

## THE DETERMINATION OF THE RESISTANT FORCES FOR DEEP LOOSENING OF SOIL MACHINES WITH ACTIVE ORGANS

### DETERMINAREA FORTELOR REZISTENTE LA MASINILE DE AFÂNARE ADÂNCĂ A SOLULUI CU BRĂZDARE ACTIVE

PhD. Stud. Eng. David A. <sup>1)</sup>, Prof. PhD. Eng. Voicu Gh. <sup>2)</sup>, PhD. Stud. Eng. Persu C. <sup>1)</sup> Eng. Gheorghe G. <sup>1)</sup>,  
<sup>1)</sup>INMA Bucharest; <sup>2)</sup>P.U. Bucharest

Tel: 0720.569.365; E-mail: somy\_alex\_07@yahoo.com

**Abstract:** This paper presents the calculation of the resistant forces that occur during the deep loosening works in a machine with active organs driven by the quadrilateral mechanism from the tractor PTO. By using the relations for calculating the resistance forces presented in the paper we determined the momentum necessary to drive the plowshares and compare it with the determined experimental values

**Keywords:** deep loosening of soil machines, resistant forces, soil.

#### INTRODUCTION

Destruction of soil structure and compaction of the arable layer in depth reduces the water storage capacity, prevents soil aeration and spoils the aerohidric balance. In our contry the area occupied by soils that require deep loosening works represent approximately 19.8% of the total agricultural area [1].

Removing these shortcomings and increasing the efficiency of land works requires the application of complex improvement measures, where the deep soil loosening is very important.

The deep loosening soil machines with active organs have plowshares which are operated by a quadrilateral mechanism of the tractor PTO, cutting and loosening the soil [4].

Resisting forces acting on the main bodies of deep soil loosening machines driven by a quadrilateral mechanism are shown in figure 1.

-the resistant force to the displacement of the connecting rod ( $F_{RH}$ );

-the resistant forces due to the breaking and accelerating of the soil by the plowshare found in oscillation ( $Q_i$ );

-the drag force ( $F_R$ ).

**Rezumat:** Lucrarea prezinta calculul forțelor rezistente ce apar în timpul lucrărilor de afânare adâncă a solului la masinile cu organele de lucru acționate de un mecanism patrulater de la priza de putere a tractorului. Utilizând relațiile de calcul al forțelor rezistente prezentate în lucrare se determina forța de tracțiune și momentul necesar acționării brăzdarului și se compară cu valorile determinate experimental.

**Cuvinte cheie:** mașina de afânarea adâncă a solului, forțe rezistente, sol.

#### INTRODUCERE

Distrugerea structurii solului în stratul arabil și compactarea lui în profunzime duce la reducerea capacității de acumulare a apei, la împiedicarea aerării solului și stricarea echilibrului aerohidric. Suprafața ocupată în țara noastră de solurile care necesită lucrări de afânare adâncă este de circa trei milioane hectare, respectiv 19,8% din totalul suprafeței agricole [1].

Înlăturarea acestor neajunsuri și sporirea eficienței lucrărilor de îmbunătățiri funciare necesită aplicarea unui complex de măsuri agroameliorative, în cadrul cărora afânarea adâncă a solului prezintă o importanță deosebită.

Mașinile de afânare adâncă a solului cu organe de lucru active au brazdare care acționate de un mecanism patrulater de la prize de putere a tractorului produc taierea solului și totodata afânarea acestuia [4].

Forțele rezistente care acționează asupra principalelor organe ale mașinilor de afânare adâncă a solului cu brazdarele acționate de un mecanism patrulater sunt prezentate în figura 1.

-forța rezistența la deplasarea bielei ( $F_{RH}$ );  
 -forțele rezistente datorate ruperii și accelerării solului de către brazdarul aflat în mișcare de oscilație ( $Q_i$ );  
 -forța rezistența la înaintare ( $F_R$ ).

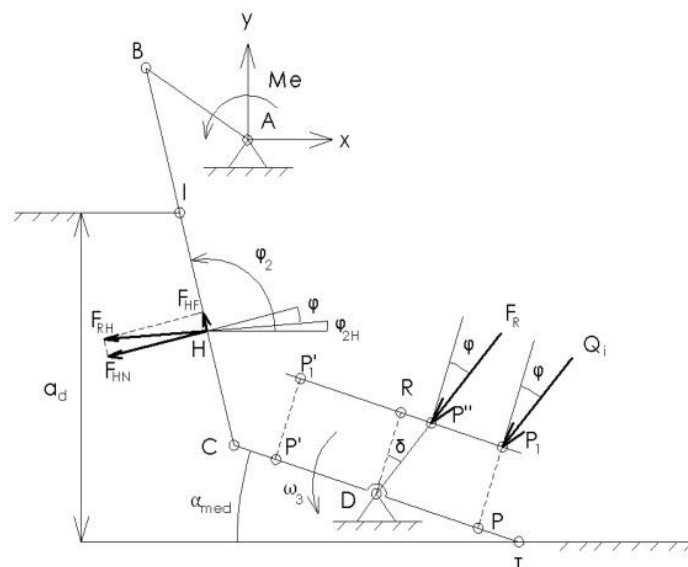


Fig. 1 - The resisting forces acting on deep soil loosening machine organs

**MATERIALS AND METHODS**

To determine the resistant force to the displacement of the connecting rod ( $F_{RH}$ ), it can be assimilated with a double wedge (figure. 2) on which the normal forces  $F_N$  and  $N$ , and the soil friction forces  $\mu N$  and  $\mu F_N$ .

