

CARACTERISTICI ALE ELEMENTELOR SPAȚIALE PENTRU MEMORII RIGIDE

ONOFREI Andreea¹, CIOCAN Mihai Dragoș², POLENA Alexandra³

Conducător științific: Prof.dr.ing. Adriana COMĂNESCU, Ș.l.dr.ing. Ileana DUGĂEȘESCU

REZUMAT: Lucrarea abordează mecanismele cu camă cilindrică a căror tachtet poate avea mișcare de translație cu diverse legi de mișcare. Sunt prezentate legile de mișcare liniară, parabolică și sinusoidală și s-au elaborat programe de calcul astfel încât să se determine parametrii curbelor caracteristice ale canalului de rulare a extremității unui tachtet în translație.

Camele cilindrice pentru mecanisme cu tachtet în translație cu diverse legi de mișcare se realizează în mediul de proiectare SolidWorks.

CUVINTE CHEIE: memorie rigidă, cama cilindrică, tachtet, lege de mișcare

1. INTRODUCERE

Mecanismele cu came își găsesc importante aplicații în general în industriile textilă, de procesare alimentară și de producție.

În cazul mecanismelor cu came spațiale aceste pot avea suprafețe cilindrice (Fig.1, Fig.2, Fig.3, Fig.4), tronconice, elipsoidale (Fig. 5), hiperboidale (Fig.6), etc. Tachtetul poate fi în mișcare de translație (Fig.1.a, Fig.1.b, Fig.3) sau de rotație (Fig.1.2 a). Tachtetul poate urmări profilul situat pe suprafața laterală (Fig.1.a) sau frontală a camei spațiale (Fig.1.b).

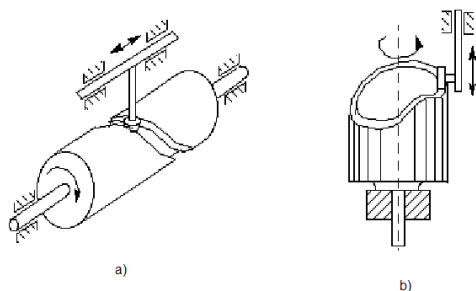


Fig.1. Cama cilindrică

¹ Specializarea Modelarea și Simularea Sistemelor Mecanice Mobile, Facultatea IMST;

¹E-mail: prodent@europe.com;

² Specializarea Ingineria Managerială a Sistemelor Tehnice, Facultatea IMST;

²E-mail:

³ Specializarea Ingineria Managerială a Sistemelor Tehnice, Facultatea IMST;

³E-mail:

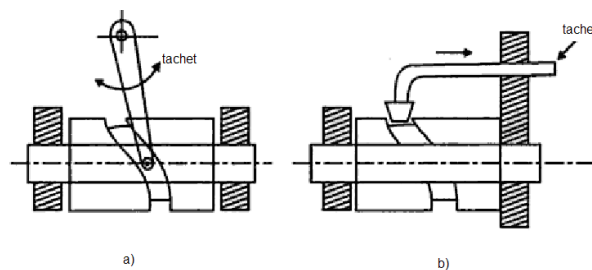


Fig.2. Cama cilindrică cu tachtet în rotație sau translație



Fig.3. Cama cilindrică

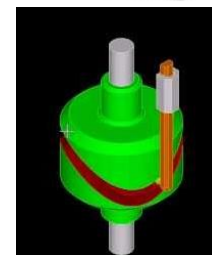
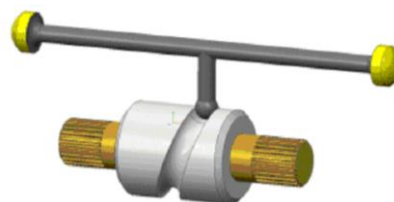


