

УДК 621.326

Грабовський А. – аспірант, Камінський О. – аспірант,  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗРАХУНОК ПРИВЕДЕНОГО КОЕФІЦІЄНТА ТЕРТЯ В ПРОЦЕСІ ФОРМОУТВОРЕННЯ НАВИВНИХ ЗАГОТОВОК

Науковий керівник: д.т.н., проф. Пилипець М.

Grabovskyi A., Kaminsky O.  
Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## CALCULATION OF THE REDUCED FRICTION COEFFICIENT IN THE SHAPING PROCESSES OF SCREW BLANKS

Supervisor: Doctor of Technical Sciences, Prof. Pylypets M.

Ключові слова: оправа, навивна заготовка

Key words: frame, screw blanks

Сучасні технічні системи, що включають у свій склад гнучкі гвинтові заготовки (ГЗ) висувають підвищені вимоги до їх якості і точності. При виготовленні ГЗ методами деформування стрічкових або листових заготовок не завжди забезпечується необхідна точність їх зовнішніх і внутрішніх діаметрів, оскільки в процесі формоутворення заготовок діють фактори, які не завжди можна врахувати однозначно. Дослідження показали, що неоднозначно на процес формоутворення впливає тертя, яке створюється формоутворювальними інструментами.

Навиваючи стрічкову заготовку на оправу вона контактує з формоутворювальним роликком з радіусом  $R_x$ . Ролик обертаються на пальці у підшипнику ковзання, радіус шийки якого рівний  $r_x$ .

В початковій стадії навивний рух обертання оправи приймаємо рівномірноприскореним, тоді кут повороту  $\varphi$  можна визначити із формули:

$$\varphi = \frac{\varepsilon \cdot t^2}{2} \quad (1)$$

де  $\varepsilon$  - кутове прискорення оправи;

$t$  - час обертання оправи;

Швидкість оправи  $\omega$  визначається за формулою:

$$\omega = \varepsilon \cdot t \quad (2)$$

Якщо засікти із визначеного моменту час  $t$  і порахувати кількість оборотів  $n$  оправи, підставивши ці значення у формулу (1)

$$2\pi n = \frac{\varepsilon \cdot t^2}{2},$$

то звідси можна визначити кутове прискорення:

$$\varepsilon = \frac{4\pi n}{t^2} \quad (3)$$

Вимірявши з допомогою тахометра швидкість обертання оправи і час до стабільного обертання, тоді кутове прискорення можна визначити із формули (2)

$$\varepsilon = \frac{\omega}{t} = \frac{\pi n_1}{30t} \quad (4)$$

де  $n_1$  - число обертів оправи за тахометром.

Використавши основне рівняння динаміки обертового руху:

$$M = I\varepsilon \quad (5)$$

визначимо момент опру обертання оправи, для чого розглянемо сили, що діють в процесі формоутворення.

Сили тертя ковзання між формоутворюючим роликом і віссю на якій вони встановлені

$$F_{24} = F_{34} = f \cdot P \cdot \cos \alpha \quad (6)$$

де  $f$  - коефіцієнт тертя ковзання в опорі ролика;

$P$  - сила притискування ролика до стрічки;

$\alpha$  - половина кута між напрямками дії сил притискування.

Прирівнявши ці сили до робочої окружності формоутворювального ролика за рівністю моментів:

$$F_{25}R = F_{24}r \quad (7)$$

$$F_{35}R = F_{34}r$$

маємо

$$F_{25} = F_{35} = f \cdot P \frac{r}{R} \cos \alpha \quad (8)$$

Тоді момент опору обертання оправи

$$M = (F_{25} + F_{35})R_0 + (P_{25} + P_{35})k \quad (9)$$

де  $R_0$  - радіус навивання,  $R_0 = r_0 + b$

$k$  - коефіцієнт тертя торця ролика до стрічки в процесі формоутворення.

Замінивши у формулі (9) значення  $F_{25}$  та  $F_{35}$  із формули (8), на  $P_{25}$  і  $P_{35}$  отримаємо:

$$M = 2PR_0 \cos \alpha \left( f \frac{r}{R} + \frac{k}{R_0} \right) \quad (10)$$

або, якщо прийняти, що вираз  $2 \cos \alpha \left( f \frac{r}{R} + \frac{k}{R_0} \right)$  буде приведеним коефіцієнтом тертя

$f_{np}$  в зоні формоутворення, тоді

$$M = PR_0 f_{np} \quad (11)$$

Підставивши у формулу (5) значення  $M$  з формули (11), а значення  $\varepsilon$  з формули (3) або (4) зможемо обрахувати приведений коефіцієнт:

$$f_{np} = \frac{4I\pi n}{PR_0 t^2} \quad (12)$$

або

$$f_{np} = \frac{I\pi n_1}{30PR_0 t^2} \quad (13)$$

Виведена залежність для визначення приведенного коефіцієнта тертя формоутворювальних інструментів дозволяє більш точно формувати технологічні параметри процесу формоутворення ГГЗ.