УДК 621.876.4

Л. Рогатинська

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГИНУ ЕЛАСТИЧНОЇ СПІРАЛІ ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА ПРИ НАВАНТАЖЕННІ

Одним із ефективних шляхів зменшення травматичного впливу робочих органів гвинтових конвеєрів на вантаж та підвищення експлуатаційних показників конвеєрів є використання еластичних робочих органів. Проте при робочому навантаженні еластичні спіралі прогинаються, що може вплинути на параметри транспортування, а тому задача моделювання прогину еластичної спіралі при навантаженні є актуальною.

В умовах гвинтової симетрії визначення напружено-деформованого стану еластичної гелікоїдальної спіралі з метою забезпечення її несучої здатності можна звести до квазіплоскої задачі шляхом введення спеціальної гвинтової системи координат $Ontb$, в якій осі є годографами векторів відповідного супроводжуючого трикутника, де вісь On направлена по нормалі до твірної гвинтової лінії (співпадає з радіус-вектором Or), Ot - по дотичній до твірної, а Ob - по бінормалі.

Згин довільно вибраного сектора кутом θ_L і переміщення точки E в радіальному напрямку на величину Δn призведе до його деформування (зміни довжини $t_L = \theta_L \sqrt{n^2 + c^2}$) у тангенціальному напрямку на величину Δt_L.

$$\Delta t_L = -\Delta n \cdot \mathrm{d}t / \mathrm{d}n = -\Delta n \frac{\mathrm{d}(\theta_L \sqrt{n^2 + c^2})}{\mathrm{d}n} = -\frac{\Delta n \theta_L \sqrt{n^2 + c^2}}{n^2 + c^2} = -k t_L \Delta n \ , \tag{1}$$

де k - кривина гвинтової твірної лінії профілю радіусом n, $k = n/(n^2 + c^2)$

Відносна деформація по гвинтовій координатній лінії Ot буде

$$\varepsilon_t = -\Delta t / t_L = -k \Delta n \ . \tag{2}$$

Відносна зміна довжини лінії профілю в радіальному напрямку осі On буде*:*

$$\varepsilon_n = \frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}r} - 1 = \frac{\sqrt{1 + \left(-\frac{cb}{n^2} + \frac{c}{n} \cdot \frac{\mathrm{d}b}{\mathrm{d}n}\right)^2 + \left(\frac{\mathrm{d}b}{\mathrm{d}n}\right)^2} \cdot \mathrm{d}n}{d(n + \Delta n)} - 1 \ . \tag{3}$$

Враховуючи те, що згідно (2) $\Delta n = -\varepsilon_t / k$, то згідно залежності (3) рівняння сумісності деформації має вигляд

$$(1 + \varepsilon_n)\left[1 - \varepsilon_t\left(1 - \frac{c^2}{n^2}\right) - \frac{1}{k} \cdot \frac{\mathrm{d}\varepsilon_t}{\mathrm{d}n}\right] = \sqrt{1 + \left(\frac{c}{n}\right)^2 \left(\frac{\mathrm{d}b}{\mathrm{d}n} - \frac{b}{n}\right)^2 + \left(\frac{\mathrm{d}b}{\mathrm{d}n}\right)^2} \ . \tag{4}$$

Для оцінки похідної $b' = \mathrm{d}b / \mathrm{d}n$, криву прогину $b = b(n) = f(n)$ апроксимували степеневою функцією

$$b = a_b (n - r_0)^{\gamma} \ ; \ \frac{\mathrm{d}b}{\mathrm{d}n} = a_b \gamma (n - r_0)^{\gamma - 1}, \tag{5}$$

де a_b та γ – параметри моделі, які визначаються за експериментальними даними.

Після відповідних спрощень умова сумісності деформацій буде

$$\varepsilon_n + \left(\frac{c^2}{n^2} - 1\right)\varepsilon_t - \frac{1}{k} \cdot \frac{\mathrm{d}\varepsilon_t}{\mathrm{d}n} = 0{,}5\{a_b^2 \gamma^2 (n - r_0)^{2\gamma - 2} + [c^2 a_b^2 (n - r_0)^{2\gamma - 2} / n^2](\gamma - 1 + r_0 / n)^2\} \tag{6}$$

Залежність (6) є ключовою для побудови алгоритму і програми визначення деформацій та напружень при прогині еластичної спіралі при її навантаженні.