The normal forces of the rod on the inclined surface  $F_N$  and on the side surface are [1]:

$$F_N = k_1 \cdot S_1$$

**MATERIALE ȘI METODE**

Pentru determinarea forței rezistente la deplasarea bielei ( $F_{RH}$ ), aceasta poate fi asimilată cu o pană dublă (figura 2) asupra careia acționează forțele normale  $F_N$  și  $N$  și forțele de frecare  $\mu N$  și  $\mu F_N$ .

Forțele normale pe suprafețele înclinate ale bielei  $F_N$  și pe suprafețele laterale  $N$  sunt [1]:

$$N = k_2 \cdot S_2 \tag{1}$$

where:

- $k_1$  is the specific resistance of soil deformation in the advancing direction
- $k_2$  is the specific resistance of soil deformation perpendicular to the advancing direction [2, 5];
- $S_1, S_2$  are the wedge surfaces, and the side surface of the connecting rod.

The total resistant force, on the machines movement direction is:

Unde:

- $k_1$  este rezistența specifică la deformarea solului pe direcția de înaintare;
- $k_2$  este rezistența specifică la deformarea solului perpendiculară pe direcția de înaintare [2, 5];
- $S_1, S_2$  suprafața penei, respectiv suprafața laterală a bielei.

Forța rezistentă totală, pe direcția de deplasare a mașinii este:

$$F = \frac{2 \cdot F_N \cdot \sin(\varphi + \frac{\alpha}{2})}{\cos \varphi} + 2 \cdot \mu \cdot N \tag{2}$$

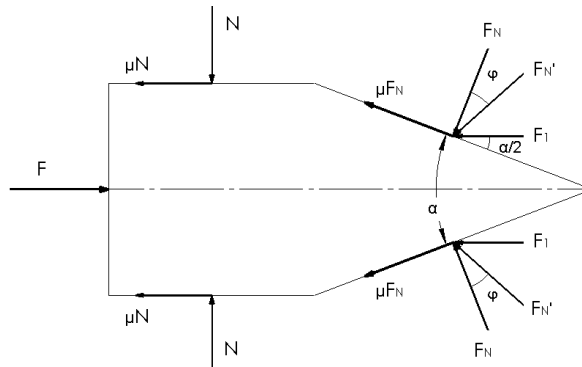


Fig. 2 - The forces acting on plowshares support [1]

The normal resistance force on the connecting rod  $F_{HN}$ , the soil friction force with the connecting rod  $F_{HF}$  and the resultant force  $F_{RH}$  (figure 1) is determined by relations:

Forța rezistentă normală pe biela  $F_{HN}$ , forța de frecare a solului cu biela  $F_{HF}$  și forța rezultantă  $F_{RH}$  (figura 1) se determină cu relațiile:

$$F_{HN} = \frac{F \cdot \cos \varphi}{\cos \varphi_{2H}} \quad F_{HF} = \mu \cdot F_{HN} \quad F_{RH} = \sqrt{F_{HN}^2 + F_{HF}^2} \tag{3}$$

The deep soil loosening machine has two working organs that dislocate the soil on a much larger width than the width of the plowshares. If dislocate soil is removed by a plowshare on a section perpendicular to the direction of movement, you obtain a small isosceles trapezium base located at a depth approximately equal the width of plowshares  $l_b$  (figure 4). For working depth of 50 cm, the long side of the trapezoid located at ground level is 70 cm resulting in an tilt angle of the lateral aspect of the trapezium to the horizon  $\beta_1 = 1.03 \text{ rad} = 59.036^\circ$  (figure 3).

Mașina de afânare adâncă a solului are două organe de lucru care dislocă solul pe o lățime mult mai mare decât lățimea brăzdarilor. Dacă se înlătură solul dislocat de un brăzdar, pe o porțiune perpendiculară pe direcția de deplasare, se obține un trapez isoscel cu baza mică aflată la adâncimea de lucru aproximativ egală cu lățimea brăzdarului  $l_b$  (figura 4). Pentru adâncimea de lucru de 50 cm, latura mare a trapezului, aflată la nivelul solului, este de 70 cm rezultând un unghi de înclinare a laturilor laterale ale trapezului față de planul orizontal  $\beta_1 = 1.03 \text{ rad} = 59.036^\circ$  (figura 3).



Fig.3 - The transverse section shape of the soil displaced by a plowshare

The volume of soil displaced is shown in figure 4 [3]. In longitudinal section, the plowshare EF breaks the soil after a plan whose result, the median longitudinal vertical plane is inclined at an angle  $\psi = 45^\circ$  [6]

The volume of soil displaced is :

$$V = \frac{a_d \cdot (S + s + \sqrt{S \cdot s})}{3} - \frac{EF^2 \cdot l_b \cdot \cos \alpha_{med} \cdot \sin \alpha_{med}}{2} \quad (4)$$

Where:

-  $\alpha_{med}$  is the average angle of inclination from the horizontal plowshares

$$-S = L \cdot (EF \cdot \cos \alpha_{med} + EO) + \frac{\pi L^2}{8};$$

-  $s = l_b \cdot EF \cdot \cos \alpha_{med}$  is the large base area, respectively the lower base of the soil displacement;

$$-EO = a_d \cdot ctg \psi - \frac{L}{2}$$

-  $a_d$  – working depth;

-  $L$  - maximum working width of a plowshare.

