталей; підбирати типорозміри уніфікованих елементів; забезпечувати рівномірну стійкість вузла або деталі з кількома функціональними поверхнями; призначати зносостійкі матеріали і застосовувати технологічні методи їх методи зміцнення, обґрунтовувати вимоги до фізико-механічних властивостей; проводити порівняльну оцінку термінів служби деталей (вузлів), а саме, кількох варіантів конструктивного виконання; прогнозувати строки служби деталей за результатами короткочасних стендових або експлуатаційних випробувань. Таким чином справедливим буде твердження, що зношування являється таким же процесом знімання стружки, як і інші процеси абразивного оброблення. Різниця полягає лише в тому, що механооброблення виконується ріжучим інструментом з контрольованою геометрією (детермінований підхід), а на оброблені поверхні залишаються регулярно розміщені нерівності однакових розмірів, за один прохід знімається один шар стружки (стохастичний підхід). Під час процесу зношування нерівності дотичного тіла більш міцного матеріалу мають стохастичну геометричну форму на зруйнованій поверхні після припрацювання залишаються нерівності у випадковому порядку. Окрім того, під час зношування визначальний вплив має явище молекулярного схоплювання. Тому для характеристики зносостійкості справедливими будуть залежності встановлені для процесів абразивного оброблення. Якщо виділити переважаючі фактори, що впливають на процес зношування то вплив цих факторів в основному буде таким самим як дія аналогічних чинників в процесі різання металів.

Вплив поздовжньої подачі (або величини, пропорційної товщині знятого шару металу) під час механооброблення виражається наступним виразом:

$$J = H_{\max} = H_p + H_y \cdot \left(1 - \frac{s^2}{2R^2} \right), \quad (12)$$

де H_{\max} – реальна висота мікронерівностей, в мікронах; H_p – розрахункова висота нерівностей, отримана за геометричними розмірами вершини різця; H_y – пружне відновлення металу після знімання навантаження з індентора; s – поздовжня подача; R – радіус вершини різця.

Залежність $H_{\max} = f(s)$ виражається логарифмічною кривою (рис. 1), яка для значень $s = Ra\sqrt{2}$ піднімається вище кривої $H_p = f(s)$, а в точці $s = R\sqrt{2}$ перетинається з даною кривою й рухається вниз. Таким чином, справедливим буде твердження, що при подачах менших $s = R\sqrt{2}$

висота реальних мікронерівностей більша розрахункової висоти H_p , а після зазначеної подачі значення H_{\max} менше H_p .

Одним із розповсюджених методів оцінки мікрогеометрії поверхневого шару твердих тіл являється побудова кривої опорної поверхні (кривої Абота-Фастерстоуна). Ця крива характеризує заповнення матеріалом зон нормального січення твердого тіла, що знаходиться між паралельними лініями, проведеними вздовж профілю тіла [1]. Найбільш об'єктивною характеристикою являється крива залежності заповнення матеріалом зон поверхні твердого тіла, утвореними площинами, паралельними до його поверхні. В роботі [2] наведено рекомендації щодо експериментального отримання такої залежності. Даний спосіб передбачає побудову поперечної та поздовжньої кривих опорної поверхні. Абсиси отриманих кривих, що відповідають одному рівню, перемножують, отримуючи при цьому значення площ перерізу. Варто відмітити, що профілограма поздовжньої поверхні отримується шляхом дослідження поверхні спеціальним індентором (лопаткою).

Відомо, що в залежності від способу оброблення наявні або певна направленість в розташуванні мікроступів та їх форми, або ізотропна геометрична структура для всіх напрямків. Чітко виражена направленість спостерігається під час токарного, строгального, фрезерувального та шліфувального оброблення. Ізотропний розподіл виступів характерний для електрополірування, електроіскрового оброблення та зміцнювально-вигладжувального оброблення.

Криві опорної поверхні у випадку ізотропного розподілу виступів однакові для всіх напрямків, а площа перерізу матеріалу на даному рівні відповідає квадрату абсиси кривої опорної поверхні. Для шорсткої поверхні з визначеною направленістю залежність площі перерізу від висоти може бути отримана на основі наступного припущення, розподіл матеріалу в поперечному напрямку характеризується кривою опорної поверхні, якби в поздовжньому напрямку шорсткість поверхневого шару не змінювалась, то її можна було б представити обмеженою циліндричною поверхнею, у якій профілограма в поперечному напрямку була б твірною, а відрізок прямої – напрямною. Реальна напрямна може бути отримана шляхом знімання поздовжньої профілограми за допомогою індентор-лопатки. В такому випадку для отримання залежності розподілу матеріалу шорсткого шару по висоті може бути використано циліндричну поверхню, що отримується в ході переміщення поперечної кривої опорної поверхні по поздовжній або навпаки. Приклад такої поверхні наведено на рис. 2. Рівняння кривих опорних поверхонь в їх початковій частині можна представити у вигляді:

$$\begin{aligned} x &= b_1 z^{\nu_1}, \\ y &= b_2 z^{\nu_2}, \end{aligned} \quad (13)$$

