

ВИЗНАЧЕННЯ НАЙМЕНШОГО НАТЯГУ МІЖ ВАЛОМ І ЗОВНІШНІМ КІЛЬЦЕМ ВАЛЬНИЦЬ КОЧЕННЯ, ЩО ОБЕРТАЄТЬСЯ

Д.О. Кошмак, О. Ю. Мудрий, здобувачі вищої освіти

Г.О. Іванов, кандидат технічних наук, доцент,

П.М. Полянський, кандидат економічних наук, доцент

Миколаївський національний аграрний університет

Наведені формули для визначення найменшого натягу між валом і зовнішнім кільцем, що обертається, вони враховують змінання мікронерівностей, деформацію посадочних поверхонь під дією радіального навантаження.

Ключові слова: натяг, вал, зовнішнє кільце, вальниця кочення, радіальне навантаження, сталевий корпус.

Основними вимогами, яким повинна відповідати посадка циркуляційно навантаженого кільця, є: відсутність прокручування і обкатування кілець, неприпустимість утворення зазорів на посадочних поверхнях і мінімальний натяг у сполученні, що незначно змінює зазори між кільцями і тілами кочення.

На основі експериментального дослідження і великого досвіду експлуатації кулькових і роликівих вальниць А. Пальмгреном [1, 2] було запропоновано формулу для визначення найменшого натягу між валом і зовнішнім кільцем, що обертається, яка враховує змінання мікронерівностей, деформацію посадочних поверхонь під дією радіального навантаження і зменшення натягу внаслідок різності температур навколишнього середовища:

$$N_{\min} \geq [(d + 3) / d] \cdot (0,08\sqrt{d \cdot F_r} / (B - 2r) + d \cdot 0,0015 \cdot \Delta T), \quad (1)$$

Де d – номінальний діаметр отвору вальниці, мм;

F_r – радіальне навантаження на вальницю, Н;

ΔT – різниця температур вальниці і навколишнього середовища, °С.

У роботі [1] наведено формулу для визначення мінімального натягу (мкм) для циркуляційно навантаженого зовнішнього кільця вальниці за посадки у сталевий корпус:

$$N_{\min} = \frac{12K \cdot Fr}{C(1 - D_0^2 / D^2)} \cdot \quad (2)$$

Тут Fr – радіальне навантаження, кН.;

C – ширина зовнішнього кільця вальниці за лишку фасок, мм;

K – поправковий коефіцієнт, що враховує послаблення посадочного натягу в тонкостінному корпусі

$$K = \frac{1 - [(D / D_k) \cdot (D_0 / D)]^2}{1 - (D / D_k)^2};$$

D – зовнішній діаметр вальниці;

D_k – зовнішній діаметр корпусу;

D_0 – зведений внутрішній діаметр зовнішнього кільця з прямокутним профілем перерізу

$$D_0 / D = (3D + d) / (4D).$$

Для масивного корпусу $D_k = \infty$ і $K = 1$.

Призначаючи великі натяги, слід після збирання складанної одиниці вальниці перевірити, чи не виходять радіальні зазори з допустимих меж.

Посадку перевіряємо на наявність робочого (посадочного) зазору:

$$S_{\text{роб}} = S_{\text{поч}} - \Delta d_1 \cdot (\Delta D) \quad (2.144)$$

де $S_{\text{поч}}$ – середній початковий радіальний зазор, що дорівнює півсумі граничних початкових зазорів:

$$S_{\text{поч}} = 0,5(S_{\text{поч.мак}} + S_{\text{поч.мін}}).$$

Тут Δd_1 і ΔD – діаметральна деформація доріжки кочення циркуляційно навантаженого кільця відповідно внутрішнього і зовнішнього діаметрів після посадки його на вал чи у корпус, мкм:

$$\Delta d_1 = N_d \cdot d / d_0; \quad \Delta d = N_d \cdot D / D_0$$

де N_D – дійсний натяг, мкм, визначений за найбільшим граничним натягом:

$N_D = 0,85 \cdot N_{\max}$; $d_0 = d_n + (D_n - d_n)/4$ – зведений зовнішній діаметр внутрішнього кільця, мм;

$D_0 = D_n - (D_n - d_n)/4$ – зведений внутрішній діаметр зовнішнього кільця, мм.

