

RESEARCHES ON IMPROVING THE WORKING PROCESS OF THE PICK-UP TYPE DRUM WITH THE RETRACTABLE FINGERS

CERCETĂRI CU PRIVIRE LA ÎMBUNĂTĂȚIREA PROCESULUI DE LUCRU AL TOBEI CU DEGETE ELASTICE RETRACTABILE

Ph.D. Eng. Caba I.L.¹⁾, Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Bungescu S.¹⁾, Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Biriș S.²⁾,
Prof. Ph.D. Eng. Moise V.²⁾

¹⁾USAMVB Timișoara / Romania; ²⁾P.U. Bucharest / Romania
Tel: 0256-487036; E-mail: cabaioan@yahoo.com

Abstract: It is well known that the drums with elastic fingers besides their remarkable constructive and functional characteristics (design simplicity, high operation reliability, light weight, adaptability to varied working conditions) have a big drawback: relatively low working capacity specific to low forward speeds. To increase capacity, while maintaining quality indexes at admissible rates (low loss material feed, to avoid separation leaves and inflorescence stems of the plants and eliminate contamination of feed material with ground) is necessary to find solutions to increase the active area of elastic fingers during the raking process.

Keywords: pick up type drum

INTRODUCTION

Forage losses of any kind seriously affect animal producers, causing reduction of livestock numbers. These losses can take many forms, such as drought extended over several years, application of wrong agricultural policies or using of equipment with technical lower performance. As for us, in the latter case we want to interfere with theoretical research work and to improve the elastic fingers comprised by lifting drums, thus eliminating the loss of fibrous feed [1, 2, 3, 4, 5, 6].

MATERIAL AND METHOD

Addressing this requirement can be realized by deepening the study of drums workflow made of elastic fingers folding.

Elastic fingers drums perform three distinct operations:

- gathering (raking) feed material left on stubble after a mowing machine or mowing machines and conditioning (crushing, napping, etc.), machines of picking-overturning the hay, and so on;
- lifting the material on stubble surface at the level of working parts of the machine (feeder, pre-crushing device, intermediate conveyor, etc) on which is assembled and mounted the device of picking and lifting from furrow;
- transmission (pushing) feed material next to working organs that are part of the machine where the device is mounted.

Each of these technological operations are carried out in a specific way by the action of the elements of drum type device together with elastic fingers on feed material. The most active component of this device is the elastic fingers. They perform a complex movement, different from one operation to another and within each operation from one phase to another.

Most complex operation to be performed by device elastic retractable fingers drum is the raking of feed material. This feed material is at a shorter distance above the ground at about the stubble average height level, being unordered leaning on spines. Tightening by

Rezumat: Este binecunoscut faptul că tobele cu degete elastice pe lângă caracteristicile constructive și funcționale remarcabile (simplitate constructivă, siguranță ridicată în funcționare, masă redusă, adaptabilitate la condiții foarte variate de lucru) au un mare neajuns: capacitate specifică de lucru relativ redusă, datorită vitezei de înaintare scăzută. Pentru mărirea capacității de lucru, în condițiile menținerii indicilor calitativi la cote admisibile (pierderi reduse de material furajer, evitarea desprinderii frunzelor și inflorescențelor de pe tijele plantelor și eliminarea impurificării materialului furajer cu pământ) este necesar să se găsească soluții de creștere a zonei active a degetelor elastice în timpul procesului de greblare.

Cuvinte cheie: toba de ridicare

INTRODUCERE

Pierderile de furaje de orice fel afectează grav producătorii de animale, cauzează reducerea numărului efectivelor. Aceste pierderi pot avea diferite forme, cum ar fi seceta prelungită extinsă pe mai mulți ani la rând, aplicarea unor politici agricole greșite sau din cauza folosirii unor utilaje cu performanțe tehnice mai scăzute. Ceea ce ne privește în acest ultim caz dorim să intervenim cu cercetări teoretice și să îmbunătățim procesul de lucru a degetelor elastice ce intră în componența constructivă a tobelor de ridicare, astfel eliminând pierderile de furaje fibroase [1, 2, 3, 4, 5, 6].

MATERIAL ȘI METODĂ

Soluționarea acestei cerințe se poate realiza prin aprofundarea studiului procesului de lucru executată de tobele cu degete elastice rabatabile.

Tobe cu degete elastice execută trei operații tehnologice distincte:

- strângerea (greblarea) materialului furajer rămas pe miriște în urma unei mașini de cosit sau mașini de cosit și condiționat (strivit, scămoșat, etc), mașini de strâns-întors și răvășit fân, etc.;
- ridicarea materialului de pe suprafața miriști la nivelul organelor de lucru din fluxul tehnologic al mașini (dispozitiv de alimentare, dispozitiv de precomprimare, transportor intermediar, etc) pe care vine montat dispozitivul de adunat și ridicat din brazdă;
- transmiterea (împingerea) materialului furajer la organele de lucru următoare aflate în componența mașinii pe care se află montat dispozitivul.

Fiecare dintre aceste operații tehnologice se realizează într-un mod specific prin acțiunea elementelor componente ale dispozitivului de adunat de tip tobă cu degete elastice asupra materialului furajer. Partea cea mai activă dintre componentele acestui dispozitiv o reprezintă degetele elastice. Ele execută o mișcare complexă, diferită de la o operație la alta și în cadrul fiecărei operații de la o fază la alta.

Operația cea mai complexă pe care o execută dispozitivul de tip tobă cu degete elastice rabatabile o reprezintă strângerea (greblarea) materialului furajer. Acest material furajer se află la o distanță mică deasupra solului aproximativ la nivelul înălțimii medii a miriștei deșeurilor rezemat

the fingers of drum work is a process consisting of two phases:

- phase I – penetration of fingers into fodder matter furrow ;
- phase II - moving material on surface of stubble.

For easy penetration of fingers through feed material layer, a porous layer composed of plant stems and leaves which are knitting randomly with large spaces between particles is necessary for them to pierce the layer.

