

INSTITUTUL POLITEHNIC „ TRAIAN VUIA ” TIMISOARA

FACULTATEA DE MECANICA AGRICOLA

CATEDRA DE MASINI AGRICOLE

Ing. ELTAHIR ISMAIL MOHAMED

TEZA DE DOCTORAT

CONTRIBUTII TEORETICE SI EXPERIMENTALE PRIVIND
PERFECTIONAREA PROCESULUI TEHNOLOGIC AL PLUGULUI
CU DISCURI SFERICE CONCAVE.

BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
TIMIȘOARA

CONDUCATOR STIINTIFIC:
Prof.dr.doc.ing.STEFAN CAPROIU

- 1980 -

INSTITUTUL POLITEHNIC TIMIȘOARA	
BIBLIOTECA	
CENTRALA	
Volumul Nr.	389.434
Dulap	202 Lit. 4

C U P R I N S

	pag.
<u>INTRODUCERE</u>	1
<u>PARTEA I-a</u>	
<u>REALIZARI ACTUALE PRIVIND MECANIZAREA PROCESULUI DE MARUNTIRE A SOLULUI CU AJUTORUL DISCURILOR SFERICE CONCAVE SI CONICE</u> . .	4
<u>CAPITOLUL I</u>	
<u>MECANIZAREA PROCESULUI TEHNOLOGIC DE MARUNTIRE A SOLULUI CU AJUTORUL DISCURILOR SFERICE CONCAVE SI CONICE</u>	4
§ 1. Necesitatea lucrării de mărunțire a solului în vederea pregătirii patului germinativ al semințelor	4
§ 2. Proprietățile fizico-mecanice ale solului și influența lor asupra procesului de mărunțire	5
§ 3. Cerințe tehnologice impuse procesului de lucru al mașinilor de lucrat solul cu discuri sferice și concave	8
§ 4. Construcțiile actuale ale mașinilor de lucrat solul cu discuri sferice concave și conice	16
4.1. Caracterizarea și stadiul de dezvoltare a organelor de lucru de la mașinile de lucrat solul, prevăzute cu discuri sferice concave și conice	16
4.2. Construcția mașinilor cu discuri sferice concave și conice	18
§ 5. Cercetări privind influența parametrilor constructivi și funcționali asupra procesului de lucru	23
§ 6. Modificarea geometriei discului	24
§ 7. Antrenarea discului	27
§ 8. Influența vitezei de deplasare asupra indicilor calitativi	30
<u>CAPITOLUL II</u>	
<u>OPORTUNITATEA ABORDĂRII CERCETĂRIILOR PRIVIND PERFECTIONAREA PROCESULUI TEHNOLOGIC DE LUCRU AL PLUGURILOR CU DISCURI SFERICE CONCAVE SI CONICE</u>	32
§ 1. Rezistența opusă în procesul de lucru al plugurilor cu discuri sferice concave și conice	32
1.1. Variația rezistenței în lucru a plugurilor cu discuri sferice concave și conice în funcție de sol, viteză și forma constructivă a organelor de lucru	32
1.2. Rezistența în lucru a plugurilor cu discuri sferice concave și conice, în funcție de factorii tehnologici	34

§ 2. Consumul de energie la lucrarea solului cu plugul cu discuri sferice concave și conice. Necesitatea reducerii acestui consum	36
§ 3. Importanța economică a reducerii rezistenței la tracțiune a plugurilor și creșterea vitezei de lucru	37
§ 4. Posibilitățile de perfecționare a construcției și procesului de lucru a plugurilor cu discuri sferice concave și conice, în vederea reducerii rezistenței la tracțiune și creșterii indicilor calitativi de lucru	39
§ 5. <u>CONCLUZII</u>	40

PARTEA II-a

CONTRIBUTII TEORETICE PRIVIND PROCESUL TEHNOLOGIC DE LUCRU AL PLUGURILOR CU DISCURI SFERICE CONCAVE

CAPITOLUL I

<u>CERCETARI TEORETICE PRIVIND INFLUENTA PARAMETRILOR DISCURILOR SFERICE CONCAVE ASUPRA PROCESULUI DE LUCRU</u>	43
§ 1. Cercetări teoretice privind prelucrarea mecanică a solului	43
§ 2. Cercetări privind mișcarea solului pe suprafața discului	47
§ 3. Ecuațiile mișcării discului sferic de la plugul cu discuri în procesul de lucru	48
§ 4. Ecuațiile mișcării stratului de sol pe suprafața discului	53
§ 5. Energia necesară aruncării particulelor de sol în procesul de lucru	57
§ 6. Cercetări teoretice privind rezistența la tracțiune .	58
§ 7. <u>CONCLUZII</u>	63

CAPITOLUL II

<u>CONTRIBUTII TEORETICE PRIVIND REDUCEREA REZISTENȚEI LA TRACȚIUNE A PLUGURILOR CU DISCURI SFERICE CONCAVE</u>	65
§ 1. Analiza teoretică a forței de rezistență la tracțiune a plugurilor cu discuri sferice concave	65
§ 2. Forța de rezistență a solului la tăiere, sub acțiunea discului	70
§ 3. Forța necesară pentru deformarea solului pe suprafața	

	pag.
anterioară a discului	73
§ 4. Stabilirea parametrilor constructivi și funcționali corespunzători reducerii forței de rezistență la tracțiune a plugului sferic concav	75