When the plowshare rotates around the joint  $D$  with the angular velocity  $\omega_3 > 0$   $EF = DT$  (figure 1) and when  $\omega_3 < 0$ ,  $FE = CD$  then the working depth is ( $a_d = CD \cdot \sin \alpha_{med}$ ).

The lateral area of the soil volume driven by the plowshare found in oscillation motion is calculated by the relationship.

$$A = \pi \cdot \frac{L}{2} \cdot \sqrt{\frac{L^2}{4} + a_d^2} + (2 \cdot a_d - EF \cdot \sin \alpha_{med}) \cdot EF \cdot \cos \alpha_{med} \quad (5)$$

For tearing the soil under the forces exerted by the plowshare, it is necessary to overcome the forces of cohesion that manifests between soil particles. These can be calculated using the equation:

$$F_{coez} = A \cdot (c + \sigma_n \cdot tg \varphi_0) \quad (6)$$

Where:

-  $c$  is the cohesion coefficient

-  $\sigma_n = 10-60$  kPa is the normal tension (compression) [7];

-  $\mu_0 = tg \varphi_0 = 0.35 \div 0.9$  [7] is the coefficient of internal friction of the soil.

Volumul de sol dislocat de brăzdar este prezentat în figura 4 [3]. În secțiune longitudinală, brăzdarul EF rupe solul după un plan a cărui urmă, în planul longitudinal vertical median, este înclinată cu un unghi  $\psi = 45^\circ$  [6].

Volumul de sol dislocat este:

Unde:

-  $\alpha_{med}$  - unghiul mediu de înclinare a brăzdarului față de orizontală;

$$-S = L \cdot (EF \cdot \cos \alpha_{med} + EO) + \frac{\pi L^2}{8};$$

-  $s = l_b \cdot EF \cdot \cos \alpha_{med}$  este suprafața bazei mari, respective a bazei mici a solului dislocat;

$$-EO = a_d \cdot ctg \psi - \frac{L}{2}$$

-  $a_d$  – adâncimea de lucru;

-  $L$  – latimea maxima de lucru a unui brazdar.

Atunci când brăzdarul se rotește în jurul articulației  $D$  cu viteza unghiulară  $\omega_3 > 0$   $EF = DT$  (figura 1) iar atunci când  $\omega_3 < 0$ ,  $FE = CD$  iar adâncimea de lucru este ( $a_d = CD \cdot \sin \alpha_{med}$ ).

Aria laterală a volumului de sol actionat de brăzdarul aflat în miscare de oscilație se calculează cu relația.

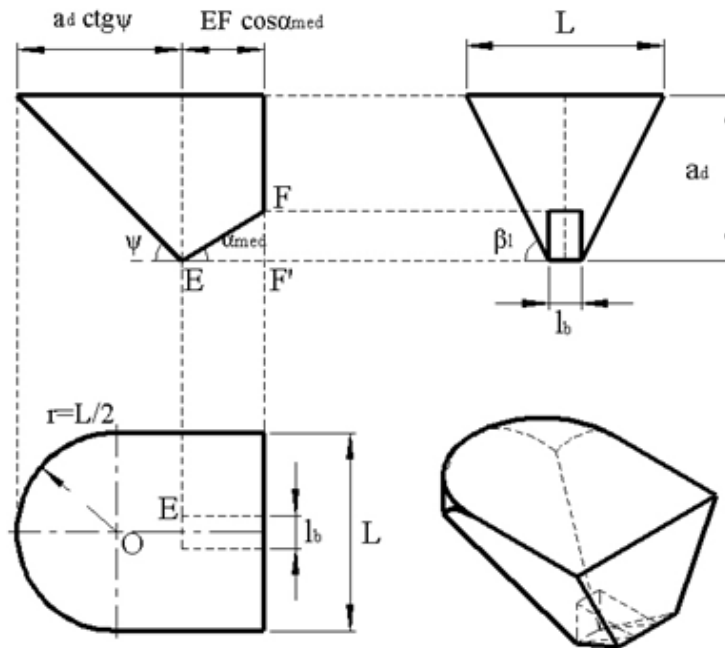


Fig. 4 - Section through the soil displaced by plowshare

The normal cohesive force of the plowshare is calculated using the equation:

$$F_{coezn} = F_{coezi} \cdot \sin\beta_l \cdot \cos\alpha_{med} \quad (7)$$

Where the inclined angle of the lateral side walls of the furrow is:

$$\beta_l = \arctg \frac{2 \cdot a_d}{L - l_b} \quad (8)$$

Because the aggregate is moving with the working speed  $v_l$ , the speeds of the extreme points of the plowshare C and T (Figure 5), on the direction of movement, are:

$$v_{c1x} = v_{cx} + v_l$$

Forța de coeziune normală pe brăzdar se calculează cu relația:

Unde unghiul de înclinare al pereților laterali ai brazdei este:

$$v_{t1x} = v_{t1x} + v_l \quad (9)$$

Deoarece agregatul se deplasează cu viteza de lucru  $v_l$ , vitezele punctelor extreme ale brăzdarului C și T (figura 5), pe direcția de deplasare, sunt:

