

УДК 621.822.004.15

ВИБІР РЕЖИМІВ ВІБРОНАКАТУВАННЯ ВНУТРИШНІХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ

Тарабанов Є.О, студ. 42 АІ

Новік О.Ю., інж.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Надійність роботи техніки безпосередньо пов'язана з станом поверхневого шару деталей, який характеризується фізико-механічними й геометричними параметрами. Від якості його залежать експлуатаційні властивості деталі, такі як опір втомі, опір контактній утомі, корозійна стійкість, зносостійкість, та ін. У зв'язку з інтенсифікацією експлуатаційних процесів, підвищенням температур і тисків, збільшенням швидкостей переміщення робочих органів, роль властивостей поверхневого шару деталей з її експлуатаційними властивостями свідчить, що оптимальна поверхня повинна бути досить твердою, мати стискаючі залишкові напруги, мілкодисперсну структуру, зм'яту форму мікронерівностей з великою кількістю опорних поверхонь. Це можна отримати за допомогою вібраційного накатування поверхонь деталей [1-3].

Вибір потрібного виду мікрорельєфу поверхні здійснюється залежно від матеріалу деталі та її умов роботи.

Втулки підшипників ковзання в найбільшій мірі виготовляються з кольорових металів, та сплавів. Втулки виступають в якості опорних поверхонь, тому несуть значні навантаження, та парцюють в умовах тертя. Тому робоча поверхня втулки повинна мати підвищену маслостримуючу здатність завдяки значній кількості карманів, та більшу зносостійкість завдяки значній кількості перетинів доріжок [4].

Для отримання такої поверхні вібронакатуванням необхідно щоб частота обертання втулки (n_v) була кратною частоті подвійних ходів кулькової голівки ($n_{\text{подв.ход}}$), яка дорівнює частоті обертання вала електродвигуна, тобто:

$$N_v = i \cdot n_{\text{подв.ход}} \quad (1)$$

де: i – коефіцієнт кратності. Повинен бути цілим числом.

Величина коефіцієнту кратності (i_1) буде дорівнюватись подвійної кількості хвиль, які створилися при одному оберті оброблюваної деталі.

Для підвищення зносостійкості втулок (підшипників ковзання) необхідно, щоб поверхня, яка оброблена вібронакаткою складала 60% загальної робочої поверхні. Ця умова буде виконуватись при належній комбінації режимів, які можна отримати за допомогою номограми [5].

Номограма складається з чотирьох квадрантів.

1. В першому квадранті будуємо залежність ширини накатаної стрічки від шорскості оброблюваної поверхні та діаметра шарика.

Ширина стрічки h буде дорівнювати довжині хорди дуги поверхні, що накатає куля, та визначиться за формулою:

$$h = D \sin \alpha \quad (2)$$

де D – діаметр кульки, мм;

α – центральний кут, град.

$$\alpha = \arccos\left(1 - \frac{2H}{D}\right) \quad (3)$$

де H – глибина обробки при накатуванні, яка складається з висоти нерівностей, мм.

2. В другому квадранті будуємо залежність площі стрічки за один оберт деталі від ширини стрічки. Ця площа буде дорівнювати подвійній довжині однієї хвилі, помножене на кількість волн та на ширину стрічки.

Довжину волни визначимо як довжину окружності еліпсу за формулою

$$L = \pi(a + b) \quad (4)$$

де: a та b довжина полувісей еліпсу, мм.

Довжина поперечної полувісі складе половину амплітуди коливань вібратора, тобто:

$$a = \frac{A}{2} \quad (5)$$

де: A – амплітуда коливань вібратора, мм. $A = 2 = \text{const}$.

Для отримання довжини поздовжньої полувісі еліпсу необхідно довжину окружності поверхні деталі поділити на кількість волн, яка дорівнює четверті співвідношення частоти вібрації інструменту до частоти обертання деталі, тобто

$$b = \frac{\pi d n}{4N} \quad (6)$$

де: d – діаметр оброблюваної поверхні деталі, мм.

n – частота обертання деталі, хв^{-1} . Для розрахунків $n = 100 \text{ хв}^{-1}$.

N – частота вібратора, хв^{-1} . $N = 1400 \text{ хв}^{-1} = \text{const}$.

В результаті отримаємо:

$$S_1 = 2\pi\left(\frac{A}{2} + \frac{\pi dn}{4N}\right) \cdot \frac{N}{n} \cdot h \quad (7)$$

Щоб врахувати площу, яку займають дільниці перетинання двох канавок приймемо площу дільниці як паралелограм з висотою h , та довжиною сторони h . Тоді отриману площу стрічки за один оберт необхідно на площу дільниць перетинання. На кожній хвилі таких перетинань 4.

$$S_1 = 2\pi\left(\frac{A}{2} + \frac{\pi dn}{4N}\right) \cdot \frac{N}{n} \cdot h - \frac{N}{n} 2h^2 \quad (8)$$

3. В третьому квадранті будуємо залежність площі, що обробляється, від площі стрічки за один оберт деталі. Для цього необхідно розрахувати кількість стрічок на 100 погоних меліметрах оброблюємої поверхні, яка буде залежити від кроку поздовжньої подачі верстата.

