

УДК 621.7.043

**В.В. Сироватко**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **РОЗРОБЛЕННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ ФОРМОУТВОРЕННЯ КОНІЧНИХ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК**

**V.V. Syrovatko**

### **DEVELOPMENT AND SUBSTANTIATION SCHEMES FOR MAKING CONICAL SCREW BLANKS**

Особливість процесу формоутворення конструктивних параметрів гвинтових заготовок конічної форми, в порівнянні з циліндричними, полягає в тому, що ширина (висота) січення  $B$  смугової заготовки трапецевидної або конічної форми, є величиною змінною і в загальному випадку задається формулою:

$$B = B_0 + \frac{\Delta B}{L} l, \quad (1)$$

де  $B_0$  – початкова ширина заготовки;  $L$  – довжина заготовки;  $l$  – поточне значення довжини;  $\Delta B = B_1 - B_0$  – приріст ширини смугової заготовки на довжині  $L$ .

При цьому енергосилові параметри процесу формоутворення теж будуть змінюватися: від мінімального значення на вужчому кінці смугової заготовки до максимального – на протилежному. Для згинного моменту достатньо визначити його найбільше значення, а для згинної сили необхідно встановити закономірність її зміни в залежності від ширини заготовки.

При дослідженні процесу навивання смугової заготовки трапецевидної форми на оправку, методом згину її на ребро, напружено-деформований стан в першому наближенні можна розглядати як плоско напружений (рис. 1).

При постійності деформованого об'єму, тобто, використавши, умову нестискування, закон зміни ширини поперечного січення, по всій довжині заготовки, описується залежністю

$$h = H_0 \sqrt{\rho_0 / \rho}. \quad (2)$$

Для гвинтових заготовок конічної форми, радіус нейтрального шару  $\rho_0$  в процесі навивання буде змінюватися в залежності від ширини заготовки. В загальному випадку значення  $\rho_0$ , можна записати у вигляді

$$\rho_0 = \frac{4\beta_y^2 \rho_c^2}{B} \frac{\sqrt{\psi} - 1}{\sqrt{\psi} + 1} \quad (3)$$

Умова рівноваги для плоского напруженого стану має вигляд

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_{r\theta}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_{\theta}}{\partial \theta} + \frac{\sigma_r - \sigma_{\theta}}{r} + \frac{\sigma_r}{h_r} \frac{\partial h_r}{\partial r} &= 0, \\ \frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_{\theta}}{\partial \theta} + \frac{2\tau_{r\theta}}{r} + \frac{\tau_{r\theta}}{h_r} \frac{\partial h_r}{\partial r} &= 0, \end{aligned} \quad (4)$$

де  $\sigma_r$ ,  $\sigma_{\theta}$ ,  $\tau_{r\theta}$  відповідно радіальне, тангенціальне і дотичне напруження в полярних координатах.

Одержати замкнуте рішення рівнянь (4) разом із рівняннями пластичності, зв'язку між напруженням з деформаціями і умовою стискування по всій зоні пластичної деформації практично неможливо. Тому доцільно розглянути характер розподілу

змінного моменту, повздовжніх і дотичних сил по зоні деформації з тим, щоб визначити ділянку, де дотичні напруження зводяться до мінімуму.

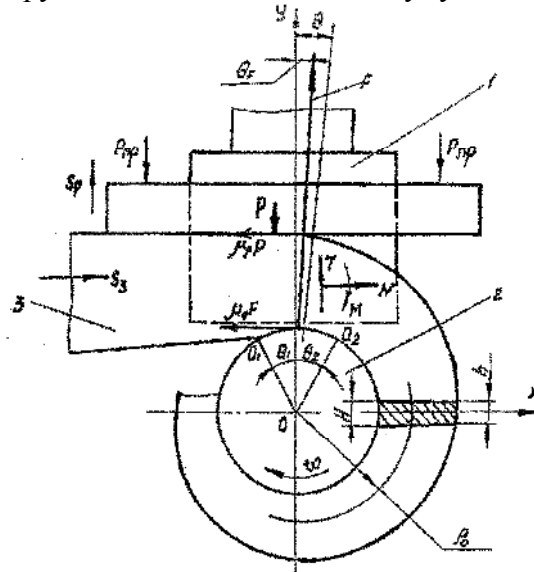


Рисунок 1. Розрахункова схема для визначення параметрів процесу навивання гвинтової заготовки конічної форми:

1 – ролик; 2 – оправка; 3 – смугова заготовка

Виділимо зону пластичної деформації, що в полярних координатах  $\rho O\theta$ , де вісь  $O\rho$  спрямована перпендикулярно до вектора подачі смугової заготовки, розподіляється від точки  $O_1(r, \theta_1)$  до  $O_2(r, \theta_2)$  в дуже вузькому діапазоні  $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = 5 \dots 7^\circ$ .

Тому рівняння рівноваги ділянки заготовки зліва від радіального січення із точною координатою  $\theta$  (у радіанах) можна представити у вигляді:

$$\begin{aligned} \sum X &= -\mu_\rho P - \mu_0 F + F\theta_F + N + T\theta = 0; \\ \sum Y &= -F + \mu_0 F\theta_F + F - N\theta + T = 0; \\ \sum M &= Pl + \mu_\rho PR + \mu_0 Fr - N\rho_0 - M_3 = 0. \end{aligned} \quad (5)$$

де  $P$  – зусилля згину;  $l$  – плече прикладення сили  $P$ ;  $F$  – рівнодійна нормальних контактних напружень;  $\theta_F$  – кут прикладання рівнодійної  $F$ ;  $\mu_\rho$  – коефіцієнт тертя в місці прикладання поперечної сили;  $\mu_0$  – коефіцієнт тертя смугової заготовки на оправці;  $N, T, M$  – відповідно повздовжні й поперечні зусилля та згинний момент, які діють в січенні.

Внаслідок згину, внутрішні шари смугової заготовки в зоні пластичної деформації стискаються (скорочуються) проходить їх проковзування по оправці в напрямі, протилежному навиванню. Отже, в зоні пластичної деформації контактні напруження  $\tau_k$ , прикладені до смугової заготовки, спрямовані протилежно до контактних дотичних напружень іншої частини.

### Література

1. Технологічні основи формоутворення різнопрофільних гвинтових заготовок деталей машин / Б.М. Гевко, М.І. Пилипець, В.В. Васильків, Д.Л. Радик. – Тернопіль: ТДТУ імені Івана Пулюя, 2009. – 457 с.