де b_1, ν_1, b_2, ν_2 – параметри кривих опорних поверхонь для поперечної та поздовжньої шорсткості. Враховуючи (13), рівняння циліндричної поверхні набуде вигляду:

$$z = \frac{1}{b_1^{\frac{1}{\nu_1}}} x^{\frac{1}{\nu_1}} + \frac{1}{b_2^{\frac{1}{\nu_2}}} y^{\frac{1}{\nu_2}}. \quad (14)$$

Залежність (14) дозволяє визначити площу перерізу матеріалу на заданому рівні z . В табл. 3 наведено значення площ перерізу матеріалу, визначених за допомогою ф-ли (14) – $A r_1$ за наведеною методикою $A r_2$

Характер залежності $H_{\max} = f(s)$ під час різального оброблення певною мірою аналогічний характеру залежності зношування від питомого навантаження, якщо дотичні поверхні мають різну мікрогеометричну структуру, тобто різну висоту та крок між сусідніми нерівностями.

Дослідження процесу зношування та визначення періоду припрацювання виконувались на установці ВНИПП-542 (рис 1). В якості зразків використовувались роликотідшипники серії 700 (сталь ШХ15 ГОСТ 801-78, твердість HRC60...62) виготовлені за різними викінчувальними технологіями, з мікроструктурою мартенсит з карбідами [2]. Для випробувань було взято 5 градацій чистоти оброблення. Перший зразок було виготовлено методом зміцнювально-викінчувального оброблення (висота нерівностей $0,2\mu$), решта 4 зразки виготовлено за базовою технологією – суперфініш з висотою мікронерівностей 0,8; 1,5; 3 та 6μ . Внутрішні та зовнішні кільця мали однакову шорсткість.

Після випробувань об'єм видаленого металу визначався за допомогою науково-дослідної установки на базі профілометра моделі 201. Профілограми знімалися з твірних функціональних поверхонь кілець. Голка профілометра спочатку рухалась по незношеній частині поверхневого шару, потім по зношеній і насамкінець по незношеній. За виглядом профілограми вдалось визначити об'єм зношеного металу. В ході випробувань на установці ВНИПП-542 було задано наступні режими: $F_a=21$, $F_r=12$ кгс/см² (осьове та радіальне навантаження відповідно); $n=6000$ об/хв; $T=0,5...15$ год. В якості змащувального матеріалу застосовувалось масло МС з подачею 10 крапель на хвилину. Для

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

кожної з 5 градаций чистоти було взято по 10 однакових зразків, які випробовувались в установці протягом 0,5...15 годин. Загалом було отримано 50 контрольних точок розташування яких зображено на рис. 3.

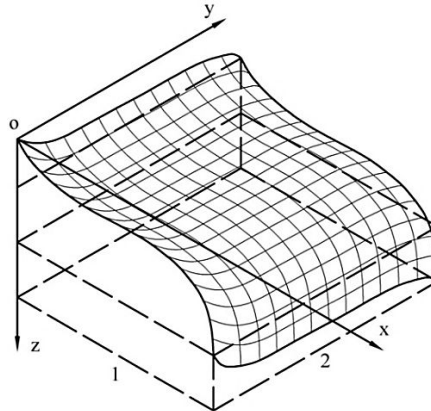


Рис. 2. Схема побудови опорної кривої поверхні: 1 – поперечний профіль кривої (ox); 2 – поздовжній профіль кривої (oy)

Таблиця 3

Значення параметрів кривих опорної поверхня для поперечної та поздовжньої шорсткості

	1	2	3	2
v_1	1	2	3	2
v_2	1	1	1	2
$A^{r^2}/A_{r,1}$	2	3	4	5,87

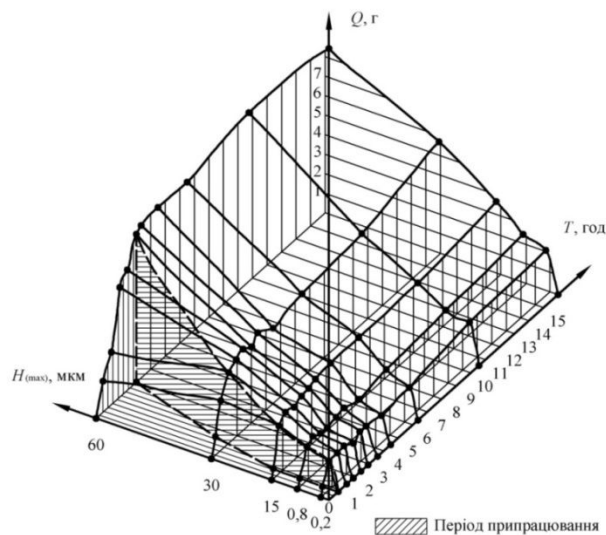


Рис. 3. Номограма для визначення часу припрацювання спряжених поверхонь за об'ємом видаленого внаслідок зношування матеріалу

В номограмі по осі ординат відкладено масу зрізаного матеріалу в грамах, по осі абсцис (вправо) час випробувань в годинах, по осі аплікату (вліво) – максимальна висота нерівностей кілець роликотішипників. З номограми видно, що залежність зношування J в період припрацювання від шорсткості поверхневого шару (H_{\max}) виражається для всіх значень H_{\max} лінією, яка перетинає вісь ординат вище точки початку координат. Залежність зношування від тривалості випробувань для всіх градаций чистоти поверхневого шару має приблизно однаковий характер.