The speeds of the extreme points of the plowshare is determined by the relationship:

$$v_{c1} = \sqrt{v_{c1x}^2 + v_{cy}^2}$$

Vitezele punctelor extreme ale brăzdarului se determină cu relațiile:

$$v_{t1} = \sqrt{v_{t1x}^2 + v_{ty}^2} \quad (10)$$

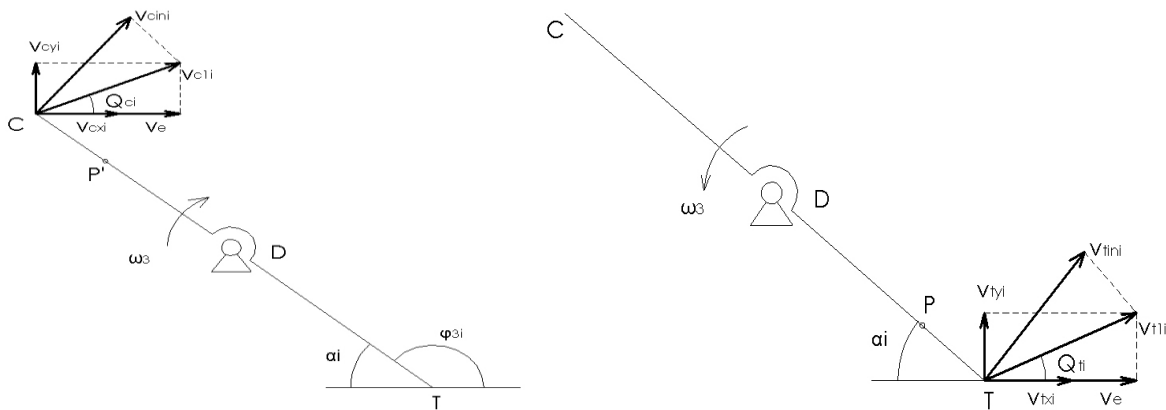


Fig.5 - The speeds of the extreme points of the plowshare

The normal speeds on the surface of the plowshare in its extreme points are:

$$v_{c1n} = v_{cx} \cdot \sin(\theta_c + \alpha_{med})$$

Where:  $\theta_c = \arctg \frac{v_{cy}}{v_{c1x}}$ ,  $\theta_t = \arctg \frac{v_{ty}}{v_{t1x}}$

Given that rotation speeds of the plowshare points are maximum in extreme and zero points in joint D, average speeds of rotation are applied at the point P for  $\omega_3 > 0$  and P' for  $\omega_3 < 0$ , located at a distance d, and have the values:

$$v_{ppn} = \frac{2}{3} \cdot v_{c1n}$$

Vitezele normale pe suprafața brăzdarului în punctele extreme ale acestuia sunt:

$$v_{t1n} = v_{tx} \cdot \sin(\theta_t + \alpha_{med}) \quad (11)$$

Unde:  $\theta_c = \arctg \frac{v_{cy}}{v_{c1x}}$ ,  $\theta_t = \arctg \frac{v_{ty}}{v_{t1x}}$

Având în vedere că vitezele de rotație ale punctelor brăzdarului au valoarea maximă în punctele extreme și zero în articulația D, vitezele medii de rotație sunt aplicate în punctul P pentru  $\omega_3 > 0$ , respectiv P' pentru  $\omega_3 < 0$ , aflate la distanțele d, și au valorile:

$$v_{pn} = \frac{2}{3} \cdot v_{t1n} \quad (12)$$

The plowshare forces acting on soil  $Q_v$  whose support through the point P if  $\omega_3 > 0$  and the point P' if  $\omega_3 < 0$  causing its acceleration. To determine these forces we applied the kinetic energy theory [8].

Brăzdarul acționează asupra solului cu forțele  $Q_v$  a căror suport trece prin punctul P dacă  $\omega_3 > 0$  și prin punctul P' dacă  $\omega_3 < 0$  determinând accelerarea acestuia. Pentru determinarea acestor forțe se aplica teoria energiei cinetice [8].

$$dL = dE \quad (13)$$

Where:

- dL is the variation of mechanical work forces  $Q_v$ ;
- dE is the variation of the kinetic energy of the soil dislodged plowshare.

Unde:

- dL este variația lucrului mecanic al forțelor  $Q_v$ ;
- dE este variația energiei cinetice a solului dislocat de brăzdar.

$$Q_v \cdot d = \frac{V \cdot \rho_{sol} \cdot (v_{max}^2 - v_{min}^2)}{2} \quad (14)$$

Where:

- $\rho_{sol}$  is the soil density;
- $v_{max} = v_{pnmax}$ ;  $v_{min} = v_{pnmin}$ ;  $d = DP = 2/3 DT$  if  $\omega_3 > 0$ ;
- $v_{max} = v_{ppnmax}$ ;  $v_{min} = v_{ppnmin}$ ;  $d = DP' = 2/3 DC$  if  $\omega_3 < 0$ ;

Unde:

- $\rho_{sol}$  este densitatea solului;
- $v_{max} = v_{pnmax}$ ;  $v_{min} = v_{pnmin}$ ;  $d = DP = 2/3 DT$  dacă  $\omega_3 > 0$ ;
- $v_{max} = v_{ppnmax}$ ;  $v_{min} = v_{ppnmin}$ ;  $d = DP' = 2/3 DC$  dacă  $\omega_3 < 0$ ;

The plowshare normal force which causes the accelerated soil is calculated using the equation:

Forța normală pe brăzdar, care determină accelerarea solului, se calculează cu relația:

$$Q_v = \frac{V \cdot \rho_{sol} \cdot (v_{max}^2 - v_{min}^2)}{2 \cdot d} \tag{15}$$

The normal resultant force on the plowshare, which causes tearing and the accelerated soil will be:

Forța rezultantă normală pe suprafața brăzdarului, care determină ruperea și accelerarea solului, va fi:

$$Q_r = Q_v + F_{coezn} \tag{16}$$

**RESULTS**

These forces acting in point P for  $\omega_3 > 0$  and P' for  $\omega_3 < 0$  causing the load the tractor PTO shaft.