Fig.4. Came cilindrice

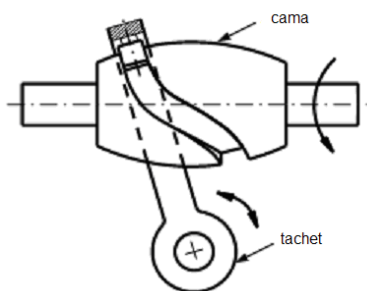


Fig.5. Camă elipsoidală

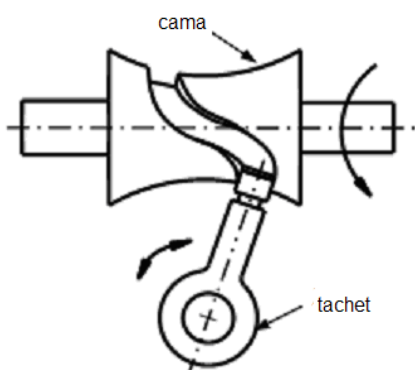


Fig.6. Camă hiperboloidală

Tchetul mecanismului cu o mișcare de translație urmărește profilul descris pe suprafața cilindrică de rază r a camii, care trebuie să-i asigure acestuia legea de mișcare impusă.

2. LEGEA DE MIȘCARE LINIARĂ PENTRU TACHETUL ÎN TRANSLAȚIE AL CAMEI CILINDRICE

Legea adoptată pentru deplasarea tchetului poate fi liniară, parabolică, cosinusoidală sau sinusoidală.

Pentru a determina parametrii liniei profilului pe cama cilindrică este necesar să se stabilească următoarele date: T perioada de rotație a camii, r raza cilindrului camii, $LV = p$ amplitudinea deplasării tchetului și legea de mișcare a tchetului. Prin desfășurarea cilindrului camii se obține un dreptunghi cu lungimea $LH = 2\pi r$ și înălțimea LV , căruia i se atașează un sistem de referință $xAOy$ (Fig.7). Un punct curent al liniei profilului este $A(X_A, Y_A)$, ale cărui coordonate depind de legea de mișcare aleasă.

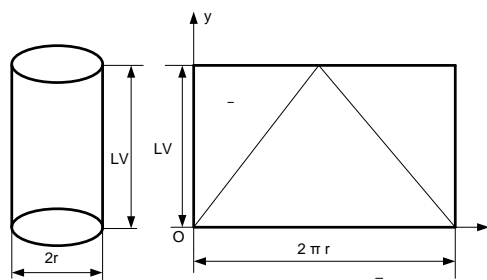


Fig.7. Legea de mișcare liniară

Legea de mișcare ale tchetului pe suprafața camii este exprimată parametric astfel:

$$t \in [0, T/2]$$

$$X_A = k_1 \cdot t$$

$$Y_A = k_2 \cdot t$$

$$t \in (T/2, T]$$

(1)

$$X_A = k_1 \cdot t$$

$$Y_A = LV - k_2 \cdot (t - T/2)$$

T - perioada unei rotații complete a camii [sec];

r - raza cilindrului camii [m];

LH - lungimea cercului cilindrului camii [m];

LV - amplitudinea deplasării tchetului [m];

AB - lungimea frontală (desfășurată) a canalului de ghidare a rolei [m];

θ - unghiul de inclinare al dreptei generatoare a canalului;

A, B - punctele limita ale canalului de umarare pentru rola;

$(X_A, Y_A), (x, y, Y_A)$ - parametrii punctului A al canalului camii;

$(X_B, Y_B), (x_1, y_1, Y_B)$ - parametrii punctului B al canalului camii.

