

ANALYSIS OF THE CUTTER PROFILE IN SLIDE CUTTING AT SELF-LOADING FODDER TRAILERS

DETERMINAREA PROFILULUI CUȚITULUI LA REMORCILE AUTOÎNCĂRCĂTOARE FURAJE FIBROASE LA TĂIERE CU ALUNECARE

Ph.D. Eng. Caba I.L.¹⁾, Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Bungescu S.¹⁾, Ress.Assist. Dr. Selvi K.Ç.²⁾, Ph.D. Eng. Boja N.³⁾,
Ph.D. Stud. Eng. Danciu A.⁴⁾

¹⁾USAMVB Timișoara / Romania; ²⁾Ondokuz Mayıs University / Turkey; ³⁾Vasile Goldiș" Western University of Arad / Romania; ⁴⁾INMA Bucharest / Romania

E-mail: cabaioan@yahoo.com

Abstract: To achieve high efficiency in exploiting the existing agricultural harvesting machines and gathering fibrous fodder the specialists should be always preoccupied to improve these machines performance. This is possible through careful consideration of each working process, performed by the machine, which at its turn should lead to ideal values. In this paper we have proposed improvements of cutter grinding operation, comprising the self loading trailers.

Keywords: cutter profile

INTRODUCTION

Shredding, chopping fibrous fodder is considered a complex technological process, not to mention a very expensive operation. Choosing a random profile knife can increase these costs. To reduce energy losses caused by the improper shredding blade used, we considered important to study and research the cutting phenomenon [1, 2, 3, 4, 5, 6].

We analyzed the movement of a material point along the cutter edge which is located in the intake channel for fibrous fodder shredding, under certain conditions.. So, we want to achieve a universal blade profile usable to the self-loading fodder trailers.

MATERIAL AND METHOD

Starting from the cutting process carried out along the intake channel of a self-loading fodder trailer we can graphically represent this in the next image (fig. 1):

Rezumat: Pentru a obține un randament ridicat în exploatarea mașinilor agricole existente în domeniul recoltatului și adunatului furajelor fibroase, trebuie în permanență să existe preocupări din partea specialiștilor de a le îmbunătăți performanțele ale acestora. Acest lucru este posibil printr-o analiză atentă al fiecărui proces de lucru, în parte, executat de mașină, care la rândul lui trebuie să tindă către valori ideale. În această lucrare am propus îmbunătățiri la funcționarea cuțitului de mărunțire, care intră în componența remorcilor autoîncărcătoare de furaje.

Cuvinte cheie: profilul cuțitului

INTRODUCERE

Mărunțirea, tocarea furajelor fibroase se consideră un proces tehnologic complex și nu în ultimul rând o operațiune extrem de costisitoare. Alegerea unui profil de cuțit la întâmplare poate sporii aceste costuri. Pentru a reduce pierderile energetice cauzate de utilizarea cuțitelor necorespunzătoare la mărunțirea furajelor fibroase, am considerat important studiul și cercetarea fenomenului de tăiere [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Se urmărește analiza deplasării unui punct material pe tăișul cuțitului așezat în canalul de mărunțire a furajelor fibroase în anumite condiții. Astfel, dorim să obținem profilul cuțitului universal utilizabil la remorcile autoîncărcătoare furaje.

MATERIAL ȘI METODĂ

Pomind de la procesul de tăiere ce se petrece într-un canal de alimentare al unei remorci autoîncărcătoare furaje, se poate afirma că acest lucru se reprezintă în mod schematic conform fig. 1.

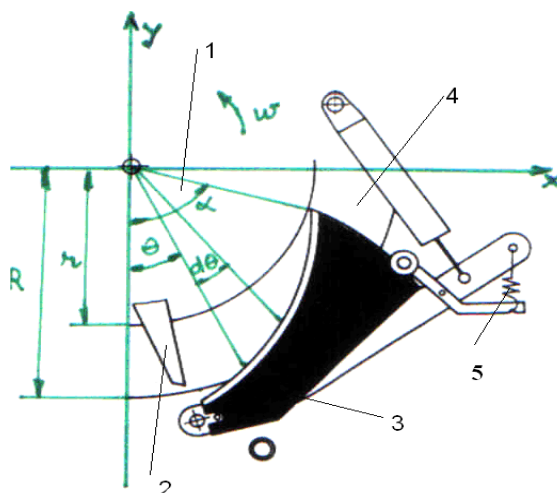


Fig. 1 - The cutting process carried out along the intake channel of a self-loading trailer /
Reprezentarea schematică a procesului de tăiere din canalul de alimentare al unei remorci autoîncărcătoare furaje

The chopping drum 1 has been featured with parallel counter blades 2 U shaped, set so that the main cutter 3 placed in intake compartment 4 can pass between them.