PARTEA III-a

CONTRIBUTII EXPERIMENTALE PRIVIND PROCESUL TEHNOLOGIC DE
LUCRU AL PLUGURILOR CU DISCURI SFERICE CONCAVE

CAPITOLUL I

CERCETARI PRIVIND REALIZAREA CONSTRUCTIEI PLUGULUI EXPERI-
MENTAL

§ 1. Realizarea variantelor constructive pentru modifi- carea unghiurilor α "de atac" și β "de înclinație"	83
1.1. Descrierea și caracteristicile plugului	83
1.2. Realizarea variantelor experimentale	88
§ 2. <u>CONCLUZII</u>	89

CAPITOLUL II

METODICA EXPERIMENTALA

§ 1. Alegerea și organizarea parcelelor de experiență	91
1.1. Desfășurarea încercărilor	91
1.2. Caracteristicile parcelei	92
§ 2. Utilaje, aparatură, instrumente de măsură și materia- lele folosite la experimentări	94
§ 3. Determinarea indicilor calitativi de lucru	100
3.1. Lățimea de lucru	100
3.2. Adâncimea de lucru	101
3.3. Gradul de mărunțire a solului	103
3.4. Gradul de afinare a solului	103
3.5. Gradul de acoperire a resturilor vegetale	103
3.6. Determinarea profilului arăturii	104
§ 4. Determinarea vitezei de lucru	104
§ 5. Determinarea indicilor energetici	105
5.1. Rezistența la tracțiune	105
5.2. Consumul de combustibil	107
5.3. Puterea necesară pentru agregare	108
§ 6. Determinarea indicilor de exploatare	108
6.1. Indici de productivitate	108
6.2. Comportarea plugurilor în exploatare	109

	pag.
§ 7. <u>CONCLUZII</u>	110
 <u>CAPITOLUL III</u>	
<u>REZULTATELE EXPERIMENTALE PRIVIND INCERCAREA PLUGULUI CU</u>	
<u>DISCURI SFERICE CONCAVE</u>	112
§ 1. Rezultatele experimentale privind indicii calitativi de lucru ai plugului cu discuri sferice concave	112
§ 2. Rezultatele experimentale privind consumul de energie și creșterea vitezei de lucru	116
§ 3. <u>CONCLUZII</u>	132
 <u>CAPITOLUL IV</u>	
<u>ANALIZA REZULTATELOR EXPERIMENTALE</u>	
§ 1. Analiza rezultatelor experimentale privind indicii calitativi de lucru	133
§ 2. Influența variației unghiurilor de atac (α) și de inclinație (β) asupra indicilor calitativi de lucru	137
§ 3. Influența vitezei asupra indicilor calitativi de lucru	141
§ 4. Analiza datelor experimentale privind indicii energetici de lucru	143
4.1. Influența unghiurilor α și β asupra indicilor energetici	143
4.2. Variația indicilor energetici în funcție de viteza de deplasare	144
4.3. Stabilirea parametrilor corespunzători reducerii rezistenței la tracțiune	147
<u>CONCLUZII FINALE SI RECOMANDARI PENTRU PRODUCTIE</u>	156
<u>BIBLIOGRAFIE</u>	159
<u>ANEXE</u>	

INTRODUCERE

Producția de alimente este tot mai mult confruntată nu numai cu criza energetică, dar și cu întregul ansamblu de probleme ale creșterii economice, ale lichidării decalajelor dintre nivelele de dezvoltare ale diferitelor regiuni și țări ale lumii. Nesoluționarea problemelor alimentației, una din problemele fundamentale ale existenței umane, poate avea grave implicații asupra cursului evoluției mondiale.

Potrivit estimărilor făcute de diferite organisme internaționale, numărul oamenilor care suferă în mod curent de foame și de malnutriție, variază de la aproape jumătate de miliard la un miliard și jumătate.

Cele mai optimiste previziuni, care sînt luate în considerare pe plan internațional, arată că la sfîrșitul acestui secol și în primele decade ale secolului al XXI-lea, populația globului va fi de aproape două ori mai mare decît este în prezent - peste 7 miliarde de oameni. Pentru a hrăni această populație, producția de alimente trebuie triplată pînă la finele secolului.

Agricultura, una din cele mai vechi ocupații ale omului, rămîne în continuare factorul numărul unu în asigurarea alimentației populației Terrei.

Cu toate creșterile realizate prin introducerea progresului tehnic, agricultura rămîne în majoritatea țărilor ramura cu productivitatea muncii cea mai scăzută. În țările cele mai industrializate, productivitatea muncii în agricultură a progresat în ultimul deceniu mai repede decît în celelalte ramuri, reducînd în acest fel diferențele de productivitate existente. Într-o serie de țări mai puțin industrializate, creșterea productivității muncii agricole continuă să fie inferioară celorlalte ramuri ale economiei, în special ale industriei.