Приклад 1. Підібрати посадку радіальної однорядної кулькової вальниці №209 на вал. Навантаження внутрішнього кільця–циркуляційне. Радіальне навантаження $F_r = 500$ Н. Різниця температур вальниці і повітря, що оточує корпус, 10 °С. Розміри вказаної вальниці в мм: $d = 45$, $D = 85$, $B = 19$, координата фаски $r = 2$ мм.

Розв’язання. За формулою (1) знаходимо найменший натяг:

$$N_{\min} \geq [(45 + 3)/45](0,08\sqrt{45 \cdot 500/(19 - 2 \cdot 2)} + 45 \cdot 0,0015 \cdot 10) \approx 4 \text{ мкм}.$$

Для гарантії відсутності прокручування кільця за тривалої роботи збільшимо знайдене значення на 10 %:

$$N_{\min} = 1,1 \cdot 4 = 4,4 \text{ мкм}.$$

Для наочності вибору посадки складемо табл. 1.

Таблиця 1

Значення імовірних зазорів і натягів

Відхили отвору внутрішнього кільця, мкм	Вал, мкм		Імовірний, мкм			
	поле допуску	es/ei	зazor		натяг	
			мінім.	максим.	мінім.	максим.
0 -12	js6	+8/-8	-	1,2	-	18,8
	k6	+18/+2	-	-	8,8	28,8
	m6	+25/+9	-	-	15,8	35,8
	n6	+33/+17	-	-	23,8	43,8

Із табл. 1 бачимо, що найближчим полем допуску вала, що забезпечує сполучення з внутрішнім кільцем вальниці потрібний натяг, є k6. Однак, для заданих умов можна встановити вальницю на вал з полем допуску js6. Як видно із табл. 1, сполучення внутрішнього кільця з валом у цьому разі

характеризується можливим зазором або натягом. Причому, ймовірність появи натягу більша. Визначимо ймовірність появи натягу меншого, ніж 4,4 мкм.

Для цього випадку:

$$S_{\max} = 1,2 \text{ мкм}, N_{\max} = 18,8 \text{ мкм}; E_m = -6 \text{ мкм}, e_m = 0; TD = 12 \text{ мкм}, Td = 16 \text{ мкм}.$$

За формулою (2.138) находимо: $N_{\text{ср}} = 6 + 0 + 0,1(16 + 12) = 8,8 \text{ мкм}$.

За формулами (2.132) і (2.117) визначаємо: $\sigma_z = (1,2 + 18,8) / 6 = 3,33$;

$$\sigma_z = (1,2 + 18,8) / 6 = 3,33; z_1 = (-4,4 + 8,8) / 3,33 = 1,32; z_2 = (1,2 + 8,8) / 3,33 = 3,0.$$

За даними табл. В.1 [10] за формулою (2.117) визначаємо ймовірність знаходження натягу в шуканому діапазоні:

$$P(N) = 0,4986 - 0,4066 = 0,092.$$

Таким чином, ймовірність появи натягу менше потрібного становить 9,2 %. Якщо за умовами роботи така ймовірність підходить, то для вала можна призначати поле допуску js6, якщо не підходить – повинно бути прийнято поле допуску k6.

ЛІТЕРАТУРА

1. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання [підруч. для студ. вищ. навч. закл.] / Г.О. Іванов, В.С. Шебанін, Д.В., Бабенко та ін; за ред. Г.О. Іванова і В.С. Шебаніна. –[2-е вид., перероб. і допов.]. –К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2010. –577 с.

2. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Практикум : підруч. для студ. вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко, Полянський П.М.; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна. – Миколаїв : МНАУ, 2016. – 388 с.

3. Взаємозамінність та технічні виміри: навч. посіб. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт. – К.: Видавництво “Аграрна освіта”, 2006. – 335 с.