

CINEMATICA ȘI DINAMICA SCUTURĂRII CARTOFILOR PE O BANDĂ – SITĂ DE CALIBRARE

A. Popescu, Universitatea "George Barițiu" Brașov
I. Cîdea, Universitatea "Transilvania" Brașov

Mecanizarea proceselor tehnologice de prelucrare a producției agricole este o direcție actuală. Mecanismele de realizare a acestor procese tehnologice posedă, de regulă, complexitate cinematică. Obiectul prezentei lucrări este studiul cinematicii și dinamicii scuturării cartofilor pe o bandă – sită de calibrare. Schema funcțională a

unei mașini de calibrat cartofi cu bandă - sită de calibrare este prezentată în fig. 1 și aceasta conține: sita de calibrare 1; tamburul motric 2; tamburul liber 3; roata de lanț eliptică 4; rolele libere de susținere 5; tamburul cu perii pentru curățarea sitei 6 și banda transportoare 7.

Materialul de calibrat este adus de un elevator

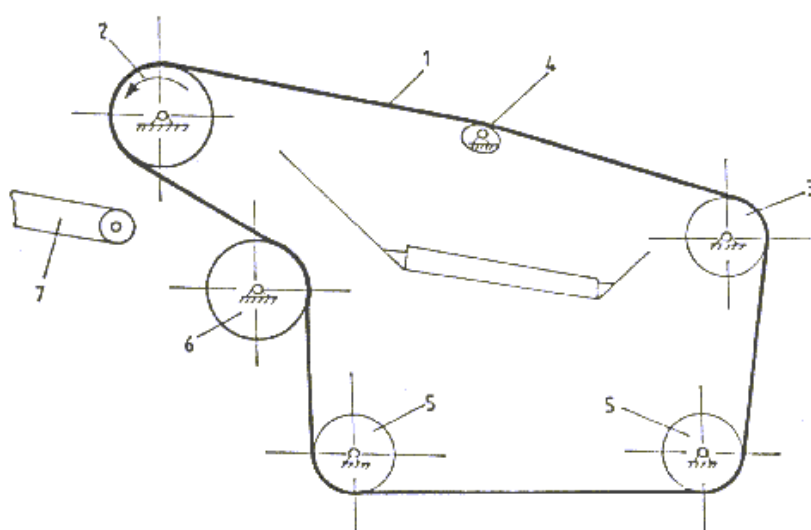


Figura 1. Schema funcțională a unei mașini de calibrat cartofi cu bandă – sită de calibrare.

în regiunea corespunzătoare tamburului 3. Banda – sită de calibrare, prin mișcarea de transport și scuturare, separă cartofii de o anumită fracție (în funcție de dimensiunile ochiurilor) de restul cartofilor. Cartofii de dimensiuni mai mari sunt preluați de transportorul cu bandă 7, iar cartofii care au trecut prin ochiurile sitei sunt preluați de o bandă transportoare plasată sub banda-sită.

Perechea de roți eliptice (4), care pot fi și stelate, se folosesc pentru săltarea periodică a ramurii superioare a sitei în scopul creșterii intensității calibrării materialului ajuns pe banda de calibrare.

Datorită formei eliptice a roților de lanț, viteza unghiulară a acestora variază în limitele ω_{min} și ω_{max} pentru o viteză constantă V a benzii cu respectarea condiției cinematice:

$$V = \omega_{max} \cdot r_1 = \omega_{min} \cdot r_2 \quad (1)$$

în care: r_1 și r_2 reprezintă raza minimă și, respectiv, raza maximă a roții eliptice.

Turația roților eliptice se determină cu relația:

$$n = \frac{30\omega_{med}}{\pi} \quad [\text{rot/min}],$$

$$\text{în care: } \omega_{med} = \frac{\omega_{min} + \omega_{max}}{2}$$

sau:

$$\omega_{med} = \frac{V}{2} \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right). \quad (2)$$

$$\text{Dacă se notează raportul } \frac{r_2}{r_1} = m,$$

viteza unghiulară medie este:

$$\omega_{med} = \frac{V}{2r_2} (m + 1) \quad [\text{rad/s}] \quad (3)$$

și turația roților eliptice are expresia:

$$n = \frac{15V}{\pi r_2} (m+1) = 4,77 \frac{V}{r_2} (m+1) [\text{rot/min}]. \quad (4)$$