Parametrii curbei spațiale a punctului A sunt următorii:

$$x_k = r \cos \psi_k$$

$$y_k = r \sin \psi_k$$

$$z_k = Y_{A_k}$$

(2)

iar cei ai punctului B devin

$$x_{1k} = r \cos(\psi_0 + \psi_k)$$

$$y_{1k} = r \sin(\psi_0 + \psi_k)$$

$$z_{1k} = Y_{B_k}$$

(3)

Unghiul la centru pentru profil este dat de

$$\psi_k = X_{A_k} / r$$

(4)

iar unghiul la centru al canalului

$$\psi_0 = AB / r \quad (5)$$

Parametrii punctului B al canalului camei sunt exprimați ca

$$\begin{aligned} X_B &= X_A + AB \cdot \cos(\theta) \\ Y_B &= Y_A + AB \cdot \sin(\theta) \end{aligned} \quad (6)$$

Curbele spațiale ale punctelor A și B sunt redată în Fig.8.

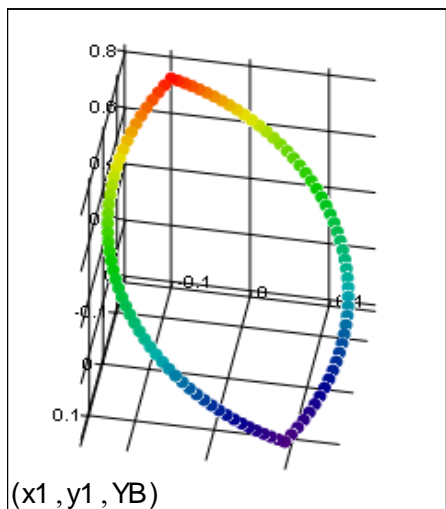
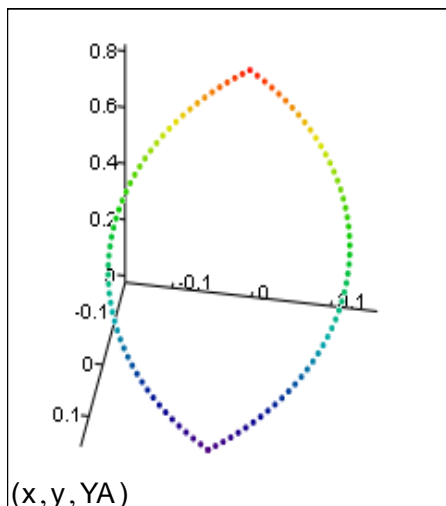


Fig.8. Curbele caracteristice punctelor A și B

Adoptând pentru mecanism următoarele caracteristici conform notațiilor precedente, și anume:

- T = 2 sec.
- r = 0.15 m
- LH = 2πr
- LV = 0.8 m
- AB = 0.1 m

$$\theta = 0$$

se obțin parametrii profilului din Tabelul 1.

Tabelul 1

| <i>Legea de mișcare liniară – parametrii profilului</i> | | | |
|---|--------|-----------|-------|
| | x | y | z |
| 0 | 0.15 | 0 | 0 |
| 0 | 0.121 | 0.088 | 0.16 |
| 0 | 0.055 | 0.139 | 0.304 |
| 0 | -0.037 | 0.145 | 0.464 |
| 0 | -0.116 | 0.096 | 0.624 |
| 0 | -0.15 | 9,42E+00 | 0.784 |
| 0 | -0.127 | -0.08 | 0.656 |
| 0 | -0.055 | -0.139 | 0.496 |
| 0 | 0.037 | -0.145 | 0.336 |
| 0 | 0.116 | -0.096 | 0.176 |
| 00 | 0.15 | -9,42E+00 | 0.016 |

Proiectarea camei cilindrică pentru un tachtet în translație cu o lege de mișcare liniară se realizează în mediul de proiectare SolidWorks (Fig.9).