Toba de tocare, notată cu 1 este echipată cu contracuțite 2, care sunt de forma literei „u” paralele, așezate astfel încât printre ele să poată să treacă cuțitul propriu-zis 3, care este așezat în canalul de alimentare 4.

The blades are regularly jointed depending on the targeted technological demands, and can be inserted or removed from the intake channel, their number being able to oscillate depending on:

- the forage type;
- the forage's humidity at cutting time;
- the agricultural and livestock standards;
- preservation method used before giving it for consume

This jointing system 5 also protects the cutters from destruction or damage in the event of coming against rough materials in the intake channel.

The rotation of the chopping drum should be marked by ω , and the radiuses are according to R marking the radius of the chopping drum featured with counter blades r represents the radius of the drum. During the rotation of the cutting barrel the counter blades grab the forage material and pass it over the cutter set in the intake channel. The cutting process is optimum if we have a latitudinal and longitudinal movement which describes the slide cutting.

RESULTS

After choosing the cutting method we need to establish the cutter's profile that will permit the execution of the chosen work conditions.

By analyzing the movement of a material unit on the cutter's blade, forced by the counter blade, with the center in the turning center of the cutting drum, in a XOY coordinates system, we find that:

- slide cutting is performed at each angular displacement $d\theta$ if there is a radial displacement $d\delta$

$$\frac{\delta d\theta}{d\delta} = k, \quad (1)$$

- k is a constant value showing the ratio between forces that operate vertically and horizontally in slide cutting

- k este o valoare constantă, reprezintă factorul de tăiere cu alunecare

$$d\theta = k \frac{d\delta}{\delta}, \quad (2)$$

by multiplying the above equality we get:

înmulțind egalitatea de mai sus cu dt, se obțin:

$$\frac{d\theta}{dt} dt = k \frac{d\delta}{\delta}, \quad (3)$$

$$\omega dt = k \frac{d\delta}{\delta} \quad (4)$$

where:

ω is the angle rotation speed of the drum;

δ is the measured length from O (the center of the coordinates axes that is the same with the center of the rotation of drum) to the material unit that moved on the cutter's blade;

θ the angle formed by the material unit in the XOY coordinate system during the movement along the cutter's blade from the beginning to the end of the cut.

By fitting this ratio in, we get:

unde:

ω este viteza unghiulară a tobei;

δ este lungimea măsurată din punctul O (centrul axelor de coordonate ce coincide cu centrul de rotație a tobei) până la punctul material care s-a deplasat pe tăișul cuțitului;

θ unghiul realizat în sistemul de coordonate XOY de punctul material în timpul deplasării pe tăișul cuțitului socotit de la începerea tăierii, până la terminarea tăierii.

Integrând această relație, se obține:

$$\omega \int_0^i dt = k \int_R^\delta \frac{d\delta}{\delta}, \quad (5)$$

$$\int_0^i dt = \frac{k}{\omega} \int_R^\delta \frac{d\delta}{\delta}, \quad (6)$$

Cuțitele de regulă sunt articulate, în funcție de cerințele tehnologice urmărite se pot introduce sau scoate din canal de alimentare, numărul lor variază în strânsă legătură cu:

- felul furajului;
- umiditatea acestuia în momentul mărunțirii;
- cerințele agro-zootehnice impuse;
- modalitatea de conservare al acestuia înainte de a da în consum.

Acest sistem de articulare 5, permite totodată salvarea de la distrugere sau avariarea cuțitelor caz de pătrundere în canalul de alimentare a unor piese metalice și a pietrelor sau alte materiale dure.

Rotația tobei de tocare se notează cu ω , iar razele sunt după cum urmează R raza tobei de tocare echipat cu contracuțit, r reprezintă raza tobei propriu-zisă. În cazul rotirii tobei, contracuțitul apucă materialul furajer și tinde să treacă peste cuțitul așezat în canalul de alimentare. Procesul de tăiere se desfășoară în condiții bune dacă se realizează deplasarea cuțitului atât pe direcția radială, cât și pe direcția transversală, ceea ce reprezintă de fapt tăierea cu alunecare.