Experiența arată că între ponderea populației ocupată în agricultură și productivitatea muncii acesteia există o anumită corelație; pe măsură ce se reduce ponderea populației ocupate în agricultură, se ameliorează și productivitatea muncii. Cînd populația activă din agricultură reprezintă peste 50% din populația activă totală, productivitatea muncii în agricultură

este de circa 20%. Ea se ameliorează progresiv pînă la 60%, atunci cînd populația activă din agricultură scade sub 10%.

La realizarea producției agricole contribuie mai multe grupe de factori mijloace, care aparțin atît sectorului agricol propriuzis, cît și altor domenii. Dintre aceștia, factorul de bază în ridicarea producției și productivității muncii este mecanizarea proceselor de lucru.

Dintre lucrările agricole executate pe toată perioada de vegetație, o deosebită importanță în creșterea producției la hectar revine prelucrării solului în vederea pregătirii patului germinativ. Printre procesele de prelucrare a solului este și lucrarea de arat, lucrare de bază a solului, cu cel mai mare consum de energie.

Efectivitatea ridicată a producției agricole constituie o problemă de mare actualitate, care necesită multiple cercetări.

Folosirea plugului cu discuri ca unealtă agricolă principală pentru prelucrarea fundamentală a solului, este din ce în ce mai răspîndită, el fiind un agregat potrivit pentru prelucrări la o gamă variată de soluri.

Dezvoltarea proiectării și a folosirii discului trebuie făcută pe baze științifice, în vederea rezolvării unor probleme de tracțiune, viteză de deplasare, aruncare a solului, acoperire a resturilor vegetale, pătrundere a discului în sol și de tasare și pulverizare a solului.

În această direcție, bazîndu-se pe constatarea din literatura de specialitate și cercetările efectuate, că problema perfecționării procesului tehnologic la plugul cu discuri nu s-a rezolvat încă în totalitatea ei, autorul își propune ca prin cercetări teoretice și experimentale să aducă o modestă contribuție la stabilirea parametrilor constructivi și funcționali adecvați acestui nou regim de lucru.

Rezultatele cercetărilor teoretice și experimentale sînt dezvoltate în trei părți, în care sînt cuprinse 256 relații matematice, 103 figuri, 16 tabele și 104 titluri bibliografice. 172 pag.

Părțile principale ale lucrării sînt următoarele:

I. Realizări actuale privind mecanizarea procesului de mărunțire a solului cu ajutorul discurilor sferice, concave și conice.

II. Contribuții teoretice privind procesul tehnologic de lucru al plugurilor cu discuri sferice concave.

III. Contribuții experimentale privind procesul tehnologic de lucru al plugurilor cu discuri sferice concave.

Lucrarea a fost efectuată în R. S. România, în cadrul Institutului politehnic "Traian Vuia" Timișoara, Facultatea de mecanică agricolă, sub directa conducere și îndrumare științifică a prof. dr. doc. ing. Căproiu Stefan.

Pentru deosebita grijă cu care am fost îndrumat în permanență la alegerea problematicii de cercetare, efectuarea cercetărilor, analiza și interpretarea rezultatelor și elaborarea tezei de doctorat, aduc și pe această cale mulțumiri călduroase și din inimă tov. prof. dr. doc. ing. Căproiu Stefan - conducătorul științific - care prin contribuțiile sale de prestigiu a fost prezent la toate fazele lucrării mele.

Aduc mulțumiri conducerii Senatului Institutului politehnic "Traian Vuia" din Timișoara, pentru cadrul organizatoric creat și pentru condițiile asigurate în vederea efectuării pregătirii profesionale, prin elaborarea tezei de doctorat.

Doresc de asemenea să-mi exprim profunda mea gratitudine tuturor cadrelor didactice de la Catedra de mașini agricole a Facultății de mecanică agricolă din Timișoara, care cu ocazia susținerii referatelor de specialitate, au făcut observații utile în vederea definitivării cercetărilor și specialiștilor de la Institutul de cercetare, proiectare și inginerie tehnologică pentru mecanizarea agriculturii din București, pentru ajutorul acordat cu ocazia efectuării cercetărilor documentare.

Aduc mulțumiri tuturor tehnicienilor și muncitorilor de la Catedra de mașini agricole a Facultății de mecanică agricolă din Timișoara, care m-au ajutat în timpul realizării variantelor propuse și la efectuarea încercărilor.

PARTEA I-a

REALIZARI ACTUALE PRIVIND MECANIZAREA PROCESULUI
DE MARUNTIRE A SOLULUI CU AJUTCRUL DISCURILOR
SFERICE CONCAVE SI CONICE

PARTEA I --

REALIZARI ACTUALE PRIVIND MECANIZAREA PROCESULUI DE MARUNTIRE A SOLULUI CU AJUTORUL DISCUREILOR SFERICE CONCAVE SI CONICE

CAPITOLUL I

MECANIZAREA PROCESULUI TECHNOLOGIC DE MARUNTIRE A SOLULUI CU AJUTORUL DISCUREILOR SFERICE CONCAVE SI CONICE

§1. Necesitatea lucrării de mărunțire a solului în vederea pregătirii patului germinativ al semințelor

Din analiza lucrărilor de mărunțire a solului în vederea pregătirii patului germinativ al semințelor rezultă o multitudine de avantaje. Mărunțirea solului are ca scop crearea condițiilor de fertilitate a solului și îndepărtarea eventualelor elemente care ar putea împiedica apariția acestei fertilități, rezultând în final ridicarea producției agricole.