It is considered fig.1. drum shaft noted as O, situated at the height H from the ground and position A_p of the drum with elastic finger when the finger touches the top of the swath of feed material whose thickness is h_b .

Radius of position OAB_c of bar with fingers forms an angle α_p with the horizontal axis when the fingertip touches furrow.

Drum moves parallelly to the ground surface with a speed v_m (speed of the machine) and performs a rotation with speed ω to the axis O in clockwise direction. Feed material is supported by stubble whose average height is denoted by h_m .

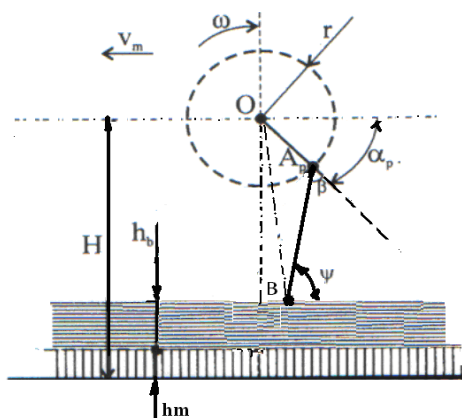


Fig. 1 -The drum with the elastic retractable fingers in the phase I of working /
Dispozitivul de tip tobă cu degete elastice rabatabile aflată la faza a I-a de lucru

Given the movements they perform the drum (transport movement - translation speed and relative motion controlled - uniform rotation) can be deduced that elastic fingers to penetrate the layer of feed is necessary that:

$$\psi \leq \frac{\pi}{2} \quad (1)$$

$$\alpha + \beta \geq \frac{\pi}{2}$$

where:

- the angle formed by the direction of elastic fingers with upper side of swath of feed material;
- the angle formed between the fingers with the position radius direction of port fingers bar.

Where fingers should be placed on the elastic beam port position bar fingers (represented by the dashed OBC) or inclined backwards, as at the current car devices, it is obvious that they would execute a push-down motion of layer which would feed their spines wedge stubble.

Following this, increase feed material losses particularly by removing leaves and inflorescences on stems, invaluable component in terms of nutrient in animal feed. To eliminate this functional drawback is useful to change orientation of elastic fingers. By orienting the front fingers part (their tip) in forward displacement of machine a a dislocation effect of fodder matter and a progressive and slight compactations are obtained.

pe țepii miriștei. Strângerea lui de către degetele tobei constituie un proces de lucru alcătuit din două faze:

- faza I-a – pătrunderea degetelor în brazda de material furajer;
- faza II-a – deplasarea materialului pe suprafața miriștei.

Pentru pătrunderea ușoară a degetelor prin stratul de material furajer, un strat poros alcătuit din tije și frunze vegetale care se înlănțuiesc aleator cu spații însemnate între particule este necesar ca ele să execute o mișcare de împingere (întepare) a stratului.

Se consideră fig. 1 axul tobei notat cu O situat la înălțimea H față de nivelul solului și poziția A_p a tobei cu degetele elastice în momentul în care vârful degetului atinge fața superioară a brazdei de material furajer a cărei grosime este h_b .

Raza de poziție OAB_c a barei cu degete formează unghiul α_p cu axa orizontală în momentul în care vârful degetului atinge brazda.

Toba se deplasează paralel cu suprafața solului cu o viteză v_m (viteza de deplasare a mașinii) și execută o mișcare de rotație cu viteza ω față de axa O în sens orar. Materialul furajer este susținut de miriște a cărei înălțime medie este notată cu h_m .

Ținând seama de mișcările pe care le execută toba (mișcare de transport – translație cu viteza controlată și o mișcare relativă – rotația uniformă) se poate deduce că pentru pătrunderea degetelor elastice în stratul de material furajer este necesar ca:

în care:

- unghiul format de direcția degetelor elastice cu fața superioară a brazdei de material furajer;
- unghiul format între direcția degetelor cu direcția razei de poziție a barei port-degete.

În cazul în care degetele elastice ar fi dispuse pe direcția razei de poziție a barei port-degete (direcția OBC reprezentată cu linie întreruptă) sau înclinate în urmă, așa cum sunt la dispozitivele mașinilor actuale, este evident că ele ar executat o împingere în jos a stratului de furaje ceea ce ar duce la împănarea acestora în țepii miriștei.

Urmare a acestei acțiuni cresc pierderile de material furajer îndeosebi prin desprinderea frunzelor și inflorescențelor de pe tijele tulpinilor, componente deosebit de valoroase din punct de vedere nutritiv în furajarea animalelor. Pentru eliminarea acestui neajuns funcțional se consideră folositoare modificarea orientării degetelor elastice. Prin orientarea degetelor cu partea anterioară (vârful lor) în sensul de înaintare al mașinii se realizează un efect de dislocare (ridicare) a stratului de material furajer și o compactare progresivă și ușoară a lui pe direcția de mișcare.

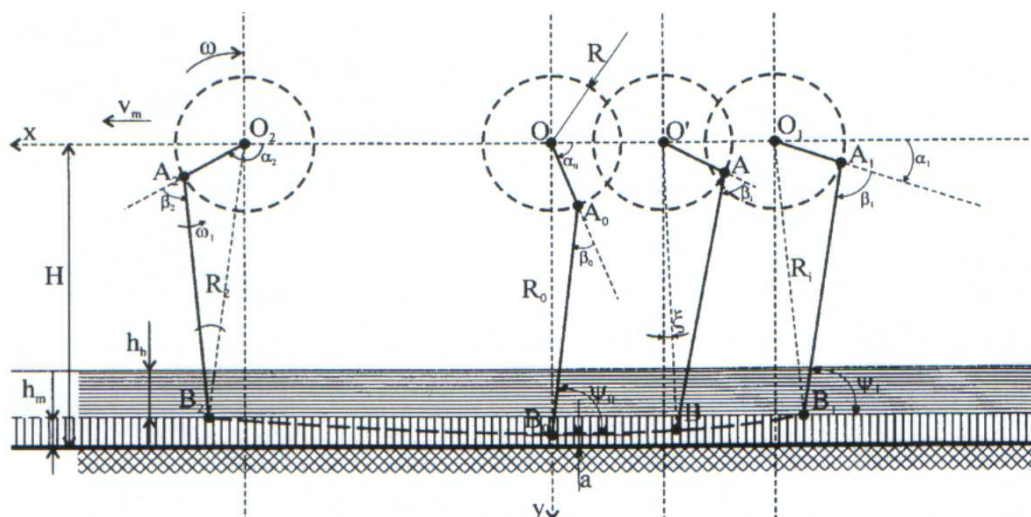


Fig. 2 -The drum type pick up with the elastic fingers which are hinged in the phasa II of working /
Dispozitivul de tip tobă cu degete elastice rabatabile aflată la faza a II-a de lucru

Thus the impact between the fingers and fodder material is transmitted as a damped wave in the furrow without tearing and ripping leaves stems and flowers.