REZULTATE

După stabilirea tipului de tăiere, trebuie să stabilim și profilul cuțitelor care ne va permite executarea regimului de lucru ales.

Analizând mișcarea unui punct material, care se deplasează pe tăișul cuțitului, forțat de contracuțit, într-un sistem de coordonate XOY, cu centrul ales în centrul de rotație a tobei de tocare:

- se realizează tăierea cu alunecare dacă la fiecare deplasare unghiulară $d\theta$ are loc o deplasare radială $d\delta$

where:

$i = \frac{k}{\omega} \ln \frac{\delta}{R}$, it results the movement of the material unit on the cutter's blade ratio, which is the curve that determines the cutter's profile:

unde:

$i = \frac{k}{\omega} \ln \frac{\delta}{R}$, de unde rezultă ecuația de mișcare a punctului material pe tăișul cuțitului, adică curba care determină profilul cuțitului:

$$\delta = Re^{\frac{\theta}{k}} \quad (7)$$

where :

unde:

$$\omega = \frac{\theta}{i}, \Rightarrow \theta = k \ln \frac{\delta}{R} \quad (8)$$

If were : $\theta = \alpha \Rightarrow \delta = r$, where r is the drum's radius (fig. 1) the above ratio becomes:

În cazul când $\theta = \alpha \Rightarrow \delta = r$, unde r este raza tobei (fig. 1), ecuația de mai sus devine de forma următoare:

$$r = Re^{\frac{\alpha}{k}} \quad (9)$$

$$\frac{r}{R} = e^{\frac{\alpha}{k}} \quad (10)$$

$$\Rightarrow k = \frac{\alpha}{\ln \frac{r}{R}} \quad (11)$$

where: α represents the maximum angle where $\delta = r$.

unde: α reprezintă unghiul maxim la care $\delta = r$.

By replacing the ratio of the trajectory of the material unit movement on the cutter's blade we get:

Înlocuind în ecuația ce descrie traiectoria de mișcare a punctului material pe tăișul cuțitului, se obține:

$$\delta = Re^{\frac{\theta}{\frac{\alpha}{\ln \frac{r}{R}}}} = Re^{\frac{\theta}{\alpha} \left(\ln \frac{r}{R} \right)}, \quad (12)$$

$$\delta = Re^{\ln \left(\frac{r}{R} \right)^{\frac{\theta}{\alpha}}} = R \left(\frac{r}{R} \right)^{\frac{\theta}{\alpha}}, \quad (13)$$

$$\Rightarrow \delta = R \left(\frac{r}{R} \right)^{k \ln \left(\frac{r}{R} \right)} \quad (14)$$

By obtaining the above ratio we can replace in order to check it some known values of good results obtained with existing farming machines.

The values of θ angle oscillate between 0 to 90°, and usually are not higher than 70°.

R represents the length of one of the counter blades; to which we add the r radius of the drum. R 's value oscillates between broad limits, usually the necessary power for rotating the drum is considered, and also the forage type is considered, its humidity, so $R = 250 - 450$ mm, the lift – cutting barrel's values are situated between $r = 150 - 350$ mm.

k value that considers the cutting method used in the process oscillates between different values $k = 1.8 - 2.25$. This is normal as it is a force proportion between the forces that act vertically on the forage and the force that acts horizontally for moving the cutter, performing a slide cut. This requires a reduce use of forces performing a continuous cut without shock or vibrations.

This permits to manufacture equipment with enhanced working capacity without altering the quality required by the agricultural and livestock standards.

We can see that the extreme values of δ oscillate between maximum, when $\theta = 0, \delta = R$; and reach the minimum value when $\theta = \alpha, \delta = r$.

By representing these values on a graphic fig.2,

Obținând relația de mai sus, putem să înlocuim pentru verificarea ei unele valori cunoscute de la utilajele existente care au dat rezultate bune în exploatare.

Valorile unghiului θ oscilează între 0 și 90°, iar în majoritatea cazurilor nu depășește 70°.

R reprezintă lungimea degetului contracuțitului la care se adaugă raza r a tobei. Valoarea lui R oscilează între limite largi, de regulă se ține seama de puterea necesară pentru angrenarea tobei, de felul furajului care urmează a fi tocat, de umiditatea acestuia, etc., astfel $R = 250 - 450$ mm, valorile tobei de ridicare-tocare de regulă se regăsesc între $r = 150 - 350$ mm.