Mărunțirea, corespunzătoare a solului cu ajutorul unei unelte agricole, va asigura pătrunderea rapidă a apei în stratul arabil și reținerea umidității solului în conformitate cu nevoile plantelor agricole. Totodată, se face o aerare corespunzătoare a solului, iar sporirea activității microorganismelor și bacteriilor duce la oxidarea rapidă și descompunerea resturilor vegetale. Mărunțirea și amestecarea solului favorizează nitrificarea și eliberarea de hrană pentru plantele cultivate pe terenul respectiv.

În legătură cu pregătirea patului germinativ trebuie să se aibă în vedere anumite cerințe la efectuarea lucrărilor și anume [77] :

- patul germinativ va avea o adâncime corespunzătoare din punct de vedere fizic, chimic și biologic, optim creșterii plantelor;
- îngroparea resturilor vegetale și a îngrășămintelor în sol, adună humus și contribuie la creșterea fertilității solului;

- distrugerea buruienilor;
- creerea în sol a spațiilor care asigură circulația liberă a aerului;
- reținerea umidității în sol;
- distrugerea insectelor, ouălelor, larvelor și a mediului prielnic dezvoltării acestora;
- suprafața solului va fi lăsată astfel, încît să nu fie favorizată eroziunea eoliană.

§2. Proprietățile fizico-mecanice ale solului și influența lor asupra procesului de mărunțire

Proprietățile fizico-mecanice ale solului influențează regimul de funcționare al mașinilor și agregatelor agricole și parametrii funcționali și constructivi ai organelor de lucru ale acestora [91] .

În cele ce urmează se vor enumera proprietățile fizico-mecanice ale solului, de care trebuie să se țină seama la executarea mecanizată a mărunțirii solului:

- Solurile se clasifică din punct de vedere al mecanizării lucrărilor în funcție de rezistența plugului la arat K în: soluri foarte ușoare ($K < 0,25 \text{ daN/cm}^2$); soluri ușoare ($K = 0,25-3,50 \text{ daN/cm}^2$); soluri mijlocii ($K = 3,5-4,5 \text{ daN/cm}^2$); soluri grele ($K = 4,5-6,0 \text{ daN/cm}^2$); soluri foarte grele ($K > 6 \text{ daN/cm}^2$). Cu cît K este mai mare, cu atît lucrările mecanizate de mărunțire a solului se execută mai greu și cu un consum mai ridicat de energie.

- Masa specifică a solului M_s influențează în mod direct consumul de energie necesar deplasării particulelor solului de către organele de lucru ale mașinilor. Masa specifică a solului este cuprinsă între $1000-2500 \text{ kg/m}^3$.

- Umiditatea solului influențează de asemenea în mod direct lucrările acestuia cu mașinile agricole. Solul se mărunțește bine la o umiditate normală a acestuia [50, 91] de 18-22%. Cu cît umiditatea solului diferă mai mult de aceste limite, cu atît rezistența lui crește, putînd să se ajungă la situația ca un sol cu rezistență mijlocie să devină sol cu rezistență mare sau chiar foarte mare. De aceea, se recomandă ca mărunțirea solului să se execute pe cît posibil la umiditatea optimă a acestuia.

tuia, putându-se obține însemnate economii de combustibil, evitarea unor uzuri suplimentare a mașinilor agricole și lucrări de bună calitate.

- Structura solului este capacitatea lui de a se grupa în glomerule diferite, atât ca formă, cât și ca mărime [48].

Cea mai bună structură a solului este aceea în care acesta este format din glomerule așezate afânat, care nu se desfac în contact cu apa și au un diametru cuprins între 0,25-10,00 mm.

Numai într-un sol cu structură se creează cele mai favorabile condiții pentru alimentarea și creșterea plantelor de cultură. El are o bună permeabilitate pentru apă și aer și alte proprietăți fizice atât de necesare pentru dezvoltarea normală a plantelor.

Crearea structurii solului este asigurată prin arătură și alte metode agronomice.

- Frecarea solului în timpul mărunțirii acestuia cu organele de lucru ale mașinilor agricole.

În procesul de lucru al mașinilor și uneltelor agricole de lucrat solul apare o forță de frecare între particulele de sol ce vin în contact între ele (fig. 1.A.), respectiv între particule și organele de lucru ale mașinii sau uneltei agricole (fig. 1.B.)