Phase II named rake, begins when the elastic fingers of drum (see fig.2) penetrate through stubble spines when their tips B_0 are at the level of the average height of stubble (h_m).

During this phase, fingers move (push) swath of material on the surface of stubble. Pushing is done by pressing, the density of material layer gradually increases with particle agglomeration. Layer tensions grow by particles agglomeration. The tensions from the layer grow and vary on pushing direction from contact with fingers where they have maximum value to the extent of influence where they have minimum value corresponding to resting layer tension.

End of phase II corresponds to the moment when your fingers are out of stubble, respectively when their peaks noted by B_2 reached the level h_m . Rake phase is performed along the trajectory arc $B_2 B_1 B_0$ described by elastic finger tips and comprises two areas:

- the agglomeration of the material in front of the elastic fingers along the arc $B_1 - B_0$;
- area of pushing material over the arc denoted $B_0 - B_2$.

The first area, the elastic fingers orientation against position radius direction of finger bar port is constant. This means that the angles $\beta_1 = \beta_0$. Bar position port fingers changes while browsing the area from α_1 la α_0 . Due to this increase in position angle α changes also the penetration angle ψ from:

$$\psi_1 = \pi - (\alpha_1 + \beta_1) \quad (2)$$

$$\psi_0 = \pi - (\alpha_0 + \beta_0) \quad (3)$$

From previous relationships it results that $\psi_0 < \psi_1$ which means that the action of pushing up feed material and wedging it in stubble spines diminishes.

At the push of a material along the arc $B_0 - B_2$ range bar harbor fingers position rotates about the axis of the drum α_0 to α_2 . Throughout this area in front of spring fingers is gathered a certain amount of feed material that exerts a gradually increasing drag. Gradually material density increases and easy compaction occurs, whereas deformations occur as remanent deformations of plants under the influence of internal stress produce.

Astfel impactul dintre degetele și material furajer se transmite ca o undă amortizată în brazda de material furajer, fără a provoca ruperea tijelor și desprinderea frunzelor și a florilor.

Faza a II- a numită greblare propriu - zisă, începe în momentul în care degetele elastice ale tobei (fig. 2) pătrund printre țepii miriștei, când vârful lor B_1 se află la nivelul înălțimii medii a miriștei (h_m).

În decursul acestei faze degetele execută deplasarea (împingerea) brazdei de material pe suprafața miriștei. Împingerea se realizează prin presare, densitatea stratului de material crește treptat prin aglomerarea particulelor. Tensiunile din strat cresc și variază pe direcția de împingere de la contactul cu degetele unde au valoarea maximă până la limita de influență unde au valoarea minimă, corespunzătoare tensiunilor din stratul de repaus.

Sfârșitul fazei a II- a corespunde momentului în care degetele au ieșit din miriște respectiv când vârful lor notat cu B_2 au ajuns la nivelul h_m . Faza de greblare se realizează de-a lungul arcului $B_1 B_0 B_2$ al traiectoriei descrisă de vârful degetelor elastice și cuprinde două zone:

- zona de aglomerare a materialului în fața degetelor elastice de-a lungul arcului $B_1 - B_0$;
- zonă de împingere a materialului prin influență de-a lungul arcului notat $B_0 - B_2$.

În prima zonă orientarea degetelor elastice față de direcția razei de poziție a barei port-degete se menține constantă. Aceasta înseamnă că valoarea unghiurilor $\beta_1 = \beta_0$. Poziția curentă a barei port-degete se modifică în timpul parcurgerii acestei zone de la α_1 la α_0 . Corespunzător acestei creșteri a unghiului de poziție α se modifică și unghiul de pătrundere ψ de la:

Din relațiile anterioare rezultă că $\psi_0 < \psi_1$ ceea ce înseamnă că acțiunea de împingere în sus a materialului furajer și împănarea lui în țepii miriștei se diminuează.

În zona de împingere a materialului, de-a lungul arcului $B_0 - B_2$ raza de poziție a barei port degete se rotește față de axa tobei de la α_0 la α_2 . De-a lungul acestei zone în fața degetelor elastice se află adunată o oarecare cantitate de material furajer ce exercită o rezistență la înaintare treptat crescătoare. Densitatea materialului crește progresiv și are loc o ușoară compactare, într-o măsură care produce deformări remanente ale tijelor plantelor sub influența tensiunilor interne.

RESULTS

The length of this zone is influenced by the angle of rotation of the bar port fingers value to drum axis at position A_0 to A_2 position. To expand this area is considered useful to drive a rotating bar to port fingers axis with angular velocity ω_1 in the opposite direction of rotation of the drum.

So when elastic fingers leave the stubble (position B_2) the radius of position of the bar port fingers forms the angle β_2 with elastic fingers, angle measured counter-clockwise.

Elastic fingers turning the opposite direction of travel of the machine equipped with retractable elastic fingers drum ensures keeping in the active area of the fingers of a bar longer than usual, thus increasing the effective length of the rake area.

Laws of motion of fingertips while browsing the phase of the two different rake differ. To establish them a system of plan coordinate axes is chosen with the O point origin in drum axis device (fig. 2).