Площа обробленої поверхні становить:

$$S = S_1 \cdot \frac{100}{P} \quad (10)$$

де P – поздовжня подача верстата, мм/об .

4. В четвертому квадранті побудуємо графік співвідношення площі обробленої інструментом до загальної площі поверхні деталі, тобто

$$\frac{S}{S_{\text{заг}}} \quad (11)$$

Таким чином отримаємо номограму (рис. 1)

Якщо потрібно 60% внутрішньої поверхні втулки підшипника ковзання обробити поверхнево-пластичною деформацією, то режими обробки повинні бути наступні:

- діаметр кулі вібронакатки – 3 мм;
- частота обертання деталі – 200 хв^{-1} ;
- поздовжня подача верстата – 3 мм/об;
- ширина накатаної стрічки – 1 мм.

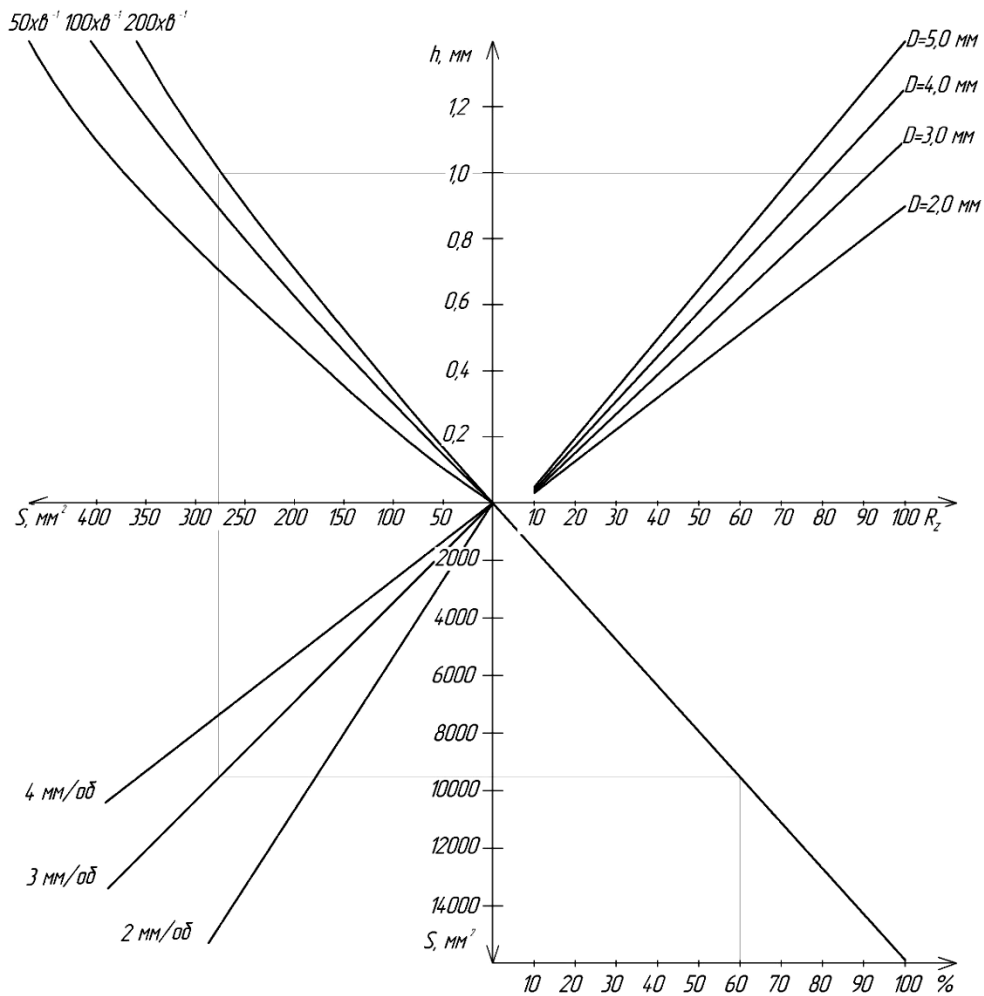


Рис. 1. Номограма для визначення режимів вібронакаткування втулки

Список використаних джерел

1. Oleksii Novyk, Valeriia Panina, Halyna Dashyvets and Andriy Bondar. Increase in Durability of Motor Crankshaft Pin Surface by Vibro-rolling. Modern Development Paths of Agricultural Production. Springer Nature Switzerland AG. 2020. P.177-182.

2. Паніна В.В., Дашивець Г.І., Бондар А.М., Новік О.Ю. Підвищення надійності підшипників ковзання вібронакаткуванням. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 1. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2020-vypusk-10-tom-1.pdf>

3. Новік О. Ю., Бондар А. М., Журавель Д. П. Триботехніка: посібник до лабораторно-практичних робіт. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 136с.

4. Новік О. Ю., Бондар А. М., Журавель Д. П. Триботехніка: методичний посібник до самостійної роботи. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 116с

5. Новік О. Ю., Бондар А. М., Журавель Д. П. Триботехніка: курс лекцій. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 280с.