Forța de frecare între particulele de sol se exprimă prin relația (1), iar între organul de lucru metalic și particulele de sol prin relația (2):

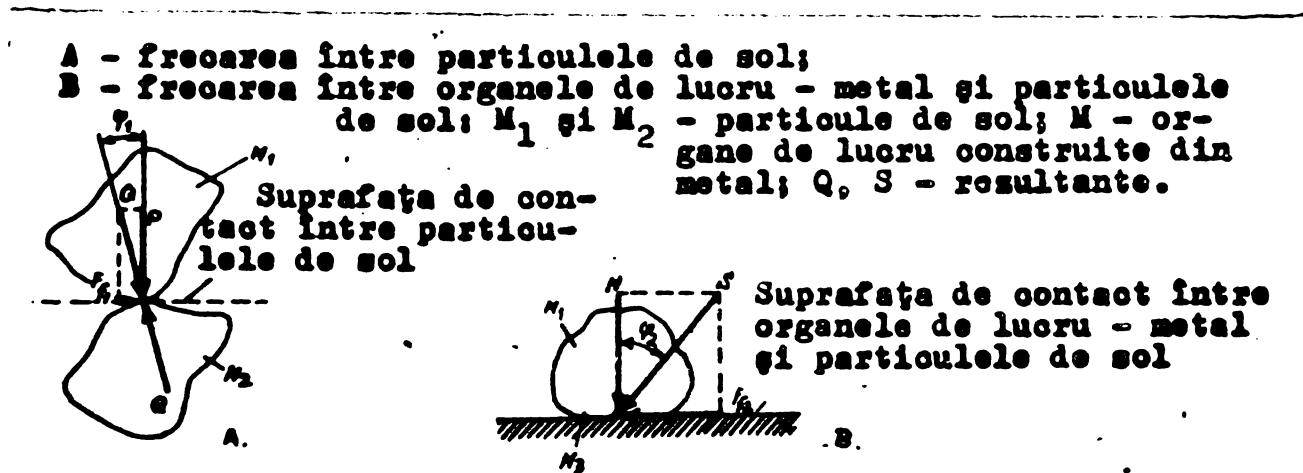


Fig. 1. Forțe de frecare ce apar în timpul lucrării solului la mașinile agricole

$$F_{f1} = \mu_1 P \quad [\text{daN}] \quad (1)$$

$$F_{f2} = \mu_2 N \quad [\text{daN}] \quad (2)$$

în care: F_{f1} este forța de frecare interioară între particulele de sol daN ;

μ_1 - coeficientul de frecare interioară între particulele de sol; $\mu_1 = \text{tg } \phi_1$, ϕ_1 fiind unghiul de frecare interioară;

P - forța normală între particulele de sol [daN] ;

F_{f2} - forța de frecare exterioară dintre organul de lucru și particulele de sol [daN] ;

μ_2 - coeficientul de frecare exterioară între organul de lucru metalic și particulele de sol; $\mu_2 = \text{tg } \phi_2$, ϕ_2 fiind unghiul de frecare dintre metal și sol;

N - forța normală între metal și particulele de sol [daN]

Ceea ce interesează în primul rând în cazul mărunțirii solului cu uneltele și mașinile agricole este ca valoarea forței de frecare F_{f2} să fie cât mai mică, pentru a se obține în lucru rezistențe cât mai mici.

Coeficientul de frecare μ_2 variază în funcție de tipul de sol și umiditatea acestuia, valorile lui fiind cuprinse între 0,20-0,90 [91]. Cu cât solul este mai umed și cu un conținut mai ridicat de argilă, cu atât μ_2 este mai mare, observația fiind valabilă pînă la o anumită limită.

Coeficientul de frecare interioară μ_1 variază în funcție de tipul solului și starea acestuia; cu cât solul este mai compact, valorile lui μ_1 sînt mai mari; cu cât solul este mai argilos, valorile lui μ_1 sînt mai mici. În general, valorile acestui coeficient sînt cuprinse între 0,15 (la solurile argiloase) și 0,80 (la solurile nisipoase) [91].

- Coeziunea, reprezintă [43] forța de atracție care se manifestă între particulele de sol cu aceeași constituție sau cu constituții diferite, care este cu atât mai mare, cu cât particulele sînt de dimensiuni mai mici. Datorită coeziunii, solul se opune forțelor care caută să-l separe, să-l fărîmițeze sau să-l preseze. Solurile structurale au coeziune mică și se lucrează ușor, fără consum mare de energie, iar brazda se revarsă și se mărunțește ușor.

- Adeziunea, alături de coeziune, frecarea internă și frecarea externă, se opune lucrării solului, constituind rezistența acestuia la lucrări. Adeziunea se datorește atracției și lipirii particulelor de sol de uneltele agricole cu care se lucrează.

Din cele de mai sus se scoate concluzia că, uneltele și mașinile agricole folosite la mărunțirea solului trebuie să fie astfel construite și reglate în timpul lucrului, încât solul supus solicitărilor de compresiune, întindere și tăiere să necesite un consum minim de energie, respectiv eforturile unitare normale și tangențiale ce apar în timpul lucrului trebuie să aibe valori mici. Orice abatere, fie chiar și de valori mici, de la unghiurile, poziția și starea tehnică a organului de lucru a mașinilor și uneltelor pentru mărunțirea solului, duce imediat la mărirea considerabilă a eforturilor ce apar la lucrarea solului. Prin urmare, trebuie dată o mare atenție cunoașterii și respectării tuturor parametrilor constructivi și funcționali ai mașinilor destinate lucrărilor solului, deoarece acestea consumă cea mai mare cantitate de energie și combustibil.

§3. Cerințe tehnologice impuse procesului de lucru al mașinilor de lucrat solul cu discuri sferice și concave.

Dacă se acționează un disc [33] în direcția axei sale (direcția A, fig.2), acesta pătrunde parțial în pământ și va împinge în fața sa solul desprins (fig. 3).