**REZULTATE**

Aceste forțe acționează în punctul P pentru  $\omega_3 > 0$  și P' pentru  $\omega_3 < 0$  determinând încărcarea arborelui prizei de putere a tractorului.

The normal force on the plowshare  $Q_v$  and the resultant force  $Q_r$  depends on the machines working depth  $a_d$  with values between 50 – 70 cm, on the working speed  $v_l$  and the angular velocity of the crank driven quadrangle mechanism. For the deep soil loosening machine EAA – 220 the normal force on a plowshare and the resultant angular speed of the plowshare  $\omega_3 > 0$  and for  $\omega_3 < 0$  were calculated for a working depth of  $a_d = 0.5 – 0.7m$ , work speeds of  $v_l = 0.2 – 1.5 m/s$  and angular velocity of the crank  $\omega = 57.56 rad/s$ , the data are presented in table 1.

Forța normală pe brăzdar  $Q_v$  și forța rezultantă  $Q_r$  depind de adâncimea de lucru a mașinii  $a_d$  cuprinsă între 50 – 70 cm, de viteza de lucru  $v_l$  și viteza unghiulară a manivelei mecanismului patruleter de acționare. Pentru mașina de afânare adâncă a solului EAA – 220 s-a calculat forța normală pe un brăzdar și forța normală rezultantă pentru viteza unghiulară a brăzdarului  $\omega_3 > 0$  și pentru  $\omega_3 < 0$ , pentru adâncimea de lucru  $a_d = 0.5 – 0.7m$ , viteza de lucru  $v_l = 0.2 – 1.5 m/s$  și viteza unghiulară a manivelei  $\omega = 57.56 rad/s$ , datele fiind prezentate în tabelul 1.

Tabel 1

The calculated values for the normal force on the plowshare  $Q_v$  and  $Q_r$

Nr.	Depth/ [cm]	Work speed/ [km/h]	$Q_v$ [daN] $\omega_3 > 0$	$Q_v$ [daN] $\omega_3 < 0$	$Q_r$ [daN] $\omega_3 > 0$	$Q_r$ [daN] $\omega_3 < 0$
1	50	5.4	991	504	2025	1330
2	70	5.4	2284	1409	3929	2842
3	50	0.72	298	152	1333	979
4	70	0.72	687	426	2333	1859
5	70	4.32	1831	1122	3477	2554
6	50	4.32	795	401	1829	1228
7	60	4.32	1243	704	2571	1822
8	60	1.8	576	318	1904	1436
9	50	2.52	468	232	1502	1058
10	70	2.52	1077	648	2723	2080
11	60	5.4	1550	884	2879	2002
12	60	0.72	467	267	1795	1385
13	60	2.52	732	407	2060	1524

With the values in Table 1 we determined the multivariate function for calculating the normal forces on the plowshare when  $\omega_3 > 0$  equation 17 and for  $\omega_3 < 0$  equation presented in figure 6 and figure 7.

Cu valorile din tabelul 1 s-au determinat funcțiile multivariabile pentru calculul forței normale pe brăzdar pentru  $\omega_3 > 0$  relația 17 și  $\omega_3 < 0$  relația 18 în figura 6 și figura 7 sunt reprezentate grafic aceste funcții.

$$Q_v = 1964 - 63.251 \cdot a_d - 505.435 \cdot v + 0.609 \cdot a_d^2 + 9.814 \cdot a_d \cdot v + 26.542 \cdot v^2 \tag{17}$$

$$Q_v = 1571 - 52.165 \cdot a_d - 375.7 \cdot v + 0.491 \cdot a_d^2 + 6.864 \cdot a_d \cdot v + 17.389 \cdot v^2 \tag{18}$$

