

УДК 621.941.323.2

Р.Г. Редько, О.І. Редько, В.В. Шанайда, Р.А. Склярів
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРУЖНО-СИЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАТИСКНИХ ЦАНГ,
ВИГОТОВЛЕНИХ ЗА ДІЮЧИМИ ТА НОВИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ

Відкориговано формулу згинальної жорсткості пелюстки цанги. При цьому брали до уваги вплив податливості защемлення як циліндричної оболонки при одночасному навантаженні всіх пелюсток і різній кількості розрізів (z, ψ_p) та їх ширині (t_1, ψ). Запропоновану формулу можна використовувати у всіх залежностях, що визначають силові характеристики, характеристики жорсткості і точності цангових затискних патронів.

Ключові слова: затискна цанга, пелюстка цанги, пружно-силові характеристики, жорсткість пелюстки, защемлення.

Рис. 3 Табл. 4. Літ. 10.

Р.Г. Редько, О.И. Редько, В.В. Шанайда, Р.А. Склярів
ИССЛЕДОВАНИЯ УПРУГО-СИЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАЖИМНЫХ ЦАНГ,
ИЗГОТОВЛЕННЫХ ПО ДЕЙСТВУЮЩИМ И НОВЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Откорректирована формула изгибной жесткости лепестка цанги. При этом учитывали влияние податливости защемления как цилиндрической оболочки при одновременной нагрузке всех лепестков и разным количестве разрезов (z, ψ_p) и их ширине (t_1, ψ). Предложенную формулу можно использовать во всех зависимостях, определяющих силовые характеристики, характеристики жесткости и точности цанговых зажимных патронов.

Ключевые слова: зажимная цанга, лепесток цанги, упруго-силовые характеристики, жесткость лепестка, защемление.

R.G. Redko, O.I. Redko, V.V. Shanayda, R.A. Sklyarov
INVESTIGATION OF ELASTIC - FORCE CHARACTERISTICS COLLET
MANUFACTURED BY EXISTING AND NEW TECHNOLOGIES

Corrected formula flexural rigidity collet petals . In this case, taking into account the impact of compliance as a pinched cylindrical shell while loading all the petals and different number of z, ψ_p and width t_1, ψ cuts z . The proposed formula can be used in all the dependencies that determine the power characteristics, characteristics of rigidity and precision collet clamping cartridges.

Keywords: Collet, Petal collet, elastic-strength properties, hardness petals, pinched.

Постановка проблеми. Вперше запропонований Ю.М.Кузнецовим [8, 9] підхід до розгляду згинальної жорсткості пелюстки з врахуванням податливості защемлення, що являє собою циліндричну оболонку, наблизив результати розрахунку до експерименту (фактичного значення). Але розгляд навантаженого стану защемлення без впливу навантаження інших пелюсток цанги і їх защемлень занижує значення розрахункової жорсткості при розв'язанні диференційного рівняння пружної лінії пелюстки з податливим защемленням [10].

Для доказу цього порівнюються дві схеми навантаження защемлення:

1. Навантажено першу пелюстку силою P ; при цьому спрощено її защемлення розглядається як балка на двох опорах із симетричним навантаженням при поперечному згині (рис. 1, а);
2. Навантажено одночасно всі пелюстки силою P ; при цьому пропонується защемлення пелюстки розглядати як балку на двох опорах із симетричним навантаженням при поздовжньо-поперечному згині (додаткові стискаючі сили $P/2$), рис. 1, б.

Із "Опору матеріалів" відомо, що для першої схеми (рис. 1, а) рівняння пружної лінії

$$y_1 = \Delta_1(x) = \frac{Pl^3}{48EI} \left(3 \frac{x}{l} - 4 \frac{x^3}{l^3} \right), \quad 0 \leq x \leq \frac{l}{2},$$

а прогин в середньому перерізі

$$\Delta_1 = \frac{Pl^3}{48EI}, \quad (1)$$

де l – відстань між опорами;

E – модуль пружності;

I – момент інерції пелюстки в перерізі защемлення відносно нейтральної осі.