Valoarea coeficientului k care ține seama de tipul tăierii utilizat în cadrul procesului de lucru oscilează între diferite valori. Acest lucru este firesc, ținând cont că este vorba de un raport de forțe dintre cele care acționează pe verticală asupra furajului și cele care acționează pe plan orizontal în vederea deplasării cuțitului, realizând o tăiere cu alunecare, care presupune un consum redus de forțe, realizarea tăieturii făcându-se continuu, fără șocuri și vibrații.

Acest lucru ne permite construirea unor utilaje cu capacitate de lucru sporite, păstrând nealterat calitatea impusă de cerințele agro-zootehnice.

Se poate observa că valorile extreme a lui δ oscilează între maximă, când $\theta = 0, \delta = R$; minima atinge la valoarea $\alpha = \theta, \delta = r$.

Reprezentând grafic aceste valori, figura 2., ținând

considering their oscillation scales, we can obtain and build the cutter's profile.

For each precise value of R and r , by calculating k 's values we will draw a number of curves of angle oscillation θ from $0 - 90^\circ$.

seama de plajele de variație ale acestora, se reușește obținerea și construirea profilului cuțitului.

Pentru fiecare valoare exactă a lui R și r , socotind valorile lui k se va trasa o familie de curbe pentru variații unghiulare θ de la $0 - 90^\circ$.

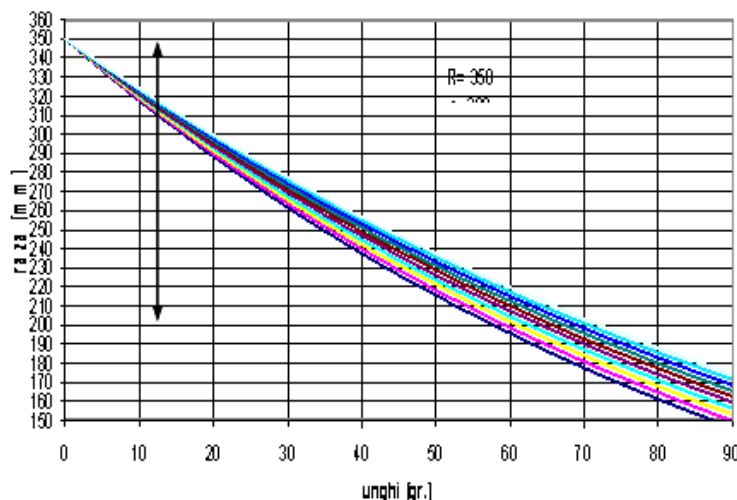


Fig. 2 – Graphical representation of the values of $\delta(\theta)$ for each precise value of k 's; when $R = 350$ mm and $r = 200$ mm /
Reprezentarea grafică a valorilor $\delta(\theta)$ pentru fiecare valoare exactă a k ; atunci când $R = 350$ mm și $r = 200$ mm

CONCLUSIONS

By studying the research made on the cutter's profile obtained by slide cutting we found the following:

- due to low consumption of specific cutting force per unit area in machine operation is performed minimum fuel consumption compared to similar machines not using this type of knife;
- shocks significantly decreased during the cutting in the supply channel of the machine, because cutting is performed on the entire length of the blade by continuously moving the fodder on the knife edge, while there is also a pressing force perpendicular to the knife edge (slide cutting);
- a fodder minced at lengths according to requirements and standards of modern livestock agriculture is obtained.

REFERENCES

- [1]. Bara V et al (1970) - *Agricultural Mechanic Guide*, 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 Harvesting Machinery*, A92 Publishing House, 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.

CONCLUZII

Cercetările în scopul realizării unui profil de cuțit universal utilizabil, au fost finalizate cu obținerea unui profil care are următoarele avantaje în exploatare:

- datorită consumului mic de forță de tăiere specifică pe unitate de suprafață, în funcționarea utilajului se realizează un consum minim de combustibil, față de utilajele asemănătoare care nu utilizează acest tip de cuțit;
- s-a redus considerabil șocurile produse în timpul executării tăierilor în canalul de alimentare al utilajului, deoarece tăierea se realizează pe întreagă lungime a cuțitului, prin deplasarea continuă a materialului furajer pe tăișul cuțitului, totodată existând și o forță de presare perpendiculară pe tăișul cuțitului (tăiere cu alunecare);
- se obține un furaj mărunțit la lungimi corespunzătoare cerințelor și standardelor agro-zootehnice moderne.

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) – *Mecanică*, Editura Agricultura, Budapesta.