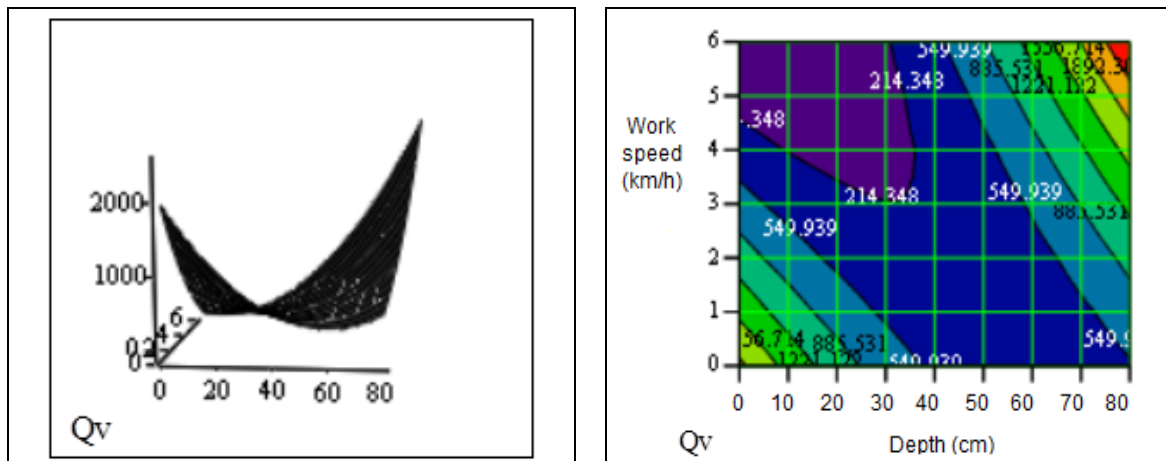


Fig.6 - The normal forces on the plowshare for  $\omega_3 > 0$

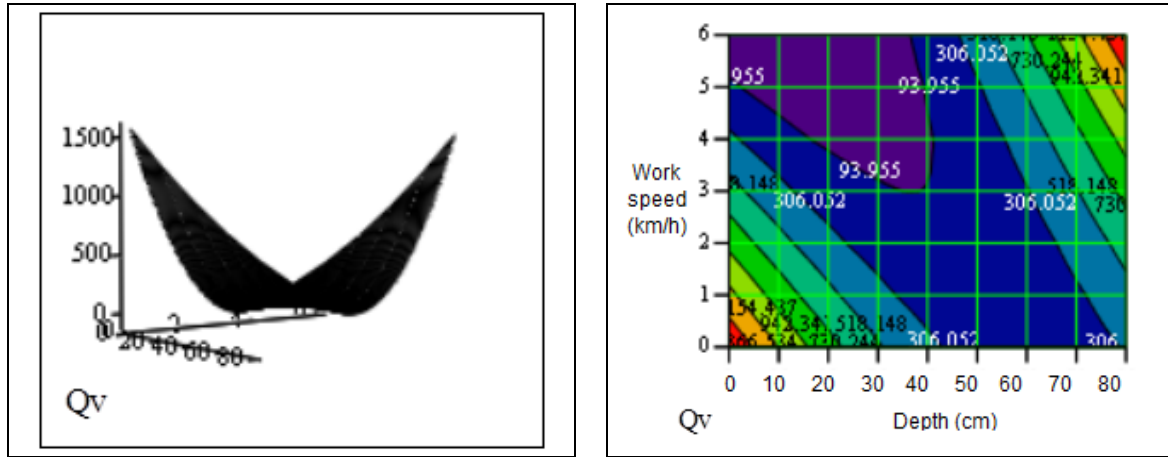


Fig.7 - The normal forces on the plowshare for.  $\omega_3 < 0$

The resultant normal force on the plowshare for  $\omega_3 > 0$  can be calculated using the equation 19 and for  $\omega_3 < 0$  using the equation 20. The graphical representation is shown in figure 8 and figure 9.

Forța rezultantă normală pe brăzdar pentru  $\omega_3 > 0$  se poate calcula cu relația 19 iar pentru  $\omega_3 < 0$  cu relația 20. Reprezentarea grafică a acestor funcții este prezentată în figura 8 și figura 9.

$$Q_r = 1883 - 46.845 \cdot a_d - 505.819 \cdot v + 0.727 \cdot a_d^2 + 9.816 \cdot a_d \cdot v + 26.581 \cdot v^2 \quad (19)$$

$$Q_r = 1293 - 35.885 \cdot a_d - 376.709 \cdot v + 0.607 \cdot a_d^2 + 6.868 \cdot a_d \cdot v + 17.507 \cdot v^2 \quad (20)$$