Величина зношування різко зростає протягом перших 0,5...2,5 годин, потім зростання сповільнюється. Область припрацювання, коли зрізуються в основному мікронерівності механічного оброблення, на рис. 3 позначена пунктирною лінією та заштрихована. В цій області зношування значною мірою залежить від часу припрацювання. Якщо радіальне навантаження зношування дуже високе і мало залежить від мікрогеометрії дотичних поверхонь, то математичний опис явища зношування проводять за результатами оброблення даних, отриманих в процесі експлуатації, потім будують статистичну модель зношування. Як правило, статистична модель відображає закономірність зношування строго певного спряження в конкретних умовах експлуатації і не може бути використана як узагальнений математичний опис. Основним недоліком статистичних моделей є те, що вони не дозволяють розкрити механізм процесу і характеризують вплив визначальних факторів на зношування в неявному вигляді.

Висновок. Запропонований динамічний розрахунок базується на аналізі механізму процесу руйнування деталей при різних видах і режимах тертя та дозволяє отримати з тією чи іншою мірою наближення швидкості зношування різних матеріалів та їх спряжень. Цінність цього методу полягає ще й у тому, що, опираючись на розрахункові дані, можна вже на стадії конструювання закласти основи високої зносостійкості.

Інформаційні джерела

1. Крагельский И.В. Трение и износ. М.: Машиностроение, 1968. – 480 с.
2. Рыжов Э.В. Контактная жесткость деталей машин. М.: Машиностроение, 1966. – 195с.
3. Ткачук А.А. Дослідження можливостей форсування випробувань підшипників на довговічність / А.А. Ткачук, Т.В. Дуляницька // Перспективні технології та прилади. Збірник наукових праць. – Луцьк: ЛНТУ, 2014. – №5 (2). - С. 46-51.
4. Ткачук А.А. Визначення числа елементарних дотичних площин спряжених фрикційних поверхонь / А.А. Ткачук, О.П. Дахнюк // Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів, (Тернопіль, 19-20 грудня 2014.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ТНТУ, 2014. - С. 149-150.

УДК 621.129.12

Д.З. Шматко, к.т.н., **Е.С. Скорняков**, д.т.н., **В.С. Авер'янов**, к.т.н., **Д.С. Чувилів**, магістр.
Дніпродзержинський державний технічний університет

ЗАСТОСУВАННЯ АКУСТИЧНИХ НЕРУЙНІВНИХ СПОСОБІВ КОНТРОЛЮ З МЕТОЮ ВИЗНАЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПІДШИПНИКІВ

Визначення деяких причин руйнування підшипників кочення можливо як з застосуванням, так і без застосування спеціальних досліджень, тобто за зовнішніми ознаками. Застосування неруйнівних акустичних способів контролю являється актуальною задачею по визначенню працездатності підшипників.

Ключові слова: підшипник, спосіб, контроль, руйнування.

Определение некоторых причин разрушения подшипников качения возможно как с использованием, так и без использования специальных исследований, то есть по внешним признакам. Применение неразрушающих акустических способов контроля является актуальной задачей по определению работоспособности подшипников.

Ключевые слова: подшипник, способ, контроль, разрушение.

The definition of some causes of rolling bearings destruction can use with or without special studies that is by external signs. The use of non-destructive methods of acoustic control is an important task to determine the working capacity of bearings.

Key words: bearing, method, control, destruction.

Постановка проблеми. Перспективним напрямом підвищення достовірності діагностування вузлів машин і механізмів є реалізація комплексного підходу, сутність якого стосовно до опор кочення полягає в наступному:

- в якості об'єкта діагностування розглядається не власне підшипник, а система «підшипник - збірка - мастило - режими і умови роботи»;
- діагностування проводиться на різних етапах життєвого циклу виробів (вхідний контроль нових підшипників і дефектація застосованих раніше в експлуатації підшипників, діагностування опор в процесі проведення механоскладальних робіт, діагностування підшипників в процесі експлуатації відповідальних виробів, проведенні досліджень та випробувань);
- на кожному з етапів поряд з визначенням нормованих в НТД параметрів технічного стану підшипника здійснюється комплексна оцінка його фактичного стану, як системи, з урахуванням завдань, які вирішуються.

Загальний принцип комплексної оцінки стану підшипника як системи полягає в забезпеченні для кожної ділянки поверхні зовнішнього і внутрішнього кілець, а також кожного тіла кочення однакових умов впливу їх стану на значення діагностичного параметра при режимах і умовах роботи об'єкта, які відповідають експлуатаційним.