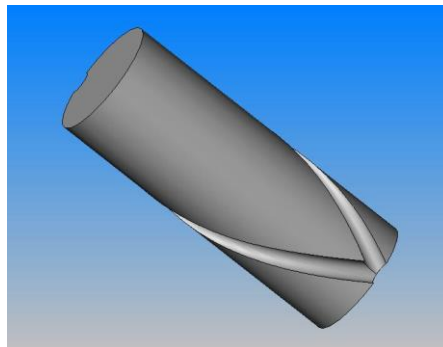
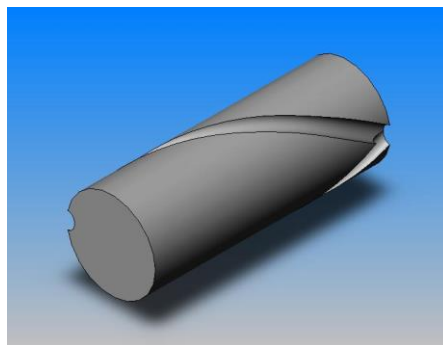


Fig.9. Cama cilindrică pentru translația tachtetului cu lege liniară

3. LEGEA DE MIȘCARE PARABOLICĂ PENTRU TACHETUL ÎN TRANSLAȚIE AL CAMEI CILINDRICE

Pentru eliminarea discontinuităților infinite în distribuția de accelerații a tachelului în cazul legii de mișcare liniare se poate utiliza legea de mișcare parabolică pentru tachelul în mișcarea de translație (Fig.10). Legea de variație a spațiului atât în faza de ridicare cât și în cea de coborâre este formată din două arce de parabolă racordate într-un punct din interiorul respectivului interval.

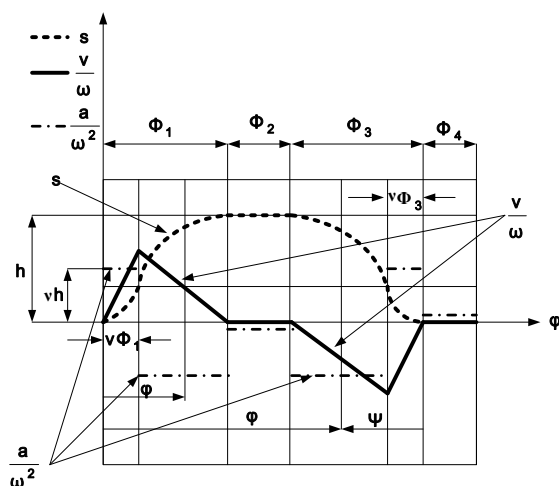


Fig. 10. Legea de mișcare parabolică

Se notează prin ν raportul în care se împarte unghiul de ridicare în punctul de racordare a arcelor de parabolă. Se poate accepta același raport sau rapoarte diferite pentru fazele de ridicare, respectiv de coborâre.

Ecuțiile corespunzătoare fazei de ridicare sunt prezentate în Tabelul 2.

Tabelul 2.

| | | |
|--------------------|---|--|
| | $\varphi \in [0, \nu\phi_1]$ | $\varphi \in (\nu\phi_1, \phi_1]$ |
| Accelerația redusă | $a / \omega^2 = \frac{2h}{\nu\phi_1^2}$ | $a / \omega^2 = -\frac{2h}{(1-\nu)\phi_1^2}$ |
| Viteza redusă | $v / \omega = \frac{2h}{\nu\phi_1^2} \varphi$ | $v / \omega = \frac{2h}{(1-\nu)\phi_1^2} (\phi_1 - \varphi)$ |
| Spațiul tachelului | $s = \frac{h}{\nu\phi_1^2} \varphi^2$ | $s = h - \frac{h}{(1-\nu)\phi_1^2} (\phi_1 - \varphi)^2$ |

Pentru faza de coborâre se poate adopta ca variabilă

$$\psi = \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 - \varphi$$

astfel că ecuațiile pentru faza de coborâre se regăsesc în Tabelul 3.