OX abscissa axis (horizontal) is chosen at the level of drum axis oriented towards the direction of travel of the machine. OY ordinate axis (vertical) is facing down, passing through the point B_0 end of agglomeration zone and starts pushing the material fodder when projection distance R_0 of point B_0 is vertical. Radius projection value of point B_0 is:

$$R = \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_0} = H - a \quad (4)$$

where:

- l - length of elastic fingers ;
- r - the radius of the drum;
- H - distance from the ground to the drum axis;
- a - protection zone, the distance from the ground to fingertips.

To avoid contamination of feed material with ground is necessary for the protection to be of value between 20 and 25 mm.

Radius of position of fingertip at entry and exit points of rake phase, respectively points B_i and B_e are:

$$R_1 = \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \quad (5)$$

$$R_2 = \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_2} \quad (6)$$

Using geometric elements fig.2., You can write the following equality:

$$H - h_m = r \sin \alpha_1 + l \sin(\alpha_1 + \beta_1) \quad (7)$$

$$H - h_m = r \sin \alpha_2 + l \sin(\alpha_2 - \beta_2) \quad (8)$$

where:

- is the angle formed by position radius of the bar port fingers A_1 with OX axis, measured clockwise when elastic finger penetrate the stubble;
- is the angle between the position radius of port fingers A_2 with axis OX, when leaving the stubble;
- are slope angles of elastic finger angles to the direction of position range of bar port fingers A_1 when fingers are entering stubble, or upon leaving the stubble A_2 .

For a value of angles chosen, it results drum placing height H to the ground, which is:

$$H = \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} + a \quad (9)$$

The angle that characterizes elastic fingers when entering stubble resulting from the relation (7):

REZULTATE

Lungimea acestei zone este influențată de valoarea unghiului de rotire a barei port-degete față de axa tobei din poziția A_0 până la poziția A_2 . Pentru extinderea acestei zone se consideră util să se imprime o mișcare de rotație a barei port-degete față de axa sa cu viteza unghiulară ω_1 în sens invers sensului de rotație al tobei.

Astfel în momentul ieșirii din miriște a degetelor elastice, (poziția B_2) direcția razei de poziție a barei port degete formează unghiul β_2 cu degetele elastice, unghi măsurat în sens trigonometric.

Rotirea degetelor elastice în sens invers față de sensul de deplasare a mașinii echipată cu tobă cu degete elastice retractabile asigură păstrarea în zonă activă a degetelor unei bare timp mai îndelungat, astfel mărindu-se lungimea efectivă a zonei de greblare.

Legile de mișcare ale vârfurilor degetelor în timpul parcurgerii celor două zone ale fazei de greblare diferă. Pentru stabilirea lor se alege un sistem de axe de coordonate plan, cu originea punctului O în axa tobei dispozitivului (fig. 2).

Axa absciselor OX (orizontală) se alege la nivelul axei tobei orientată în sensul de deplasare al mașinii. Axa ordonatelor OY (verticală) este orientată în jos, trece prin punctul B_0 sfârșitul zonei de aglomerație și începutul zonei de împingere a materialului furajer, când raza de proiecție R_0 a punctului B_0 este verticală. Valoarea razei de proiecție a punctului B_0 este:

unde:

- l – lungimea degetelor elastice;
- r – raza tobei;
- H – distanța de la sol până la axa tobei;
- a – zona de protecție, distanța de la sol până la vârful degetelor elastice.

Pentru evitarea împurificării materialului furajer cu pământ este necesar ca zona de protecție să aibă valoare între 20-25 mm.

Razele de poziție ale vârfurilor degetelor la intrarea și ieșirea din faza de greblare respectiv ale punctelor B_i și B_e sunt:

Utilizând elementele geometrice din fig.2., se pot scrie următoarele egalități:

unde:

- este unghiul format de raza de poziție a barei port degete A_1 cu axa OX, măsurat în sens orar în momentul pătrunderii degetelor elastice în miriște;
- este unghiul format de raza de poziție a barei port-degete A_2 cu axa OX, în momentul ieșirii degetelor din miriște;
- sunt unghiurile de înclinare ale degetelor elastice față de direcția razei de poziție a barei port-degete A_1 în momentul intrării degetelor în miriște, respectiv A_2 în momentul ieșirii din miriște.

Pentru o valoare a unghiurilor aleasă, rezultă înălțimea H de așezare a tobei față de nivelul solului, care este:

Valoarea unghiului care caracterizează momentul pătrunderii degetelor elastice în miriște rezultă din relația (7):

$$\alpha_1 = 2 \arctg \left[\frac{1}{2(-l \sin \beta_1 - H + h)} \left(\frac{-2r - 2l \cos \beta_1}{\sqrt{4r^2 + 8rl \cos \beta_1 + 4l^2 \cos^2 \beta_1 + 4l^2 \sin^2 \beta_1 - 4H^2 + 8Hh - 4h^2}} \right) \right] \quad (10)$$

as one can write, after simplifications:

ceea ce se mai poate scrie, după efectuarea simplificărilor:

$$\alpha_1 = 2 \arctg \frac{r + l \cos \beta_1 \sqrt{r^2 + l^2 + 2rl \cos \beta_1} (H - h)^2}{l \sin \beta_1 + H - h} \quad (11)$$

Similarly appropriate angle when leaving the stubble fingers resulting from relation (8):

În mod asemănător unghiulcorespunzător momentului ieșirii degetelor din miriște rezultă din relația (8):

$$\alpha_2 = \pi - 2 \arctg \left[\frac{-2r - 2l \cos \beta_1 + \sqrt{4r^2 + 8rl \cos \beta_1 + 4l^2 \cos^2 \beta_1 + 4l^2 \sin^2 \beta_1 - 4H^2 + 8Hh - 4h^2}}{2(-l \sin \beta_1 - H + h)} \right] \quad (12)$$

after simplification, becomes:

după efectuarea simplificărilor, devine:

$$\alpha_2 = \pi - 2 \arctg \frac{r + l \cos \beta_1 \sqrt{r^2 + l^2 + 2rl \cos \beta_1} (H - h)^2}{l \sin \beta_1 + H - h} \quad (13)$$