Для другої схеми (рис. 1, б) рівняння пружної лінії:

$$y_2 = \Delta_2(x) = \frac{pl}{2S} \left(\frac{\sin \alpha x}{\alpha l \cos \frac{\alpha l}{2}} - \frac{x}{l} \right), \quad 0 \leq x \leq \frac{l}{2}.$$

При $S = P/2$

$$y_2 = \Delta_2(x) = l \left(\frac{\sin \alpha x}{\alpha l \cos \frac{\alpha l}{2}} - \frac{x}{l} \right), \quad 0 \leq x \leq \frac{l}{2};$$

а прогин в середньому перерізі:

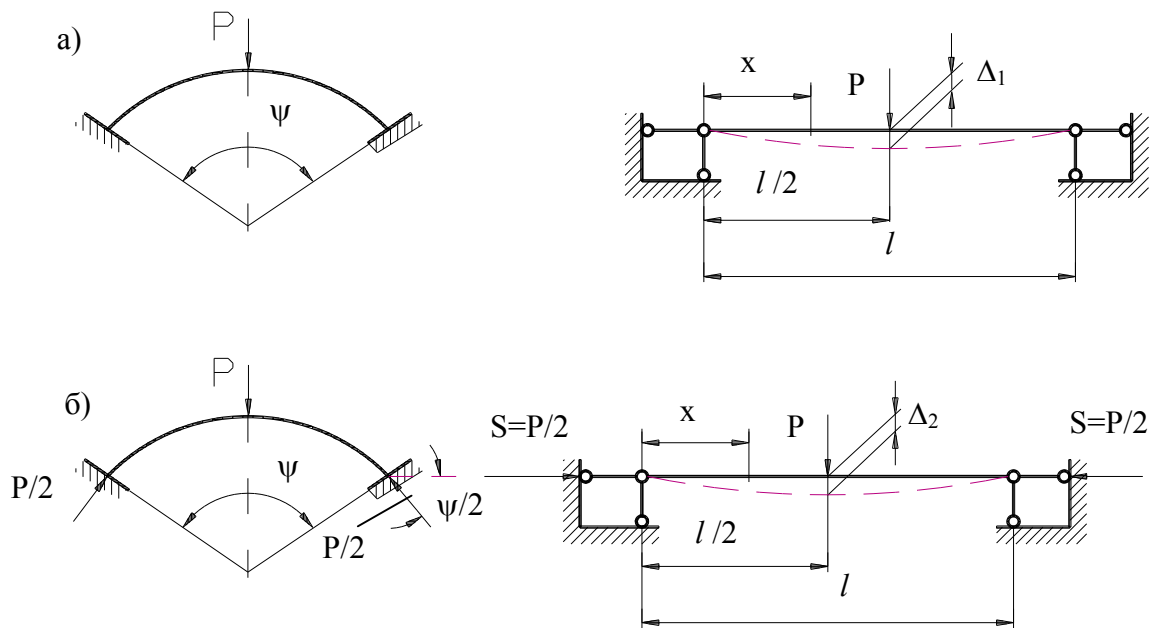


Рис. 1. Порівняння двох схем навантаження пелюстки затискної цанги і її защемлення: а – без врахування впливу навантаження інших пелюсток; б – із врахуванням цього впливу (підхід, що пропонується)

$$\Delta_2 = l \left(\frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha l}{2}}{\alpha l} - \frac{1}{2} \right), \quad (2)$$

де $\alpha = \sqrt{\frac{S}{EI}} = \sqrt{\frac{P}{2EI}}$, $EI = \text{const}$.

Згинальна жорсткість защемлення:

$$C_{31} = \frac{P}{\Delta_1}, \quad C_{32} = \frac{P}{\Delta_2}.$$

Якщо $\Delta_2 < \Delta_1$, то $C_{32} > C_{31}$.

Для доказу цього судження розглядається спрощений приклад за умов: $P=10^3$ Н, $l = 10^2$ мм, $E=2 \cdot 10^5$ Н/мм², $I=10^3$ мм⁴.

Із формули (1) $\Delta_1=0,104$ мм. Із формули (2) при $\alpha=0,00158$ $\Delta_2=0,05$ мм. Таким чином, в другому випадку жорсткість защемлення вища.

Залежність для розрахунку згинальної жорсткості пелюстки може бути уточнена із додаткових міркувань і розглядом схеми навантаження, наведеної на рис. 2. В загальному випадку задача зводиться до розв'язку основного диференційного рівняння пружної лінії для малих переміщень при нових граничних умовах [1, 2, 4, 5].

Більш простим підходом до розв'язку цієї задачі є введення поправочних коефіцієнтів в залежності [7]:

$$C_n = \frac{3EI_n}{\xi l_n^3 + I_n \varepsilon l_n (1 + 2\lambda l_n)} \quad (3)$$

із таких міркувань:

1. із збільшенням кількості пелюсток (розрізів z) вплив другого доданку в знаменнику залежності C_n зменшується, тобто зменшується вплив податливості циліндричної оболонки в місці защемлення пелюстки;