Tabelul 3

| | | |
|--------------------|--|---|
| | $\psi \in [0, \nu\phi_3]$ | $\psi \in (\nu\phi_3, \phi_3]$ |
| Accelerația redusă | $a / \omega^2 = \frac{2h}{\nu\phi_3^2}$ | $a / \omega^2 = -\frac{2h}{(1-\nu)\phi_3^2}$ |
| Viteza redusă | $v / \omega = \frac{2h}{\nu\phi_3^2} \psi$ | $v / \omega = \frac{2h}{(1-\nu)\phi_3^2} (\phi_3 - \psi)$ |
| Spațiul tachelului | $s = \frac{h}{\nu\phi_3^2} \psi^2$ | $s = h - \frac{h}{(1-\nu)\phi_3^2} (\phi_3 - \psi)^2$ |

Ecuțiile parametrice ale unui punct curent al profilului camei după desfășurarea cilindrului camei sunt următoarele:

$$\begin{aligned}
 t \in [0, T] & \quad XA_k = k1 \cdot t_k \\
 t \in [0, T/4] & \quad YA_k = \frac{8p}{T^2} \cdot t_k^2 \\
 t(T/4, 3T/4) & \quad YA_k = \frac{-8}{T^2} p(t_k)^2 + \frac{8}{T} p t_k - p \\
 t[3T/4, T] & \quad YA_k = \frac{8p}{T^2} (t_k)^2 - \frac{16p}{T} t_k + 8p
 \end{aligned} \tag{7}$$

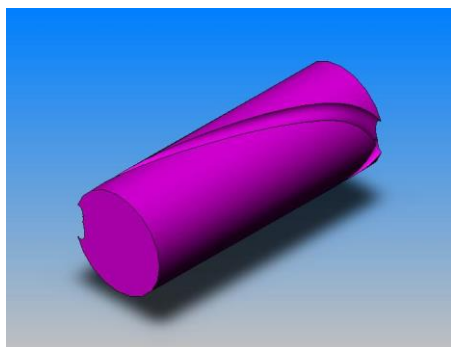
unde T este perioada unei rotații complete a camei, iar p fiind amplitudinea deplasării punctului A pe generatoarea cilindrului.

Parametrii curbei de profil redați în Tabelul 4 și utilizați în proiectarea camei se determină prin rularea unui program în MathCad.

Tabelul 4

| k | Legea de mișcare parabolică - parametrii profilului | | |
|-----|---|-----------|--------|
| | x | y | z |
| 0 | 0.15 | 0.088 | 0 |
| 10 | 0.121 | 0.139 | 0.064 |
| 20 | 0.055 | 0.145 | 0.231 |
| 30 | -0.037 | 0.096 | 0.518 |
| 40 | -0.116 | 9,42E+00 | 0.723 |
| 50 | -0.15 | -0.08 | 0.799 |
| 60 | -0.127 | -0.139 | 0.748 |
| 70 | -0.055 | -0.145 | 0.569 |
| 80 | 0.037 | -0.096 | 0.282 |
| 90 | 0.116 | -9,42E+00 | 0.077 |
| 100 | 0.15 | 0 | 6.4E-4 |

Proiectarea camei cilindrică pentru un tachel în translație cu o lege de mișcare liniară se realizează în mediul de proiectare SolidWorks (Fig.11).



$$YA_k = 2p - \frac{2p}{T}t_k + \frac{p}{2\pi} \sin\left(\frac{4\pi}{T}t_k\right)$$

p fiind lungimea generatoarei cilindrului.

Din rularea unui program elaborat pe baza ecuațiilor expuse anterior se determină parametrii curbei de profil redați în Tabelul 5 și utilizați la proiectarea camei din Fig.12 în mediu SolidWorks.

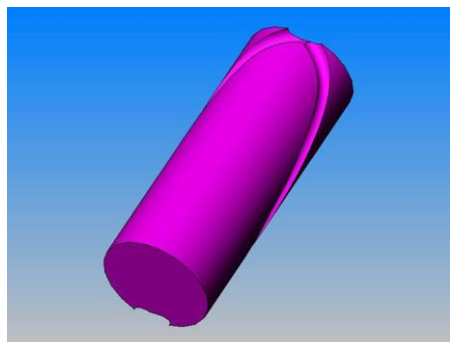


Fig.11. Cama cilindrică pentru translația tchetului cu lege parabolică

Tabelul 5.