Angle of the position radius of the bar port fingers A_0 with horizontal axis at time $t = 0$, when fingertips are on OY axis, it results a triangle $OA_0 B_0$ (fig. 3):

Unghiul format de raza de poziție a barei port-degete A_0 cu axa orizontală în momentul $t = 0$, când vârful degetelor se află pe axa OY, rezultă un triunghi $OA_0 B_0$ (fig. 3):

$$\alpha_0 = \arccos \frac{l \sin \beta_1}{\sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1}} \quad (14)$$

Current coordinates of the ends of elastic fingers while browsing the arc $B_1 - B_0$ (fig. 4) are:

Coordonatele curente ale capetelor degetelor elastice în timpul parcurgerii arcului $B_1 - B_0$ (fig. 4) sunt:

$$X_i = v_m t_i + R_1 \sin \omega t_i \quad (15)$$

$$Y_i = R_1 \cos \omega t_i \quad (16)$$

Where:

t_i - the time needed to move the finger in position by position B_1 up to B_0 .
Radius of position of point B_1 to the axis OY is determined by the angle ξ_i measured in clockwise direction of rotation of the drum. So we can write:

În care:

t_i - reprezintă timpul necesar pentru deplasarea degetului din poziția B_1 până în poziția B_0 .
Raza de poziție a punctului B_1 față de axa OY este determinată de unghiul ξ_i măsurat în sens invers sensului de rotație a tobei. Deci se poate scrie:

$$\omega t_i = -\xi_i \quad (17)$$

$$t_i = -\frac{\xi_i}{\omega} \quad (18)$$

where is the ω angular velocity of the drum with elastic fingers.

Independent variable in equations (15) and (16) is time. By derivation are obtained equations of components of velocity of fingertip as follows:

în care ω este viteza unghiulară a tobei cu degete elastice.

Variabila independentă din ecuațiile (15) și (16) este timpul. Prin derivare se obțin ecuațiile componentelor vitezei vârfului degetului, astfel:

$$\dot{X}_i = v_m + \omega \cos \omega t_i \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \quad (19)$$

$$\dot{Y}_i = -\omega \sin \omega t_i \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \quad (20)$$

Differentiating the second equation we obtain acceleration components:

Derivând a doua oară ecuațiile obținem componentele accelerației:

$$\ddot{X}_i = -\omega^2 \sin \omega t_i \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \quad (21)$$

$$\ddot{Y}_i = -\omega^2 \cos \omega t_i \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \quad (22)$$

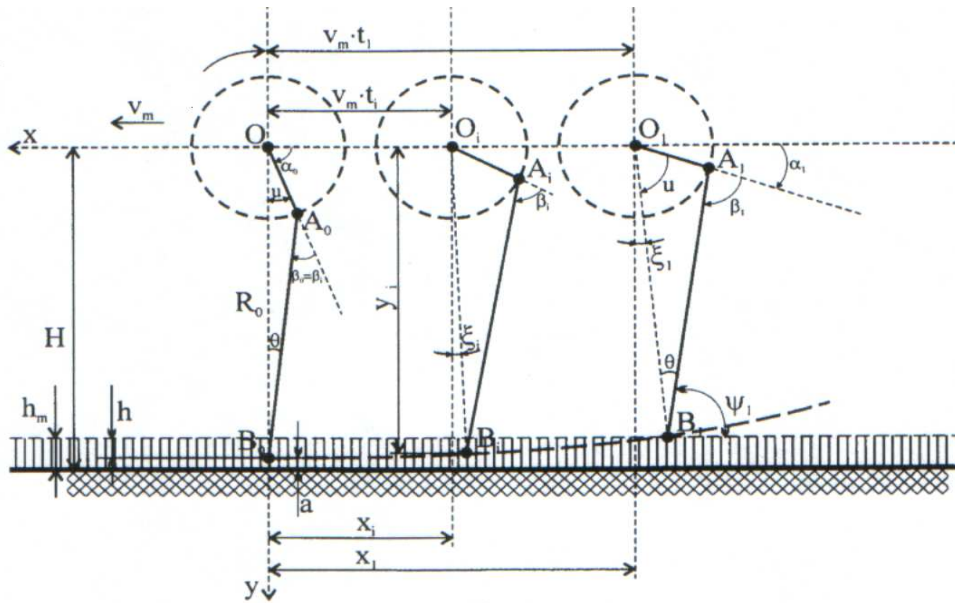


Fig. 3 -The drum with elastic retractable fingers type device which are in the first half of the phase II of working /
Dispozitivul de tip tobă cu degete elastice rabatabile aflată la prima jumătate a fazei a II-a de lucru.

B₁ point coordinates corresponding to the moment when elastic fingers entering stubble area:

Coordonatele punctului B₁ corespunzător momentului pătrunderii degetelor elastice în miriște sunt:

$$X_1 = -v_m t_1 + R_1 \sin \omega t_1 \quad (23)$$

$$Y_1 = R_1 \cos \omega t_1 \quad (24)$$

where:

unde:

$$t_1 = -\frac{\xi_1}{\omega} \quad (25)$$

From fig. 3 follows:

Din fig. 3 rezultă:

$$u = \frac{\pi}{2} - \alpha_0 = \frac{\pi}{2} - \xi_1 - \alpha_1 \quad (26)$$

where:

de unde:

$$\xi_1 = \alpha_0 - \alpha_1 \quad (27)$$

Taking into account the relations (5) and (27), relations (23) and (24) can be written:

Ținând cont de relațiile (5) și (27), relațiile (23) și (24) se pot scrie:

$$X_1 = -\frac{v_m(\alpha_0 - \alpha_1)}{\omega} - \sin(\alpha_0 - \alpha_1) \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \quad (28)$$

$$Y_1 = \cos(\alpha_0 - \alpha_1) \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \quad (29)$$