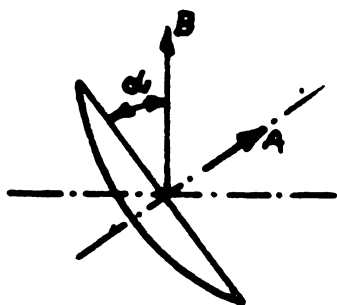


Fig. 2. Poziționarea planului discului față de direcția de înaintare

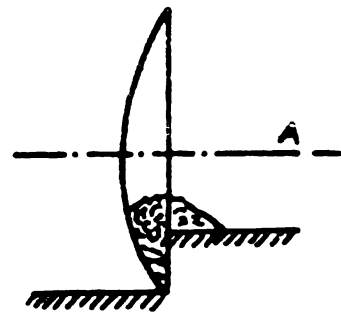


Fig. 3. Acțiunea discului asupra solului, când este tras pe direcția axei sale

Dacă se acționează discul așa fel încât direcția de în-

intare să nu fie perpendiculară pe planul discului, ci să facă un unghi $\alpha < 90^\circ$ (direcția B, fig.2), se va obține un proces de lucru mai avantajos. Dacă discul se va roti, se va asigura simultan mărunțirea și amestecarea masei de sol, afînarea solului, deplasarea lui laterală, răsturnarea fișiei tăiate și îngroparea resturilor vegetale.

Spre deosebire de alte unelte agricole, discul sferic concav și conic este antrenat de sol în procesul de lucru, ca urmare a acțiunii forțelor de frecare ce apar între sol și suprafața de lucru a discului. Aceasta face ca în procesul de lucru să nu existe o mișcare relativă între sol și disc, ca atare deformarea solului nu se produce prin forfecare, ci pur și simplu el este ridicat pe disc și depus prin răsturnare. Unii autori [33] explică efectul de mărunțire și amestecare prin faptul că particulele de sol supuse acțiunii discului și situate mai departe de centrul acestuia, sînt antrenate cu o viteză inițială mai mare (punctul 1 din fig. 4) decît cele plasate mai aproape de centru (punctul 3 din fig. 4). În acest mod, particulele (3) care au fost inițial la suprafață, ajung în poziția cea mai de jos (3'). Aici sînt acoperite de particulele (2), care vor ajunge din nou aproximativ în zona medie, adică poziția (2'). Particulele situate cel mai jos (1) sînt aruncate cu viteza inițială cea mai mare și de aceea vor ajunge la suprafață.

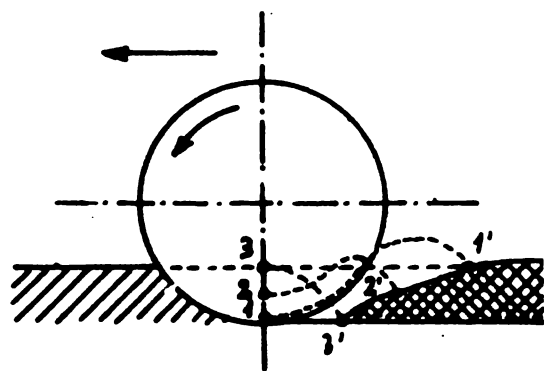


Fig. 4. Procesul de amestecare a solului sub acțiunea discului.

la circa 45° față de verticală (fig. 5).

Planurile de forfecare ce apar ca o consecință a presiunii exercitate de disc asupra solului sînt de două feluri (fig. 6):

Pe de altă parte, în [51] se explică efectul de deformare a solului pe suprafața anterioară a discului prin faptul că, solul supus acțiunii discului va fi comprimat, acțiune care va continua pînă cînd presiunea exercitată va fi egală cu presiunea de forfecare. În acest caz, solul se va rupe în planuri de forfecare,

