

ВИЗНАЧЕННЯ НАЙМЕНШОГО НАТЯГУ МІЖ ВАЛОМ І ЗОВНІШНІМ КІЛЬЦЕМ, ЩО ОБЕРТАЄТЬСЯ

В. С. Некрасов, А. Д. Полудень, студенти

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

П. М. Полянський, кандидат економічних наук, доцент

Миколаївський національний аграрний університет

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] 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:

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

Тут F_r – 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 корпуса;
 D_0 – зведений внутрішній діаметр зовнішнього кільця з прямокутним профілем перерізу $D_0/D = (3D + d)/(4D)$.

Для масивного корпуса $D_k = \infty$ 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:

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

де $S_{ноч}$ – середній початковий радіальний зазор, що дорівнює півсумі граничних початкових зазорів: $S_{ноч} = 0,5(S_{ноч.max} + S_{ноч.min})$.

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°C . 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

Відхилення отвору внутрішнього кільця, мкм	Вал, мкм		Імовірний, мкм			
	поле допуску	es / ei	заяор		натяг	
			мінім.	максим.	мінім.	максим.
0 - 12	<i>js6</i>	+ 8 / - 8	-	1,2	-	18,8
	<i>k6</i>	+ 18 / + 2	-	-	8,8	28,8
	<i>m6</i>	+ 25 / + 9	-	-	15,8	35,8
	<i>n6</i>	+ 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. 2.35, 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:

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

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

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

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

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.