Current coordinates (2), (3) of fingertips on a bar lport fingers shifted behind with the angle $\delta = \frac{2\pi}{z}$ where z is the number of bars in the drum when passing through the cluster area will be:

Coordonatele curente (2), (3) ale vârfulor degetelor de pe o bară port-degete decalată în urmă cu unghiul δ unde $\delta = \frac{2\pi}{z}$ în care z reprezintă numărul de bare de la tobă, la trecerea prin zona de aglomerare vor fi:

$$X_b = v_m t_b + R_1 \sin \omega t_b \quad (30)$$

$$Y_b = R_1 \cos \omega t_b \quad (31)$$

where:

în care:

$$\omega t_b = \delta - \xi_1$$

$$t_b = \frac{\delta - \xi_1}{\omega}$$

The point of entry into the stubble of spring fingers on the bar is characterized by the following coordinates:

Poziția punctului de intrare în miriște a degetelor elastice de pe această bară este caracterizată de următoarele coordonate:

$$X_{b1} = v_m \frac{\delta - \alpha_0 + \alpha_1}{\omega} + \sin(\delta - \alpha_0 + \alpha_1) \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \quad (32)$$

$$Y_{b1} = \cos(\delta - \alpha_0 + \alpha_1) \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \quad (33)$$

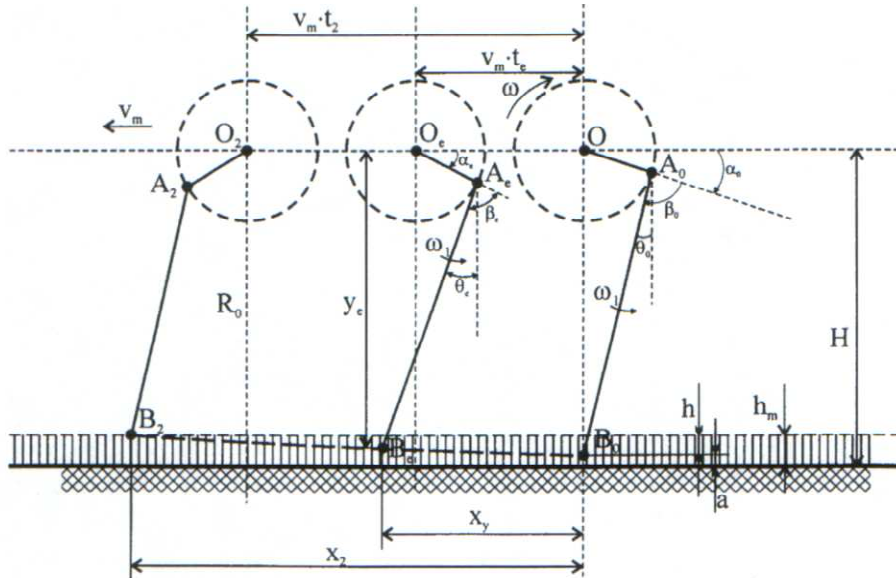


Fig. 4 -The drum type pick up with the retractable elastic fingers which are at the second half of the phase II of working / Dispozitivul de tip tobă cu degete elastice rabatabile aflată la a doua jumătate a fazei a II-a de lucru

Once the elastic fingertips passed over the vertical axis starts the pushing area of matter on surface of stubble. The movement process of material is performed by free compaction in open air, similarly to stacking process of fibrous materials.

După ce vârful degetelor elastice au trecut de axa verticală, începe zona de împingere a materialului furajer pe suprafața miriștei. Procesul de deplasare a materialului se realizează în regim de compactare liberă în spațiu deschis, asemănător cu procesul de stivuire în șiră a materialelor fibroase

In this area, bars port fingers acquire an additional rotation movement in the opposite direction of rotation of the drum. It is considered that this rotation is performed with angular speed $\omega_1 = const$.

În această zonă, barele port-degete capătă o mișcare de rotație suplimentară în sens invers sensului de rotație al tobei. Se consideră că această mișcare de rotație se execută cu viteza unghiulară $\omega_1 = const$.

Current coordinates of the trajectory described by fingertips while driving along the arc of the curve $B_0 - B_2$ are:

Coordonatele curente ale traiectoriei descrisă de vârful degetelor în timpul deplasării de-a lungul arcului de curbă $B_0 - B_2$ sunt:

$$X_e = v_m t_e - r \cos \alpha_e + l \sin \theta_e \quad (34)$$

$$Y_e = r \sin \alpha_e + l \cos \theta_e \quad (35)$$

where:

t_e - time to move to the origin of the axes XOY, where $t_0 = 0$;

unde:

t_e - timpul de mișcare față de originea sistemului de axe XOY, unde $t_0 = 0$;

α_e the angle between the position radius of bar port fingers with the horizontal axis;

α_e unghiul format de raza de poziție a barei port-degete cu axa orizontală;

θ_e the angle formed by the vertical elastic fingers.

θ_e unghiul format de degetele elastice cu axa verticală.

Depending on the initial position, characterized by angles α_0 and θ_0 one can write:

În funcție de pozițiile inițiale, caracterizate prin unghiurile α_0 și θ_0 se pot scrie:

$$\alpha_e = \alpha_0 + \omega_1 t_e \quad (36)$$

$$\theta_e = \theta_0 + \omega_1 t_e - \omega t_e \quad (37)$$

From fig. 4 follows:

Din fig. 4 rezultă:

$$\theta_0 = \alpha_0 + \beta_0 - \frac{\pi}{2} \quad (38)$$

So the current position angle of elastic fingers:

deci unghiul de poziție curent al degetelor elastice:

$$\theta_e = \alpha_0 + \beta_0 - \frac{\pi}{2} + t_e(\omega - \omega_1) \quad (39)$$

With these equations (34) and (35) become:

Cu acestea ecuațiile (34) și (35) devin:

$$X_e = v_m t_e - r \cos(\alpha_0 + \omega t_e) + l \cos[\alpha_0 + \beta_0 + t_e(\omega - \omega_1)] \quad (40)$$

$$Y_e = r \sin(\alpha_0 + \omega t_e) + l \sin[\alpha_0 + \beta_0 + t_e(\omega - \omega_1)] \quad (41)$$