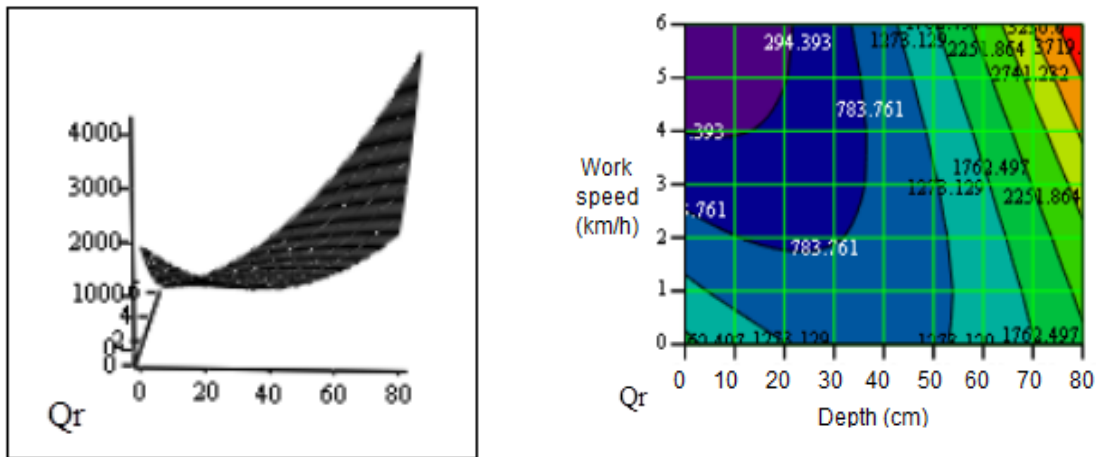


Fig.8. The normal forces on the plowshare for  $\omega_3 > 0$

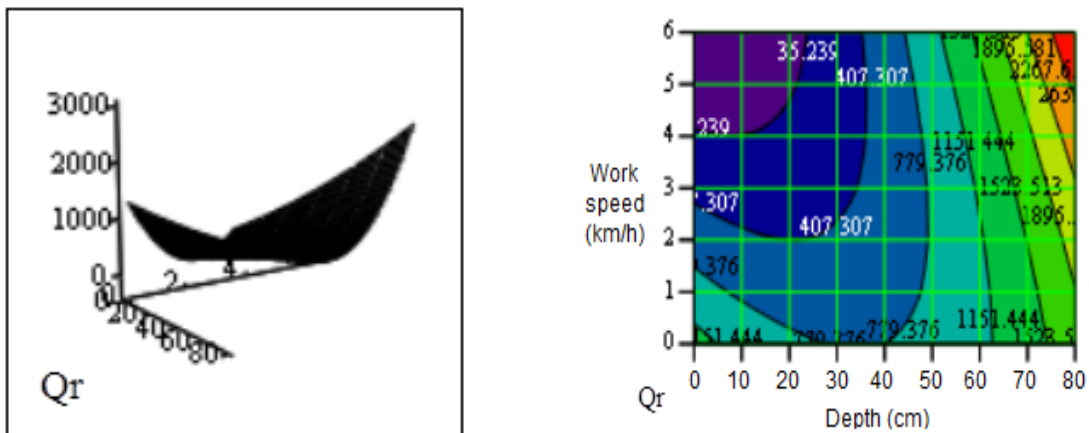


Fig.9 - The normal forces on the plowshare for  $\omega_3 < 0$

The plowshare friction force  $Q_f$  and the resultant force  $Q$  are determined by the relations:

Forța de frecare pe brăzdar  $Q_f$  și forța rezultantă  $Q$  se determină cu relațiile:

$$Q_f = \mu \cdot Q_r$$

$$Q = \sqrt{Q_r^2 + Q_f^2} \quad (21)$$

The drag force of the deep soil loosening machine can be calculated using the formula developed by V.P.Goreacikin. This force is considered proportional to loosened soil section:

$$F_i = k \cdot \frac{a_d \cdot (L + l_b)}{2} \quad (22)$$

Where :  $k$  is the plowing resistance coefficient;

The drag force for normal movement on the surface of the plowshare is:

$$F_{in} = \frac{F_i \cdot \cos \varphi}{\sin(\alpha_i + \varphi)} \quad (23)$$

Where :

$-\varphi$  is the angle of friction between soil and plowshare surface;

$-\alpha_i$  is the angle of inclination to the horizontal plan

The average drag force and the friction force on the surface of the plowshare is calculated using the equations:

$$F_{inmed} = \frac{\sum_1^n F_{in}}{n}$$

The resulting resistance force is:

$$F_R = \sqrt{F_{inmed}^2 + F_f^2} \quad (25)$$

For the deep soil loosening machine EAA 220, for two working depths, working speed  $v = 0.76 - 1.4$  m/s, a soil density of  $1500 \text{ kg/m}^3$  and plowing resistance coefficient  $k = 0.46 \text{ daN/cm}^2$  we calculated with the equations presented the strength and fracture resistance due to ground acceleration  $Q$ , the resistant force of the connection rods movement  $F_{RH}$ , the drag force  $F_R$ , the values calculated and the experimentally determined traction force  $F_t$  and the momentum necessary for operating the plowshare  $M_e$ .

The data are shown in Table 2.

Forța rezistentă la înaintare a mașinii de afânare adâncă a solului  $F_i$  se poate calcula folosind formula elaborată de V.P.Goreacikin. Aceasta forță se consideră proporțională cu secțiunea solului afânat:

Unde:  $k$  – este coeficientul de rezistență la arat;

Forța rezistentă la înaintare normală la suprafața brăzdarului este:

$$F_{in} = \frac{F_i \cdot \cos \varphi}{\sin(\alpha_i + \varphi)} \quad (23)$$

Unde:

$-\varphi$  este unghiul de frecare dintre sol și suprafața brăzdarului;

$-\alpha_i$  este unghiul de înclinare al brăzdarului față de planul orizontal.

Forța rezistentă la înaintare normală medie și forța de frecare pe suprafața brăzdarului se calculează cu relațiile:

$$F_f = \mu \cdot F_{inmed} \quad (24)$$

Forța rezistentă rezultantă este:

$$F_R = \sqrt{F_{inmed}^2 + F_f^2} \quad (25)$$

Pentru mașina de afânare adâncă a solului EAA – 220, pentru două adâncimi de lucru, viteza de lucru  $v = 0.76 - 1.4$  m/s și un sol cu densitatea de  $1500 \text{ kg/m}^3$  și coeficientul de rezistență la arat  $k = 0.46 \text{ daN/cm}^2$  s-au calculat, cu relațiile prezentate, forța rezistentă datorată ruperii și accelerării solului  $Q$ , forța rezistentă la deplasarea bielei  $F_{RH}$ , forța rezistentă la înaintare  $F_R$  precum și valorile calculate și cele determinate experimental pentru forța de tracțiune  $F_t$  și momentul necesar acționării brăzdarului  $M_e$ .

