

УДК 62-111.3:631.3

О.В. Камінський, аспірант. А.П. Грабовський, аспірант.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ГВИНТОВОЇ ЗАГОТОВКИ СТІЙКИ У ПРОЦЕСІ ФОРМОУТВОРЕННЯ

O.V. Kaminskyi, PhD student. A.P. Grabovskyi, PhD student.

(Ternopil Ivan Pulyuy National Technical University, Ukraine)

STUDY OF THE STABILITY OF A SCREW BLANKET STABILITY IN THE PROCESS OF FORMING

У процесі навивання гвинтових спіралей зміна форми профілю спіралі в перерізі нормальної площини до осі здійснюється поза зоною згину на перехідній ділянці оправи і роликів. Здійснюючи холодне пластичне деформування стрічки, яка взаємодіє із деформуючим інструментом (роликом) [1], втрачається стійкість витка, що впливає на стабільність процесу формоутворення й якість виготовлення заготовки.

Керування якістю заготовки і прогнозування технологічної спадковості на стадії проектування представляє інтерес. Показниками якості заготовки, одержаної методом холодного пластичного деформування, є відсутність тріщин, гофрів, складок, прогинів; відхилень розмірів у допустимих границях. Комплексним показником може служити ресурс пластичності матеріалу, при вичерпуванні якого заготовка зазнає прогину. У цьому плані важливим є визначення величини критичної сили, при якій спостерігається прогин. Аналітичні залежності, наведені у роботі [1], мають місце лише при незначних кроках T НЗ (суцільний пакет витків), однак при $T > H$ вони ускладнюються необхідністю визначення уточнюючих значень коефіцієнтів для кожного конкретного випадку.

Розглянемо напруження в процесі формоутворення:

Нормальні напруження в довільному поперечному перерізі витка ГЗ визначають співвідношенням

$$\sigma(\xi) = 0,5P \left[\delta \int_0^{Z_{\max}} \sqrt{1 + \left(\frac{r + \xi}{C \cos^2 \frac{z}{C}} \right)^2} dz \right]^{-1}. \quad (1)$$

Для розглядуваного випадку відхилення e дорівнює:

$$e = \frac{T \tilde{y}_{\max} - \frac{2\pi(r + \xi) \operatorname{tg} \mu_{\max}}{\mu_{\max}}}{\sqrt{T^2 + \frac{4\pi^2(r + \xi)^2 \operatorname{tg}^2 \mu_{\max}}{\mu_{\max}^2}}}, \quad (2)$$

$$\text{де } \tilde{y}_{\max} = (r + \xi) \operatorname{tg} \left(\arccos \sqrt{\frac{\mu_{\max}}{\operatorname{tg} \mu_{\max}}} \right).$$

Максимальна ширина поверхні згину

$$b = 2 \sqrt{2B(r + \xi) + B^2 + C^2 \arctg^2 \sqrt{\frac{2B(r + \xi) + B^2}{(r + \xi)^2}}}. \quad (3)$$

Згідно з методом Рітца, часткова похідна від енергії деформації системи має дорівнювати нулеві, тобто

$$\frac{\partial \epsilon}{\partial f} = \frac{2P^2}{E} \int_0^B \frac{B(B^2 - \xi^2)}{I(\xi)} f d\xi - \frac{8}{3} PB^3 = 0. \quad (4)$$

Величину критичної сили в області пружних деформацій визначимо, використовуючи метод Рітца.

Загальна деформація системи має такий вигляд:

$$\epsilon = \frac{1}{2} \int_0^B \frac{M^2(\xi)}{EI(\xi)} d\xi - \frac{1}{2} P \int_0^B \left(\frac{d\psi}{d\xi} \right)^2 d\xi, \quad (5)$$

де E – модуль Юнга;

$\psi(\xi)$ – функція прогину; $\psi(\xi) = f\xi^2$;

$M(\xi)$ – згинальний момент; $M(\xi) = -Pf(B^2 - \xi^2)$ [2].

Звідси, приймаючи $f \neq 0$, $P \neq 0$ та підставляючи вирази (3) і (4) у (5), величину критичної сили визначимо так:

$$P = 16E\epsilon \left(\frac{B}{\delta} \right)^3 \left[\int_0^B \frac{(B^2 - \xi^2) d\xi}{b(1 + K_e(e/\delta)^2)} \right]^{-1}, \quad (6)$$

де ϵ – уточнюючий коефіцієнт; $\epsilon = \epsilon_1 \epsilon_2$;

ϵ_1 – коефіцієнт, що враховує відмінність реального кріплення витка ГЗ від защемлення, прийнятого в розрахунковій схемі;

ϵ_2 – коефіцієнт, що бере до уваги вплив нерівномірності товщини стрічки δ ;

ϵ_2 – коефіцієнт, що враховує похибки внаслідок розгляду кривої прогину як функції однієї змінної.

Для розрахунку нормальних напружень у довільному поперечному перерізі витка НЗ і величини критичної сили складені програми на ЕОМ.

Узагальнюючи виведені залежності процесу дослідження стійкості гвинтової заготовки стійки в процесі формоутворення встановлено що домінуючими є напруження згину, а сам згин відбувається за лінією паралельною до осі оправи.

Небезпечною, з позиції втрати пластичності матеріалу заготовки що формується методом холодного пластичного деформування являється область, розміщена нижче нейтральної лінії на ділянці сформованого витка. В цій області значення деформацій є максимальні, знаючи їх величину можна спрогнозувати можливість втрати стійкості, що супроводжується “ляганням” витка або появленням гофрів залежно від технологічних параметрів процесу.

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.