Speed and acceleration components in the two directions as in (27) are:

Componentele vitezei și accelerației pe cele două direcții conform (27) sunt:

$$\dot{X}_e = v_m + r\omega \sin(\alpha_0 + \omega t_e) - l(\omega - \omega_1) \sin[\alpha_0 + \beta_0 + t_e(\omega - \omega_1)] \quad (42)$$

$$\dot{Y}_e = r\omega \cos(\alpha_0 + \omega t_e) + l(\omega - \omega_1) \cos[\alpha_0 + \beta_0 + t_e(\omega - \omega_1)] \quad (43)$$

$$\ddot{X}_e = r\omega^2 \cos(\alpha_0 + \omega t_e) - l(\omega - \omega_1)^2 \cos[\alpha_0 + \beta_0 + t_e(\omega - \omega_1)] \quad (44)$$

$$\ddot{Y}_e = -r\omega^2 \sin(\alpha_0 + \omega t_e) - l(\omega - \omega_1)^2 \sin[\alpha_0 + \beta_0 + t_e(\omega - \omega_1)] \quad (45)$$

The total length of phase of raking is the sum of length of two areas:

Lungimea totală a fazei de greblare reprezintă suma lungimilor celor două zone:

$$X_T = |X_1| + |X_2| \quad (46)$$

Where:

X_1 - represents the distance from OY axis up to the place of penetration of fingers into stubble, point B_1 (fig.3) where from is calculated with the relation (28);

X_2 - represents the distance from OY axis up to the place where the elastic fingers leave the stubble, point B_2 fig.4. and is calculated with the relation:

unde:

X_1 - reprezintă distanța de la axa OY până la locul de pătrundere a degetelor în miriște, punctul B_1 (fig.3) din care se calculează cu relația (28);

X_2 - reprezintă distanța de la axa OY până la locul de ieșire a degetelor elastice din miriște, punctul B_2 fig.4. și se calculează cu relația:

$$X_2 = v_m t_2 - r \cos(\alpha_0 + \omega t_2) + l \cos[\alpha_0 + \beta_0 + t_2(\omega - \omega_1)] \quad (47)$$

where: t_2 - is time of rotation of the bar port fingers in position A_0, A_2 fig. 4 .

unde: t_2 - este timpul de rotire a bărei port-degete din poziția A_0 în poziția A_2 fig. 4.

$$t_2 = \frac{\alpha_2 - \alpha_0}{\omega} \quad (48)$$

relation (47) can be written:

relația (47) se mai poate scrie:

$$X_2 = v_m \frac{\alpha_2 - \alpha_0}{\omega} - r \cos \alpha_2 + l \cos \left[\alpha_0 + \beta_0 + \frac{\alpha_2 - \alpha_0}{\omega} (\omega - \omega_1) \right] \quad (49)$$

These values given in equation (46) lead to:

Aceste valori introduse în ecuația (46) conduc la:

$$X_T = \left| -v_m \frac{\alpha_0 - \alpha_1}{\omega} - \sin(\alpha_0 - \alpha_1) \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \right| + \left| v_m \frac{\alpha_2 - \alpha_0}{\omega} - r \cos \alpha_2 + l \cos \left[\alpha_0 + \beta_0 + \frac{\alpha_2 - \alpha_0}{\omega} (\omega - \omega_1) \right] \right| \quad (50)$$

The prerequisite is not to let working surfaces where drum elastic fingers do not pass, namely any areas should not remain unraked. Therefore, the place where fingers penetrate should not exceed the place where previous bar fingers leave the stubbled:

Condiția esențială ca să nu rămână suprafețe de lucru necrucate de degetele elastice ale tobei, adică să nu rămână zone ne-greblate este necesar ca locul de pătrundere în miriște a degetelor elastice de pe o bară să nu depășească locul de ieșire din miriște a degetelor barei anterioare:

$$X_{1b} \leq X_{2a} \quad (51)$$

where:

X_{1b} - distance from the axis OY up to the current bar finger entering;

X_{2a} - distance from OY axis to place where the previous bar fingers leave out the stubble .

From relations (32), (49) and (51) follows:

unde:

X_{1b} - distanța de la axa OY până la locul de intrare a degetelor barei curente;

X_{2a} - distanța de la axa OY până la locul de ieșire din miriște a degetelor aflate pe bara anterioară.

Din relațiile (32), (49) și (51) rezultă:

$$v_m \frac{\delta - \alpha_0 + \alpha_1}{\omega} + \sin(\delta - \alpha_0 + \alpha_1) \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \leq v_m \frac{\alpha_2 - \alpha_0}{\omega} - r \cos \alpha_2 + l \cos \left[\alpha_0 + \beta_0 + (\alpha_2 - \alpha_0) \frac{1 - \omega_1}{\omega} \right] \quad (52)$$

For a given value of the ratio of angular velocity of bar port fingers and drum angular velocity we can write:

$$c = \frac{\omega_1}{\omega} \quad (53)$$

Condition to ensure continuity of surfaces raked by elastic fingers becomes:

$$\omega \geq \frac{v_m (\delta + \alpha_1 - \alpha_2)}{l \cos[\alpha_0 + \beta_0 + (\alpha_2 - \alpha_0)(1 - c)] - r \cos \alpha_2 - \sin(\delta - \alpha_0 + \alpha_1) \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1}} \quad (54)$$

If $c = 1$, the angular velocity of the bar port fingers is equal to the angular velocity of the drum, the direction to the surface fingers will remain constant over the entire range of pushing feed material, which means that fingers will exercise a pushing action of furrow.

A value of $c > 1$, is not useful as fodder would slip between the elastic fingers.

The relation (54) correlates the main structural and functional parameters of elastic fingers drum with state parameters of feed material layer. In terms of working capacity of drum with elastic fingers a particular importance is given by the length of rake phase whose value is influenced by many factors, such as stubble height, diameter of drum, finger length, angular velocity of rotation of the drum, height of protection zone, etc.

