

УДК 621.941

М.І. Пилипець, докт. техн. наук, проф.; О.М. Лясота, канд. техн. наук, доц.  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ НАВИВНИХ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ МАШИН

M. Pylypets, Dr., Prof.; O. Lyasota, Ph.D., Assoc. Prof.  
MANUFACTURING TECHNOLOGY OPTIMIZATION OF SCREW BLANKS OF  
MACHINE PARTS

Основними завданнями, які постають перед розробником технології виготовлення навивних заготовок (НВ) деталей машин є забезпечення для заданих конкретних умов виробництва необхідної якості, мінімальної собівартості та максимальної продуктивності.

Одночасно вирішити ці завдання досить складно. В загальному випадку розглядувана задача розв'язується шляхом оптимізації технологічного процесу що зводиться до розв'язку нелінійної задачі математичного програмування з лінійною функцією мети й нелінійними обмеженнями.

Послідовність проектування технологічного процесу одержання навивної заготовки з внутрішнім радіусом  $r$ , висотою витка  $B$  і товщиною  $H$  включає наступні етапи проектування:

Визначення зведеної висоти НЗ  $b_{3e}$  із залежності

$$b_{3e} = (\Psi - 1)^x K_e b', \quad (1)$$

де  $\psi$ - коефіцієнту нерівномірності витяжки,  $\Psi = \frac{(r+B)}{r} \leq 2,6$ ;  $K_e$  – коефіцієнт, який враховує параметри процесу формоутворення,  $K_e \approx 0,7 \dots 1,1$ ;  $b'$  - питома висота витка,  $b' = \frac{B}{H}$  ;.

Ширину заготовки  $B_o$  визначаємо з залежності:

$$B_o = \sqrt{\frac{b_H P_{niodm} / \sigma_s}{\psi_{don} - 1}}; \quad (2)$$

Товщину полоси  $H_o$  визначимо з залежності

$$H_o = \sqrt{\frac{P_{niodm} / \sigma_s}{b_h (\psi_{don} - 1)}}; \quad (3)$$

Довжина заготовки

$$L_3 = \pi^4 \sqrt{\frac{r^3 (r+B)}{H}} L_{det} + \Delta L_3 \quad (4)$$

Визначення діаметра оправи для навивання  $d_o$  за залежністю

$$d_o = 2B(1 - 0,022T/d)/(\psi - 1), \quad (5)$$

тут  $T$  – крок спіралі.

Зовнішні діаметри опорної 8 і підтискної 9 втулок будуть орієнтовно

дорівнювати  $D_I = D - (5 - 10) = (55 - 50)$  мм

Наступним кроком визначаємо технологічні та силові параметри процесу навивання заготовки: частоту  $\omega$  обертання оправки; швидкість  $v_s$  подачі заготовки в зону деформацій; радіус нейтрального шару  $\rho_0$ ; зусилля навивання  $P$ ; момент навивання  $M$  та зусилля притискання  $P_{np}$ .

Частоту обертання оправки визначаємо з виразу

$$\omega = \frac{V_{\max}}{\sqrt{(r + B)r}}; \quad (6)$$

або

$$\omega = \frac{4N_{\text{всп}}}{\sigma_s B^2 H}; \quad (7)$$

І вибираємо мінімальне значення  $\omega = \omega_{\min}$ .

Швидкість подачі заготовки в зону деформацій

$$v_s = \frac{\pi n \sqrt{Rr}}{30}, \quad (8)$$

Для визначення радіусу нейтральної поверхні деформацій  $\rho_0$  використовуємо залежність

$$\rho_0 = k \frac{\sum_{i=1}^m h_i B_i \sqrt{r(r + B_i)}}{\sum_{i=1}^m B_i h_i}, \quad (9)$$

Зусилля  $P$ , необхідне для згинання профілю, визначається залежністю

$$P = \frac{\delta_s H B^2}{k_L r}. \quad (10)$$

Визначення моменту  $M$  навивання витків у суцільний пакет з виразу

$$M = 1,5 H \sigma_B B^2 \psi^{1/4} (\psi^{1/2} + 2) / \left[ 3 (\psi^{1/2} + 1)^2 \right] \quad (11)$$

Визначення притискного зусилля

$$P_{np} = k_p P \quad (12)$$

Запропоновані розрахункові залежності конструктивних параметрів НЗ дають змогу провести розрахунки силових і швидкісних параметрів процесу і конструктивних розмірів формоутворювальних інструментів для стабільного процесу формоутворення, коли зведена висота  $b_{3\phi} = 15$ .

### Література:

1. Пилипець М.І. Науково-технологічні основи виробництва навивних заготовок деталей машин: Дис. д-ра техн. наук: 05.02.08 – Львів, 2002. – 445 с.