

ОСОБЛИВОСТІ ЗГИНАННЯ ПЛОСКОЇ ЗАГОТОВКИ ІЗ ЛИСТОВОГО МЕТАЛУ У ПОВЕРХНЮ ТОРСА-ГЕЛІКОЇДА

Пилипака С.Ф., професор

Кресан Т.А., доцент

Хропост В.І., аспірант*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
(Україна, м. Київ)*

Ключові слова – розгортний гелікоїд, плоска заготовка, згинання.

Анотація - щоб зігнути заготовку у вигляді плоского кільця, тобто розгортки одного витка розгортного гелікоїда, потрібно правильно її деформувати у потрібну форму. Ця деформація носить складний характер і складається із двох рухів – розтягування заготовки вздовж осі гелікоїда і обертального навколо цієї осі. В роботі показано, що співвідношення між цими рухами близьке до лінійної залежності.

Постановка проблеми. Виготовлення деталей із листового металу потребує спеціального обладнання, зокрема, штампів, які є вартісним обладнанням. Однак деталі, поверхні яких є розгортними, можна виготовляти значно простіше. Зокрема, циліндричні деталі можна виготовляти прокаткою заготовки між циліндричними валками. В такому випадку згинання відбувається вздовж прямих ліній – твірних циліндра, які між собою паралельні. При деформуванні плоскої заготовки у поверхню гелікоїда її згинання теж відбувається вздовж прямих ліній, однак вони не паралельні, що ускладнює сам процес деформації. Для його здійснення потрібно мати аналітичний опис цього процесу.

Аналіз останніх досліджень. В сільськогосподарських машинах і взагалі в техніці поширеною робочою поверхнею є гвинтовий коноїд, який відомий під назвою шнек [1]. Він є нерозгортною поверхнею і тому не може бути виготовлений способом простого згинання. Розгортний гелікоїд, або торс-гелікоїд, теж знаходить своє застосування, зокрема у ґрунтообробних знаряддях. В праці [2] пропонується застосовувати його як альтернативу сферичним ґрунтообробним дискам, а в праці [3] – як робочий орган котка.

Формулювання цілей. Описати аналітично процес неперервного згинання плоскої заготовки у поверхню витка торса-гелікоїда.

Основна частина. Неперервне згинання передбачає побудову будь-якого числа проміжних положень при згинанні заготовки у кінцевий виток.

*Наукові керівники – д.т.н., професор Пилипака С.Ф., к.т.н., доцент Кресан Т.А.

Неперервне згинання торса-гелікоїда будемо здійснювати деформацією його ребра звороту, тобто гвинтової лінії, яка розташована на циліндрі радіуса ρ і має крок H , який визначається через гвинтовий параметр h : $H=2\pi h$. При такому згинанні крок поступово зменшується до нуля, тобто торса-гелікоїд в кінцевому положенні перетворюється у розгортку. Теоретично таке згинання можна здійснити за наступними параметричними рівняннями:

$$\begin{aligned} X &= \rho_i \cos \sqrt{\frac{\rho}{(\rho^2 + h^2)} \rho_i} s - u \rho_i \sin \sqrt{\frac{\rho}{(\rho^2 + h^2)} \rho_i} s; \\ Y &= \rho_i \sin \sqrt{\frac{\rho}{(\rho^2 + h^2)} \rho_i} s + u \rho_i \cos \sqrt{\frac{\rho}{(\rho^2 + h^2)} \rho_i} s; \\ Z &= \sqrt{1 - \frac{\rho \rho_i}{\rho^2 + h^2}} s + u \sqrt{1 - \frac{\rho \rho_i}{\rho^2 + h^2}}, \end{aligned} \quad (1)$$

де s і u – незалежні змінні, причому s – довжина дуги ребра звороту, u – довжина прямолінійної твірної поверхні, відлік якої починається від ребра звороту;

ρ_i – параметр згинання.

Перша квадратична форма поверхні (1) має вигляд:

$$dS^2 = \frac{\rho^2(\rho^2 + u^2 + 2h^2) + h^4}{(\rho^2 + h^2)^2} ds^2 + 2ds du + du^2. \quad (2)$$

До квадратичної форми (2) не входить параметр згинання ρ_i . Це означає, що він впливає на форму поверхні і при цьому перша квадратична форма залишається незмінною, тобто рівняння (1) є рівняннями згинання поверхні. При $\rho_i = \rho$ рівняння (1) описують вихідну поверхню (рис.1).