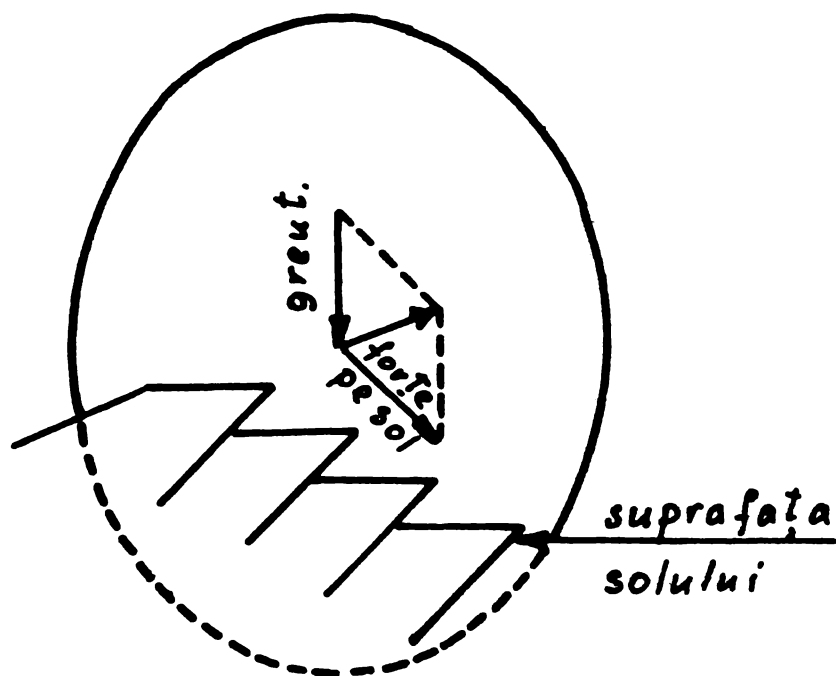


Fig. 5. Forțele ce acționează pe disc și planurile de forfecare

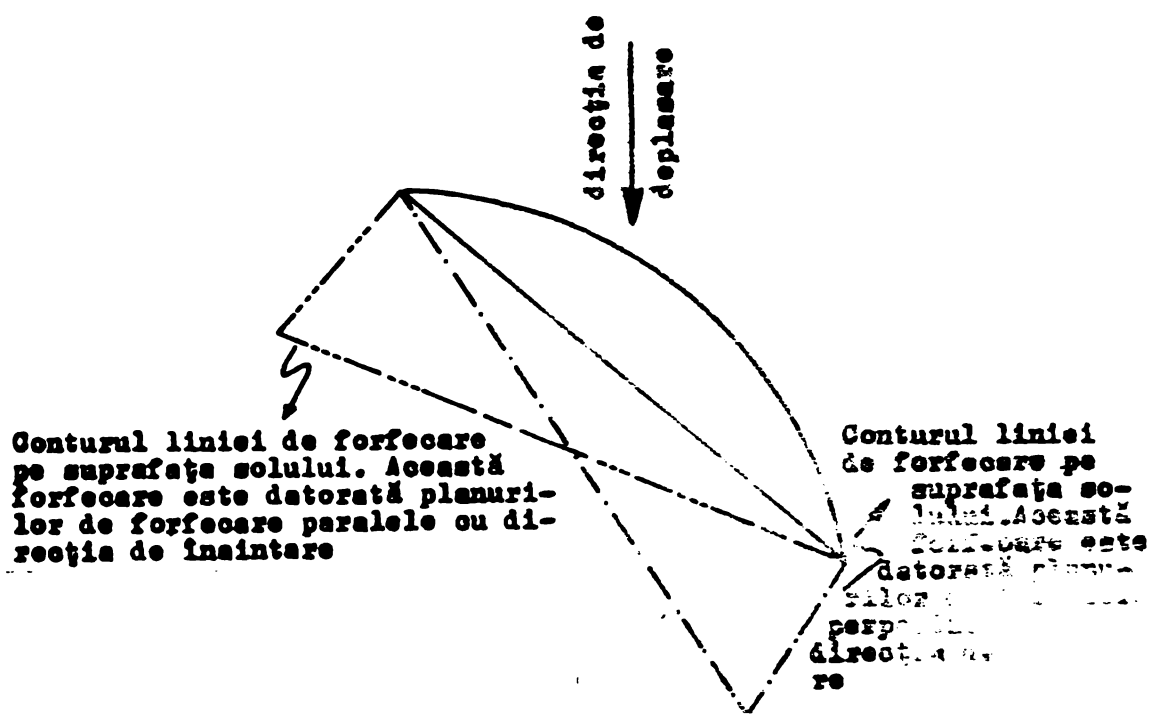


Fig. 6. Planurile de forfecare a presiunii discului asupra solului

- Planuri principale de forfecare, care sînt datorate presiunii paralele cu direcția de înaintare. Ele sînt primele planuri care apar și sînt situate la distanțe egale între ele. Mărimea acestei distanțe este condiționată de tipul și proprietățile fizice ale solului.

- Planurile secundare de forfecare, care sînt datorate forței perpendiculare pe direcția de înaintare.

Toate aspectele menționate mai sus conduc la o bună a-

mestecare a solului, dar totodată și la depunerea neregulată a brazdelor pe sol.

După diferiți autori [37, 39, 48, 51, 53, 70, 75, 76], caracterul acțiunii discului asupra solului depinde de diametrul și raza de curbură a discului, de apăsarea specifică pe disc, de unghiul de atac și cel de înclinare a discului.

Cu cât raza de curbură a discului este mai mică, cu atât procesul de mărunțire a solului și de îngropare a resturilor vegetale se desfășoară mai intens. Majorarea apăsării specifice pe disc determină o pătrundere mai adâncă a discului în sol, ceea ce are drept rezultat creșterea adâncimii de prelucrare a solului.

Deformarea solului sub acțiunea discului, care conduce la mărunțirea și amestecarea lui, este condiționată și de unghiul de atac α [39]. Mișcarea discului sferic în procesul de lucru este rezultatul unei mișcări de rostogolire a discului pe sol și al unei mișcări de translație (fig. 7).