Datele sunt prezentate în tabelul 2.

Tabel 2

Theoretical and experimental forces and resistant moments

Nr. crt.	Depth [m]	Speed [m/s]	Q [daN]		$F_{RH}$ [daN]	$F_R$ [daN]	$F_t$ [daN]		$M_e$ [Nm]	
			$\omega_3 > 0$	$\omega_3 < 0$			Calc.	Exp.	Calc.	Exp.
1	0.6	0.76	2175	1620	629	1447	3603	3589	133	139
2		1.25	2924	1992			3980	4027	158	133
3	0.7	0.86	3246	2371	851	1908	4931	4003	188	150
4		1.4	4338	3043			5565	5472	230	223

## CONCLUSIONS

From the data presented in Table 2 it results that the resistance forces were correctly determined considering that between the calculated and experimental values of traction and momentum required to operate the plowshare there are very small differences

Also:

-the resistant force to movement of the connecting rods  $F_{RH}$  and drag force  $F_R$  is independent of the work speed but it depends only on the working depth and soil characteristics;

-the resistant force due to the tear and accelerating soil has different values depending on the angle of rotation of the crank handles operating mechanism  $\omega_3$ ;

-the small difference between the calculated and experimentally determined values for traction force and momentum required to operate the plowshare enables us to say that the assumptions considered in calculating the resistant forces are correct.

## CONCLUZII

Din datele prezentate în tabelul 2 rezultă că forțele rezistente au fost corect determinate având în vedere că între valorile calculate și cele experimentale ale forței de tracțiune și momentul necesar acționării brăzdarului diferitele sunt foarte mici.

De asemenea:

-forțele rezistente la deplasarea bielei  $F_{RH}$  și forța rezistentă la înaintare  $F_R$  nu depind de viteza de lucru ci numai de adâncimea de lucru și caracteristicile solului;

-forța rezistență datorată ruperii și accelerării solului are valori diferite în funcție de unghiul de rotație al manivelei mecanismului de acționare  $\omega_3$ ;

-diferența mică dintre valorile calculate și cele determinate experimental pentru forța de tracțiune și momentul necesar acționării unui brăzdar ne permite să afirmăm că ipotezele avute în vedere la calculul forțelor rezistente sunt corecte.

**REFERENCES**

- [1]. Balaci C. (1998) - PhD thesis - *Contributions to the active organ work refining deep soil* Bucharest,
- [2]. Caproiu S. (1982) - *Machines, agricultural tillage, sowing and crop maintenance*, Didactic and Pedagogic Publishing House, Bucharest,
- [3]. Jenő Balaton Gonczi Attila, (2012) - *On the tensile strength and sizing calculation refining soil bodies*, Proceedings of the scientific communications meeting of Aurel Vlaicu University of Arad, Volume 4
- [4]. Kofoed S., (1969) - *Kinematics and Power Requirement of Oscillating Tillage Tools*, Journal of Agricultural Engineering Research, No.14,
- [5]. Marin E., Pirnă I., Sorică C., Manea D., Cârdei P. (2012) - *Studies on structural analysis of resistance structure as a component of equipment with active working parts driven to deeply loosen the soil*, INMATEH Agricultural Engineering, Vol.36, No.1
- [6]. Sineokov G.N., (1965) - *Designing of tillage machines*, Masinstroenie Publishing House, Moscow
- [7]. University of Pretoria (1995) - Kosisira Publishing House, LL, 2005 Transylvania, Cluj - Napoca,
- [8]. Voinea R., Voiculescu D., Ceausu V., (1975) - *Mechanics*, Didactic and Pedagogic Publishing House, Bucharest

**BIBLIOGRAFIE**

- [1]. Balaci C., (1998) - Teza de doctorat – *Contribuții la studiul organelor active pentru lucrările de afânare adâncă a solului*, București,
- [2]. Caproiu S. (1982) - *Mașini agricole de lucrat solul, semănat și întreținere a culturilor*, Editura Didactica și Pedagogica, București.
- [3]. Jenő Balaton, Attila Gonczi, (2012) - *Cu privire la calculul rezistenței la tracțiune și dimensionarea organelor de afânare a solului*, Lucrările reuniunii comunicărilor științifice Aurel Vlaicu Universitatea din Arad, volumul 4
- [4]. Kofoed S., (1969) - *Cinematica și puterea necesară ale echipamentelor vibratorii de lucrat solul*, Jurnalul ingineresc al cercetărilor agricole, nr.14
- [5]. Marin E., Pirnă I., Sorică C., Manea D., Cârdei P. (2012) - *Studii privind analiza structurală a structurii de rezistență, componentă a echipamentului tehnic cu organe active antrenate pentru lucrarea de afânare în profunzime a solului*, INMATEH - Inginerie Agricolă, Vol.36, No.1
- [6]. Sineokov G.N. (1965) - *Proiectarea mașinilor de cultivat*, Editura: Masinstroenie, Moscova,
- [7]. Universitatea din Pretoria (1995) Editura Kosisira, LL, 2005 Transylvania, Cluj – Napoca,
- [8]. Voinea R., Voiculescu D., Ceausu V., (1975) - *Mecanica*, Editura Didactica și Pedagogica, București