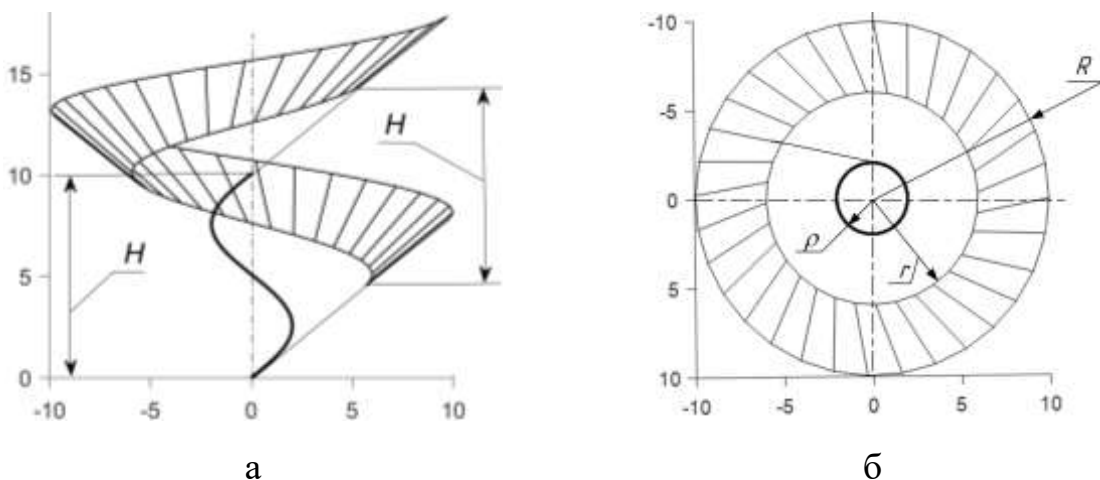


Рис. 1. Виток розгортного гелікоїда при $\rho=2$, $h=1,6$, $s=0...16$, $u=7,2...12,5$: а) фронтальна проекція; б) горизонтальна проекція

Крок гелікоїда становить 10 лін. од., радіуси $r=6$, $R=10$.

Параметр згинання ρ_i має фізичний зміст – це радіус циліндра, на якому розташоване ребро звороту. При $\rho_i=(h^2+\rho^2)/\rho$ крок H перетворюється в нуль, тобто ми отримуємо розгортку (рис. 2).

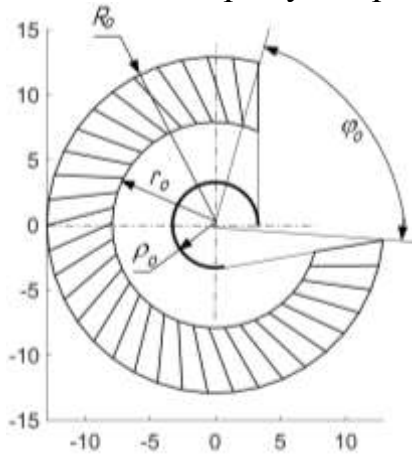


Рис. 2. Розгортка витка торса-гелікоїда

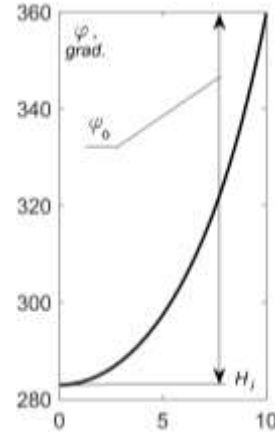


Рис. 3. Залежність кута скручування φ_0 від кроку H_i

Щоб у зворотному порядку плоску заготовку у вигляді розгортки (рис. 2) зігнути у виток торса-гелікоїда, потрібно її скручувати навколо осі на кут φ_0 і одночасно розтягувати вздовж осі на крок H_i . Ці два рухи мають бути узгоджені між собою. Знайдена теоретична залежність кута скручування від величини кроку при розтягуванні $\varphi=\varphi(H_i)$:

$$\varphi = \frac{\rho s^2}{(\rho^2 + h^2)\sqrt{s^2 - H_i^2}}. \quad (3)$$

На рис. 3 ця залежність побудована при зміні кроку від $H_i=0$ (розгортка) до $H_i=10$ (виток торса-гелікоїда). При розтягуванні заготовки вздовж осі кут φ зростає від 282° до 360° , тобто $\varphi_0=78^\circ$. При рівномірному розтягуванні заготовки її скручування відбувається нерівномірно: спочатку повільно і далі зростає по залежності, близькій до квадратичної.

Висновки. При формуванні плоскої заготовки у виток торса-гелікоїда необхідно забезпечити потрібне співвідношення між її розтягуванням і скручуванням.

Бібліографічний список

1. Гевко Б.М. Технология изготовления спиралей шнеков / Б.М. Гевко. — Львов: Вища шк. Изд-во при Львов, ун-те, 1986. — 128 с.
2. Кресан Т.А. [Рух частинки ґрунту по поверхні розгорнутого гелікоїда з горизонтальною віссю обертання і заданим кутом атаки](#) / Т.А. Кресан, // Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021, Vol. 12, No 2, 67 – 75.
3. Пилипака Т.С. Розрахунок робочих елементів котка з відсіків торса-гелікоїда / Т.С. Пилипака // Науково-виробничий журнал «Техніка і технології АПК». –К., 2015. -№ 5 (68) . –С. 15 – 17.