| <i>Legea de mișcare sinusoidală - parametrii profilului</i> | | | |
|---|--------|----------|----------|
| k | x | y | z |
| 0 | 0.15 | 0 | 0 |
| 10 | 0.121 | 0.088 | 0.039 |
| 20 | 0.055 | 0.139 | 0.217 |
| 30 | -0.037 | 0.145 | 0.525 |
| 40 | -0.116 | 0.096 | 0.749 |
| 50 | -0.15 | 9,42E+00 | 0.8 |
| 60 | -0.127 | -0.08 | 0.771 |
| 70 | -0.055 | -0.139 | 0.583 |
| 80 | 0.037 | -0.145 | 0.275 |
| 90 | 0.116 | -0.096 | 0.051 |
| 100 | 0.15 | 9,42E+00 | 4,21E-02 |

4. LEGEA DE MIȘCARE SINUSOIDALĂ PENTRU TACHETUL ÎN TRANSLAȚIE AL CAMEI CILINDRICE

Tachetul în mișcare de translație cu lege de mișcare sinusoidală urmărește ca și în cazurile precedente curba descrisă pe suprafața cilindrului. Pentru o mai bună ghidare a extremității acestuia se poate practica un canal, care are drept curbă directoare curba situată pe suprafața cilindrului. Prin desfășurarea cilindrului ecuațiile unui punct A al curbei se pot exprima pe intervale după cum urmează:

$$t \in [0, T]$$

$$XA_k = k1 \cdot t_k \quad (8)$$

unde $k1 = LH/T$, iar $LH = 2\pi r$, r fiind raza cilindrului și T durata unei rotații complete a camei,

$$t \in [0, T/2]$$

$$YA_k = \frac{2p}{T}t_k - \frac{p}{2\pi} \sin\left(\frac{4\pi}{T}t_k\right)$$

$$t \in [T/2, T] \quad (9)$$

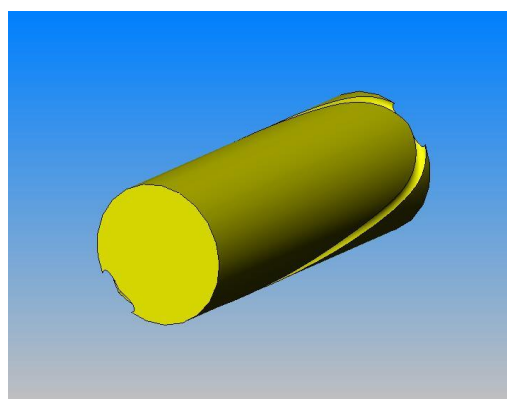
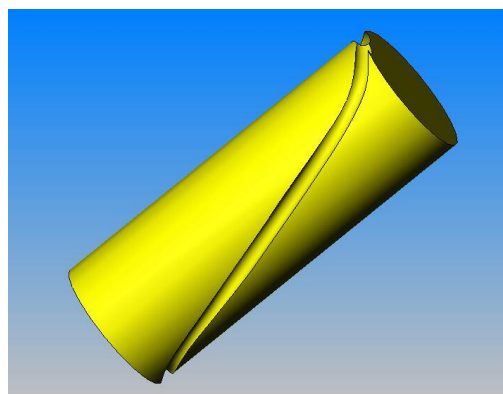


Fig.12. Cama cilindrică pentru translația tchetului cu lege sinusoidală

5. CONCLUZII

Camele proiectate în mediul de simulare SolidWorks utilizează ca parametrii ai curbelor de profil conform legii adoptate pentru mișcarea tachetului programe de calcul realizate în MathCad.

6. BIBLIOGRAFIE

- [1] Comănescu, Adr. & col., *About spatial rigid memory characteristics*, DAAAM International Scientific Book 2010, pp. 583-592, chapter 51, Vienna, 2010;
- [2]<https://grabcad.com/library/recently-added/cam.html>