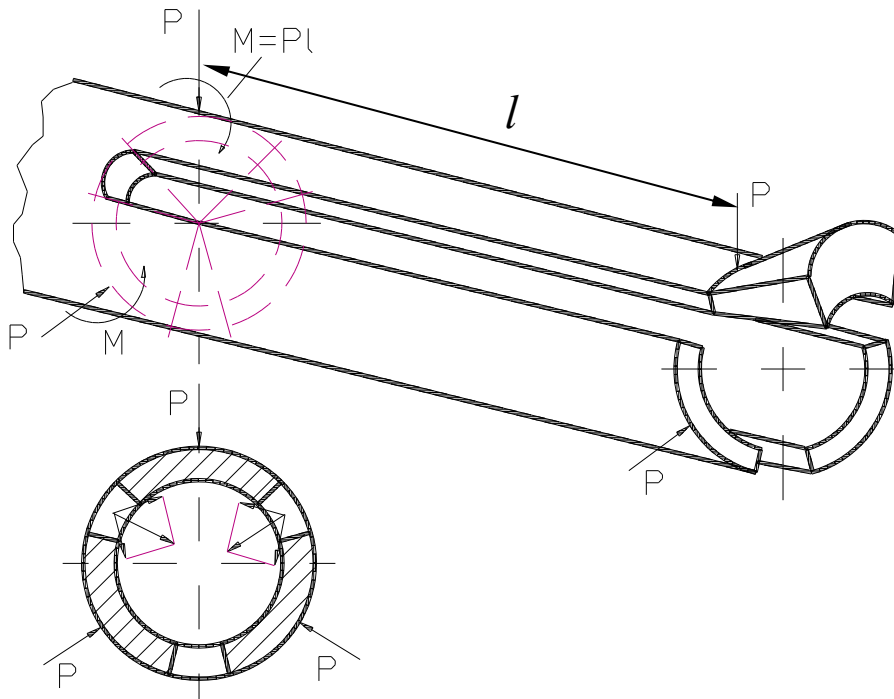


Рис. 2. Запропонована розрахункова схема для визначення жорсткості пелюсток із врахуванням одночасного їх навантаження

- 2) навіть при одній і тій кількості розрізів із збільшенням їх ширини вплив податливості циліндричної оболонки також зменшується, тобто при $\psi_p = 360^\circ/z$ кут поперечного перерізу пелюстка в кінці розрізки зменшується в залежності:

$$\psi = \frac{360^\circ}{z} - 2 \arcsin \frac{t_1}{R + r},$$

де t_1 – ширина розрізки;

R і r – зовнішній і внутрішній радіуси перерізу пелюстки.

Напрямки зменшення впливу податливості циліндричної оболонки в місці защемлення пелюстки наведені на рис. 3.

