

УДК 621. 787.4

В. О. Дзюра, д. т. н., проф., П. О. Марущак, д. т. н, проф., Т. Я. Дживак
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МІКРОРЕЛЬЄФУ ШАТУННОГО ВКЛАДИША

V. Dzyura, Dr., Prof., P. Maruschak, Dr., Prof., T. Dzhyvak

METHOD FOR CALCULATING THE GEOMETRIC PARAMETERS OF THE MICRORELIEF OF A CONNECTING ROD BEARING

Забезпечення належного режиму тертя в підшипниках тертя ковзання двигунів внутрішнього згорання визначає їх умови роботи та ресурс. Підшипники тертя ковзання працюють в умовах перехідного та граничного тертя, при якому товщина масляної плівки коливається в межах кількох мікрон. У такому режимі, між поверхнями, що ковзають, утворюється тонка плівка мастильного матеріалу, яка значно знижує безпосередній контакт деталей. Це сприяє зменшенню коефіцієнта тертя і зносу, забезпечуючи тривалу експлуатацію підшипника та покращуючи ефективність роботи системи загалом. Коли підшипники працюють у режимі сухого тертя або граничного тертя без належної подачі мастила, контакт між поверхнями спричиняє інтенсивний знос та підвищення температури. Тому, забезпечення режиму перехідного тертя дозволяє зменшити ці негативні явища та продовжити термін служби компонентів.

Запропонована конструкція шатунного вкладиша у якому на внутрішній циліндричній поверхні виконано регулярний мікрорельєф у вигляді сітки каналів. Геометричні параметри канавок (ширина канавок та їх площа) повинні бути підібрані таким чином, що сумарне значення площі усіх канавок мікрорельєфу повинно становити 35-45% від загальної площі робочої поверхні шатунного вкладиша на якій вони розміщені.

Розглянемо розгортку шатунного вкладиша (рис. 1) та основні геометричні параметри прямолинійних паралельних канавок сформованого мікрорельєфу. Знаючи залежності між їх розміщенням можна буде отримати формули для визначення площі канавок мікрорельєфу із довільною кількістю та кутом нахилу канавок мікрорельєфу.

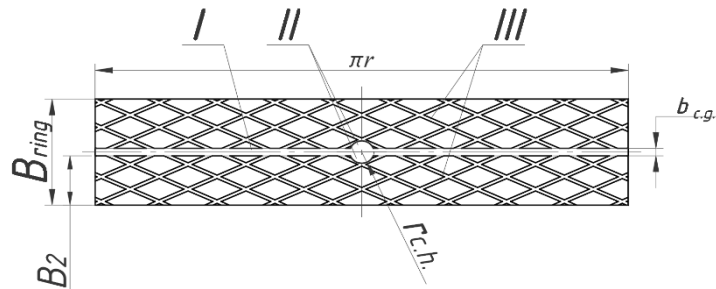


Рисунок 1. Розрахункова схема для визначення площі канавок шатунного вкладиша:

I – центральний канал для поширення мастила; II – сегменти отвору для подачі мастила;

III – площини формування регулярного мікрорельєфу

Загальну площу канавок шатунного вкладиша визначимо як суму площ усіх канавок з врахуванням площі перекриття (спільна площа перетину канавок).

$$S_{tot} = 2 \cdot S_{B2} \quad (1)$$

де S_{tot} – загальна площа канавок мікрорельєфу; S_{B2} – площа елемента III (рис. 1) розгортки площини шатунного вкладиша, мм².

Визначимо площу канавок мікрорельєфу елемента шатунного вкладиша шириною B_2 . Для цього розглянемо геометричні параметри цього елемента (рис. 2). Отримані значення площі канавок мікрорельєфу необхідно буде подвоїти, оскільки розгортка шатунного вкладиша містить два розглядуваних елементи. Для визначення площі канавок нам потрібно визначити їх загальну довжину. Для цього розіб'ємо розглядувану площину на три зони: 1 – зона розташування однакових за довжиною канавок мікрорельєфу; 2, 3 – зони розташування канавок із змінною довжиною.