Din relația (4) rezultă viteza benzii de calibrat:

$$V = \frac{2r_2}{m+1} \omega_m \quad [\text{m/s}]$$

în care raportul $\frac{2r_2}{m+1}$ reprezintă raza medie a roții eliptice, care se notează cu R , astfel că:

$$R = \frac{2r_2}{m+1} = \frac{2r_1 r_2}{r_1 + r_2} [\text{m}]. \quad (5)$$

Analiza cinematică realizată conduce la înlocuirea roții eliptice cu o roată de lanț circulară cu raza R , viteza unghiulară $\omega = \omega_m$ și turația n (rot/min) egală cu a roții eliptice. În aceste condiții problema studiului fenomenului de scuturare se simplifică și modelul de studiu este prezentat în fig. 2, în care, banda de calibrare se consideră înclinată cu unghiul α față de orizontală și porțiunea de bandă AB este înfășurată pe roata circulară de rază R . Se consideră punctul M ce aparține porțiunii AB și a cărui poziție la un moment dat este precizată de unghiul β . Dacă mișcarea este uniformă, unghiul respectiv are expresia $\beta = \omega t$.

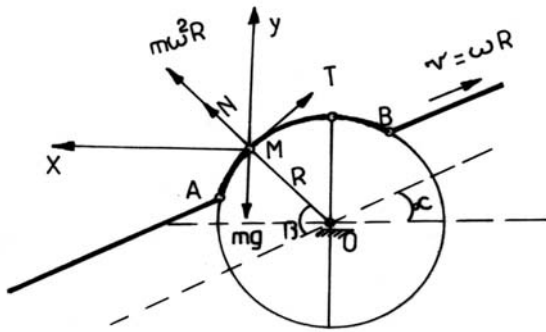


Figura 2. Forțele care acționează asupra cartofului aflat pe banda – sita de calibrare.

Forțele care acționează asupra unui cartof aflat în punctul M sunt: $mg=G$ – greutatea tuberculului, [N]; T – forța de frecare, [N]; N – reacțiunea normală a suprafeței de contact, [N] și $F_i = m\omega^2 R$ - forța de inerție datorită mișcării de transport, în [N].

Ecuatia vectorială a echilibrului de repaus relativ este:

$$\vec{G} + \vec{N} + \vec{T} + \vec{F}_i = 0.$$

Prin proiectarea acestei ecuații pe sistemul de axe cu originea în M, se obțin ecuațiile scalare de echilibru

$$\sum y = 0;$$

$$(m\omega^2 R + N) \sin(\beta - \alpha) + T \cos(\beta - \alpha) - mg = 0$$

$$\sum x = 0;$$

$$(m\omega^2 R + N) \cos(\beta - \alpha) + T \sin(\beta - \alpha) = 0.$$

Momentul inițial al scuturării presupune ruperea legăturii dintre tubercul și banda scuturătoare, adică reacțiunea normală $N = 0$ și forța de frecare $T = 0$. Astfel, ecuațiile de echilibru devin:

$$\omega^2 R \sin(\beta - \alpha) = g; \quad (6)$$

$$\omega^2 R \cos(\beta - \alpha) = 0. \quad (7)$$

Ecuatia (6) determină legătura dintre regimul cinematic și faza de desprindere a tuberculului de pe bandă.

$$K = \frac{\omega^2 R}{g} = \frac{1}{\sin(\beta - \alpha)}. \quad (8)$$

Din ecuația (7) rezultă:

$$\cos(\beta - \alpha) = 0 = \cos 90^\circ,$$

deci: $\beta = 90^\circ + \alpha$.

Introducând valoarea lui β în regimul cinematic dat de relația (8), se determină regimul cinematic la care se menține repausul relativ, când cartoful ocupă cea mai înaltă poziție de pe bandă și anume: $K_I = 1$.

Rezultă că pentru a asigura scuturarea materialului cu desprinderea acestuia de pe bandă, trebuie să se folosească un regim cinematic $K > 1$, iar desprinderea tuberculului de pe suprafața benzii să se producă pentru unghiul $\beta < 90^\circ + \alpha$.

Pentru dimensiunile r_1 și r_2 ale unei roți eliptice unghiul se determină cu relația:

$$\sin \beta_{\min} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{1}{m}.$$

Regimul cinematic la care se produce desprinderea de pe bandă este:

$$K' = \frac{1}{\sin(\beta_{\min} - \alpha)}. \quad (9)$$

Viteza unghiulară a roților de lanț rezultă din relația:

$$\omega' = \sqrt{\frac{K'g}{R}} = \sqrt{\frac{K'(m+1)}{2r_2}} \cdot g [\text{rad/s}], \quad (10)$$

iar turația:

$$n' = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{K'(m+1)}{2r_2}} \cdot g \text{ [rot/min]}. \quad (11)$$

Viteza liniară a benzii se determină cu relația:

$$V' = \omega'R = \sqrt{K'Rg} = \sqrt{K' \frac{2r_2}{m+1}} \cdot g \text{ [m/s]}. \quad (12)$$