CONCLUSIONS

Due to operational deficiencies found in the work done by drums when lifting fibrous fodder from swath with retractable elastic fingers, we conducted a series of theoretical and experimental researches that led to address these deficiencies and improving workflow, reducing losses of feed material. Among these achievements we can mention the following:

1. reduction of losses caused by impact of fingers with fodder, by their rotation so their entry the furrow be done by pricking method and not by striking;
2. reducing fodder material loss caused by poor raking of stubble; in this case a technical solution has been found- to keep the rake finger by turning it successively in two different directions in stubble longer time, ie it was increased effective length of a finger raking in stubble;
3. reduction of feed material furrow compaction in phase of rake by slightly folding the elastic fingers backwards to the direction of travel of the vehicle;
4. achieving a smooth and compact travel of fibrous fodder material to the feeder without diffusing or crowding it, reducing shock or vibration producing in equipment operation.

REFERENCES

- [1]. Bara V et al (1970) - *Guide for Agricultural Mechanic*, Ceres Publishing House, Bucharest;
- [2]. Borugă I., Farcaș N., Blîndu E.S. (2005) - *Mechanization of Agriculture*, University Publishing House, Bucharest;
- [3]. Krasnicenko A. (1964) - *Handbook of manufacturer of agricultural machinery*, Technical Publishing House, Bucharest;
- [4]. Mihaiu I., Drocaș I., Molnar A. (2003) - *Setting agricultural machinery*, Risoprint Publishing House, Cluj-Napoca;
- [5]. Neculăiasa, V.; Dănilă, I. (1995) - *Work Processes and agricultural machinery harvesters*, A92 Publishing, Iași.

Pentru o anumită valoare aleasă a raportului dintre viteza unghiulară a barei port-degete și viteza unghiulară a tobei putem scrie:

$$c = \frac{\omega_1}{\omega} \quad (53)$$

Condiția de asigurare a continuității suprafețelor greblate de degetele elastice devine:

$$\omega \geq \frac{v_m (\delta + \alpha_1 - \alpha_2)}{l \cos[\alpha_0 + \beta_0 + (\alpha_2 - \alpha_0)(1 - c)] - r \cos \alpha_2 - \sin(\delta - \alpha_0 + \alpha_1) \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1}} \quad (54)$$

Dacă $c = 1$, viteza unghiulară a barei port-degete este egală cu viteza unghiulară a tobei, direcția degetelor față de suprafața solului va rămâne constantă de-a lungul întregii zone de împingere a materialului furajer, ceea ce înseamnă că degetele vor exercita o acțiune de împingere în planul brazdei.

O valoare a raportului $c > 1$, nu este utilă întrucât ar avea loc alunecarea materialului furajer de pe degetele elastice.

Relația (54) corelează principalii parametri constructivi și funcționali ai tobei cu degete elastice rabatabili cu parametri de stare ai stratului de material furajer. Din punct de vedere al capacității de lucru a tobei cu degete elastice de o deosebită importanță este lungimea fazei de greblare a cărei valoare este influențată de o multitudine de factori, cum ar fi: înălțimea miriști, diametrul tobei, lungimea degetelor elastice, viteza unghiulară de rotire a tobei, înălțimea zonei de protecție, etc.

CONCLUZII

Datorită unor deficiențe de funcționare constatate în procesul de lucru efectuat de către tobele de ridicare din brazdă a furajelor fibroase cu degete elastice retractabile am realizat o serie de cercetări teoretice și experimentale, care au condus la soluționarea acestor deficiențe și îmbunătățirea procesului de lucru, reducând pierderile de material furajer. Printre aceste realizări putem enumera următoarele:

1. reducerea pierderilor cauzate de lovirea furajelor de către deget, prin rotirea ale acestora astfel încât la intrarea lor în brazdă să se facă prin înțeparea brazdei și nu prin metoda de lovire;
2. reducerea pierderilor de material furajer cauzate de efectuarea greblării miriștei defectuoase a degetului, în acest caz s-a găsit o soluție tehnică de menținere a degetului de greblare, prin rotirea lui succesivă în două direcții diferite, în miriște o perioadă mai îndelungată de timp, adică s-a mărit lungimea efectivă de greblare a unui deget în miriște;
3. reducerea compactării brazdei de material furajer în faza de greblare prin rabatarea ușoară a degetelor elastice înapoi față de direcția de deplasare a mașinii;
4. realizarea unei deplasări line și compactă a materialului furajer fibros către dispozitivul de alimentare fără a fi răsfirată sau aglomerată, reducând producerea șocurilor sau a vibrațiilor în exploatarea utilajului.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Bara, V ș.a.(1970) - *Indrumătorul Mecanicului Agricol*, Ed. Ceres, București;
- [2]. Borugă I., Farcaș N., Blîndu E.S. (2005) - *Mecanizarea agriculturii*, Editura Cartea Universitară, București;
- [3]. Krasnicenko, A. (1964) - *Manualul constructorului de mașini agricole*, Editura Tehnică, București;
- [4]. Mihaiu I., Drocaș I., Molnar A. (2003) - *Reglarea mașinilor agricole*, Editura Risoprint, Cluj-Napoca;
- [5]. Neculăiasa, V.; Dănilă, I. (1995) - *Procese de lucru și mașini agricole de recoltat*, Editura A92, Iași.

[6]. Szendro P., Lengyel A., Laszlo A., Patay I., Jori J.I., Fodor D., Csizmazia Z., Szule Z., Lang Z., Nemenyi M., Gyorfı G., Horvath B., Szabo G., Takatsy T. Wachtler I., Vermes P. (2003) - *Mechanics*, Agricultural Publishing House, Budapest.

[6]. Szendro P., Lengyel A., Laszlo A., Patay I., Jori J.I., Fodor D., Csizmazia Z., Szule Z., Lang Z., Nemenyi M., Gyorfı G., Horvath B., Szabo G., Takatsy T. Wachtler I., Vermes P. (2003) – *Mecanică*, Editura Agricultura, Budapesta.