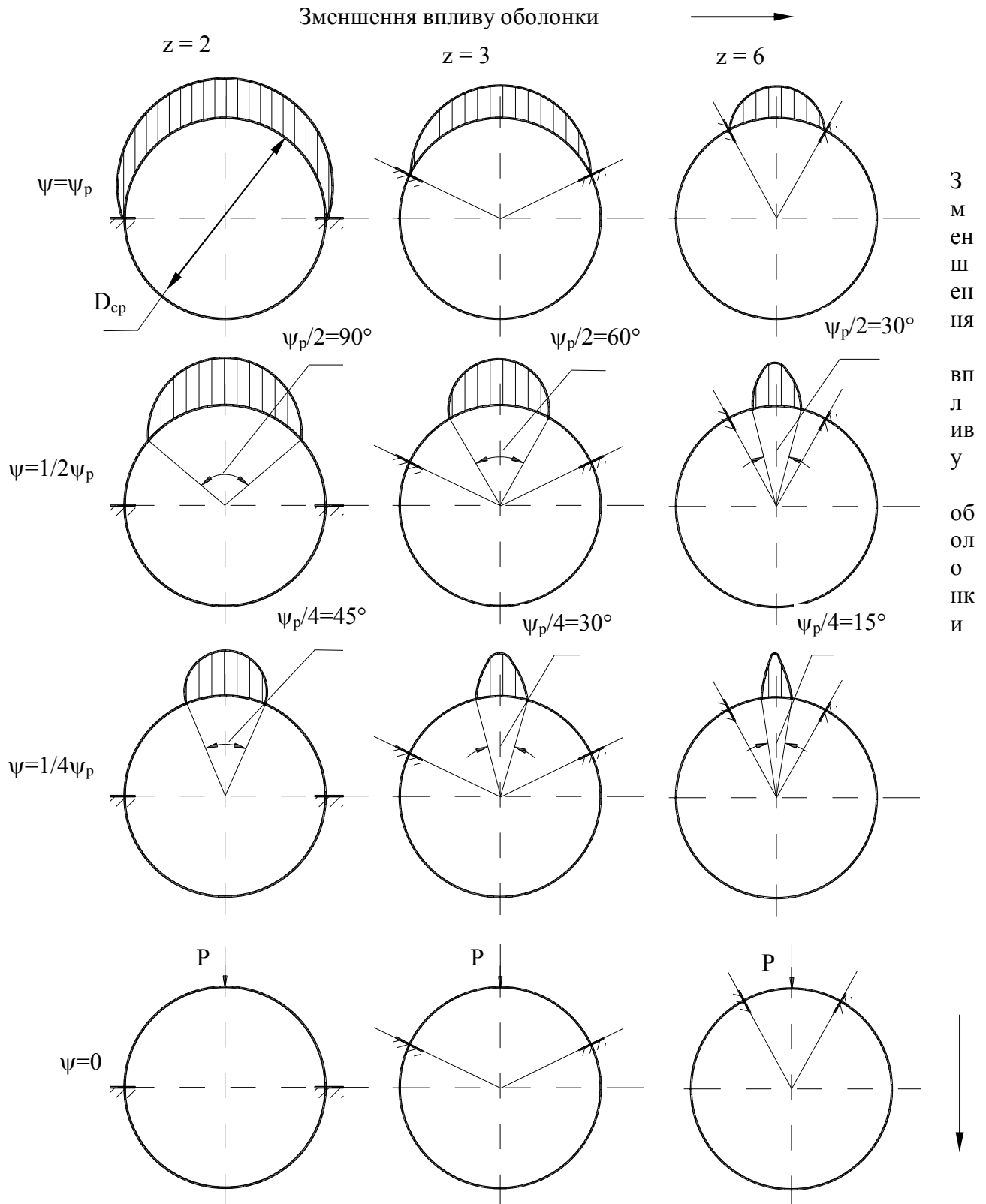


Рис. 3. Напрямок зменшення впливу податливості циліндричної оболонки в місці защемлення (кінці розрізки) пелюстки

Основні результати дослідження. Із врахуванням вищевикладеного в першому наближенні відкоригована формула згинальної жорсткості пелюстки. При цьому брали до уваги вплив податливості защемлення як циліндричної оболонки при одночасному навантаженні всіх пелюсток і різній кількості розрізів (z, ψ_p) та їх ширині (t_1, ψ).

Згинальна жорсткість пелюстки цанги дорівнює:

$$C_n = \frac{\left(3 - \frac{\sin \psi}{\sin \psi_p}\right) E I_n}{\xi l_n^3 + \frac{2}{z} I_n \varepsilon l_n (1 + 2 \lambda l_n)} \quad (4)$$

Висновки. Запропонована формула (4) повинна використовуватись у всіх залежностях, що визначають силові характеристики, характеристики жорсткості і точності цангових затискних патронів.

1. Кузнецов Ю.Н. Расчет угла контакта зажимной цанги со шпинделем. // Станки и инструмент. – 1970. – № 8. – С. 20-22.
2. Кузнецов Ю.Н., Вачев А.А., Редько Р.Г. Сравнительные исследования упруго-напряженного состояния зажимных цанг, изготовленных разными методами // Машиностроительна техника и конструирование: Сб. доклады. – Габрово, 1997. – С. 135-141.
3. Кузнецов Ю.М., Гордеев О.Ф., Редько Р.Г. Экспериментальні дослідження напруженого стану затискних цанг // Інтеграція освіти, науки та виробництва: Матеріали III міжнародної науково-методичної конференції. – Луцьк, 1997. – С. 27-29.
4. Кузнецов Ю.Н. Зажимная цанга со стабильной силой зажима. // Технология и организация производства. Киев. – 1971. – №1. – С.101-103.
5. Кузнецов Ю.Н. Влияние длины разрезки лепестка на характеристики зажимной цанги. // Технология и организация производства. Киев, 1972, №9, – С. 68-74.
6. Кузнецов Ю.Н. Влияние диаметра прутка на силы и упругие перемещения в цанговом механизме зажима. // Вестник КПИ, сер. Машиностроения – Киев. – 1978. – № 15. – С. 40-47.
7. Кузнецов Ю.Н., Орликов М.Л. Экспериментальное исследование влияния конструктивных элементов зажимных цанг на их характеристики. // Технология и организация производства. – Киев, № 11. – 1973. – С. 41-51.
8. Кузнецов Ю.Н. Деформация лепестков цанг при различных схемах нагружения. // Вестник КПИ, серия машиностроения. – 1975, N12. – С. 63-68.
9. Кузнецов Ю.Н. Жесткость зажима прутка в цанговом патроне. // Металлорежущие станки. – Киев, 1974. – Вып. 2. – С. 74-85.
10. Кузнецов Ю.Н., Орликов М.Л. Жесткость лепестков цанг. // Станки и инструмент. – 1968. – N4. – С. 39-42.

Стаття надійшла до редакції 21.01.2014.