Dacă banda de calibrare este orizontală ($\alpha = 0^\circ$), regimul cinematic se determină cu relația:

$$K' = \frac{1}{\sin \beta_{\min}} \quad (13)$$

Cu ajutorul relațiilor (9,10,11,12 și 13) se pot calcula parametrii funcționali teoretici ai unei benzi – sită de calibrare, pentru momentul în care ar trebui să aibă loc desprinderea cartofilor de pe bandă. În cazul unei mașini de calibrat *MCC-60/45*, fabricată în România, unghiul de înclinare a benzii a fost determinat grafic, considerându-se că banda este perfect întinsă ($\alpha = 10^\circ$). În realitate, banda nu este perfect întinsă, aceasta prezentând o formă concavă între role, datorită săgeții. Rolele fiind eliptice (nu cilindrice cum s-a considerat în studiul teoretic), acestea asigură benzii în timpul funcționării și o mișcare pe verticală, care contribuie la desprinderea cartofilor de pe sită, fiind necesar un regim cinematic mai mic. Acest regim cinematic se determină pentru poziția orizontală a benzii ($\alpha = 0^\circ$). Valorile calculate sunt prezentate în tabelul 1, care cuprinde și parametrii reali ai sitelor de calibrare cu orificii de 60 mm și 45 mm.

Analiza datelor din tabel scoate în evidență faptul că pentru asigurarea unei desprinderi la limită a cartofilor de pe sită este necesară creșterea regimului cinematic.

Această concluzie teoretică a fost confirmată experimental în cazul soiului de cartof *Procura* a cărui tuberculi au forma rotund-ovală. La experimentarea unei site cu ochiuri de 60 mm, în situația creșterii regimului cinematic de la **0,842** la **0,966** (prin creșterea vitezei benzii), precizia de calibrare a crescut semnificativ.

Insuficiența scuturării și desprinderea materialului de pe bandă a fost observată și în exploatare, în special pe porțiunea care urmează după roțile eliptice de scuturare, dar relațiile stabilite au scos în evidență și factorii asupra cărora trebuie de acționat pentru îmbunătățirea regimului de lucru.

Menționăm faptul că nu sunt deosebit de importante valorile absolute ale preciziilor de

Tabelul 1. Parametrii funcționali ai benzilor-sită de calibrare

| Parametrii urmăriți | Regimul cinematic (K) | Viteza unghi. a roților eliptice, rad/s | Turația roților eliptice, rot/min | Viteza benzii (V), în m/s |
|--|-----------------------|---|-----------------------------------|---------------------------|
| Parametrii teoretici (corespunzători desprinderii cartofilor de pe bandă) | | | | |
| -pentru $\alpha=10^\circ$ | 1,55 | 15,78 | 150,8 | 0,96 |
| -pentru $\alpha=0^\circ$ | 1,30 | 14,45 | 138,0 | 0,88 |
| Parametrii benzii cu ochiuri de 60 mm | 0,75 | 10,98 | 104,9 | 0,67 |
| Parametrii benzii cu ochiuri de 45 mm | 0,82 | 11,48 | 109,7 | 0,70 |

calibrare realizate, ci doar tendințele de îmbunătățire ale acestui indice calitativ de lucru. Această afirmație se bazează pe faptul că, pe lângă aspectele determinate de soluțiile tehnice adoptate pe mașină intervin și alți factori care influențează în mare măsură aspectul calitativ al calibrării. Dintre aceștia amintim doar: proporția diferitelor fracții de mărimi de cartofi în amestecul supus calibrării; umiditatea materialului cu care se lucrează etc.

Concluzii

Studiul referitor la cinematica și dinamica scuturării materialului de calibrat a scos în evidență faptul că pentru desprinderea la limită a cartofilor de pe banda – sită de calibrare se poate proceda la creșterea regimului cinematic.

Relațiile stabilite evidențiază și factorii asupra cărora trebuie de acționat pentru îmbunătățirea regimului de lucru.

Bibliografie

1. *Mangeron, D., Irimiciuc, N. Mecanica rigidelor cu aplicații în inginerie, vol.II, 1980, vol.III, 1981, Editura Tehnică București.*
2. *Popescu, A., Cîndea, I., Bria, N. Perfecționarea regimului de lucru al mașinii de calibrat cartofi MCC 60/45, Revista Mecanizarea agriculturii, nr.3, 1984.*
3. *Rădoi, M., Deciu, E. Mecanica. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981.*
4. *Voinea, R., Voiculescu, S., Ceaușu, V. Mecanica. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.*