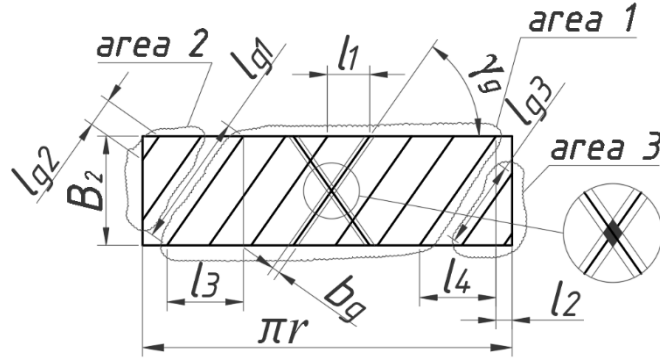


Рисунок 2. Розрахункова схема площини розгортки елемента шатунного вкладиша для визначення площі канавок мікрорельєфу:

l_g – довжина однакових канавок; l_1 – відстань між сусідніми канавками; l_2 – відступ першої канавки від межі поверхні вкладиша; l_3, l_4 – проекції останньої канавки однакового розміру на бічну сторону; b_g – ширина канавки; B_2 – ширина поверхні елемента вкладиша; γ_g – кут нахилу канавок вкладиша; r – радіус робочої поверхні шатунного вкладиша.

Кількість однакових канавок n_g визначають як максимальне значення i_{g1} , при якому виконується умова

$$\pi r - (i_{g1} - 2) \cdot l_1 - l_2 - l_3 \geq l_1 \quad (2)$$

де $i_{g1} = 1, 2 \dots n_{g1}$.

з врахуванням того, що $l_3 = B_2 \cdot \text{ctg}(\gamma_g)$, вираз для визначення довжини канавки набуде вигляду:

$$\text{While } \pi r - (i_{g1} - 2) \cdot l_1 - l_2 - B_2 \cdot \text{ctg}(\gamma_g) \geq l_1 \Rightarrow l_{g1} = B_2 / \sin(\gamma_g) \quad (3)$$

Визначаємо умову для належності канавок до зони 2 та їх довжину.

Кількість канавок n_{g2} , що належать до зони 2 визначають як максимальне значення i_{g2} , при якому виконується умова

$$\text{While } \pi r - (n_{g1} + i_{g2} - 2) \cdot l_1 - l_2 > l_1 \Rightarrow l_{g2_i} = \frac{\pi r - l_2 - (n_{g1} + i_{g2} - 2)l_1}{\cos \gamma_g} \quad (4)$$

де $i_{g2} = 1, 2 \dots n_{g2}$.

Визначаємо умову для належності канавок до зони 3 та їх довжину

$$\text{While } l_3 + l_2 - i_{g3} \cdot l_1 > 0 \Rightarrow l_{g3_i} = \frac{l_3 + l_2 - i_{g1} \cdot l_1}{\cos \gamma_g} \quad (5)$$

де $i_{g3} = 1, 2 \dots n_{g3}$.

Знаходимо загальну довжину канавок та їх площу.

$$L_{tot} = \sum_{i_{g1}=1}^{n_{g1}} l_{g1} + \sum_{i_{g2}=1}^{n_{g2}} l_{g2} + \sum_{i_{g3}=1}^{n_{g3}} l_{g3} \quad (6)$$

Площу канавок визначають враховуючи їх ширину b_g та загальну довжину канавок l_{g1}, l_{g2}, l_{g3} . Також необхідно враховувати площу та кількість перетинів канавок, які спотворюють загальну площу канавок мікрорельєфу. Для цього розглянемо геометричні параметри перетину канавок. Ширина канавки складає b_g , а кут між канавками, що перетинаються складає $2\gamma_g$. Таким чином площа перетину двох канавок становить

$$S_{c.g.} = b_g^2 \cdot \sin(2\gamma_g) \quad (6)$$

Кількість точок перетину для канавок однакового діаметра складе частка від виразу $i_c = 2 \cdot l_{gi} \cdot \cos(\gamma_g) / l_1$. Таким чином використовуючи отримані залежності можна визначити площі канавок регулярного мікрорельєфу шатунного вкладиша та відносну площу канавок мікрорельєфу, що визначає експлуатаційні властивості поверхні пари тертя.