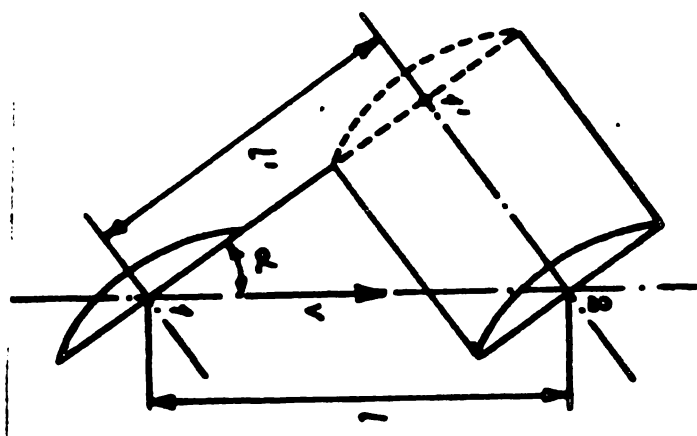


Fig. 7. Mișcarea discului sferic în procesul de lucru.

În cazul mișcării de rostogolire și considerându-se că nu apare fenomenul de frecare, solul nu se deformează sub acțiunea discului. În cea de-a doua fază însă, prin translația discului, acesta acționează asupra solului și-l deformează la fel ca o pană tetraedrică, caracterizată prin unghiul de ridicare γ (fig. 8).

Deformarea solului sub acțiunea penei tetraedrice va fi cu atât mai accentuată, cu cât unghiul de ridicare (unghiul anterior de tăiere ξ) este mai mare. Observând însă că unghiul crește odată cu majorarea unghiului de atac α (fig. 8), rezultă că prin înclinarea discurilor față de direcția de înaintare, se acționează în sensul accentuării fenomenului de deformare a solului sub acțiunea discului.

Prin creșterea unghiului de atac, se micșorează alunecarea particulelor de sol pe suprafața de lucru a discului, fapt ce conduce la acumularea solului în fața discului și la o supra-

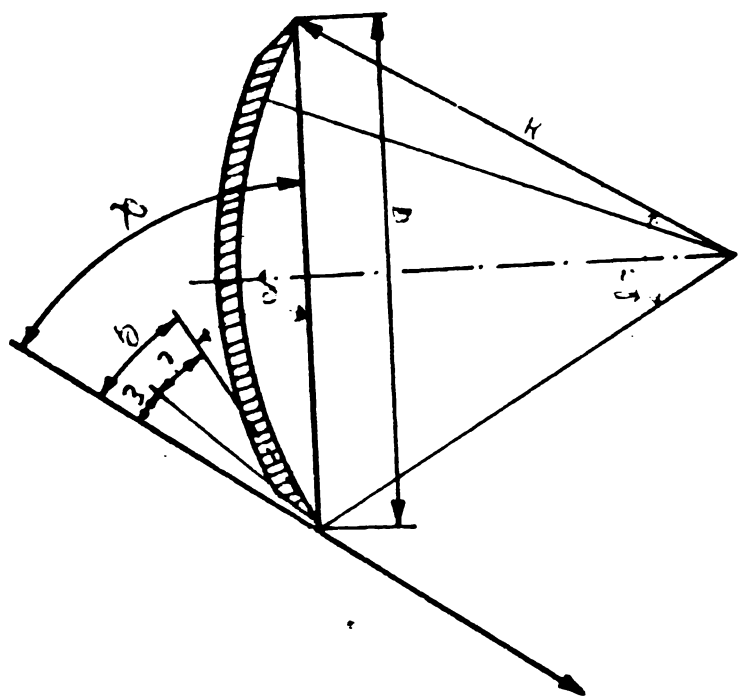


Fig. 8. Secțiunea centrală a discului sferic.

tă și alunecarea particulelor de sol pe suprafața activă a discului, ceea ce conduce la acumularea solului în fața discului și la o supraaccentuare a fenomenului de deformare.

În ceea ce privește așezarea discurilor în baterie, pentru plugul cu discuri verticale este specifică dispunerea discurilor pe un ax de rotație comun. Acest mod de dispunere și forma sferică a organului activ, conduc la obținerea unui fund de brazdă denivelat, neuniform (fig. 9). Din figură se observă că:

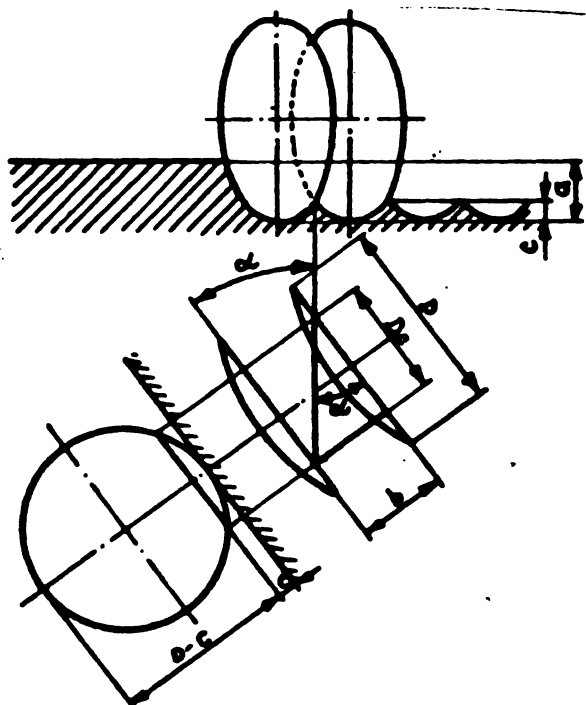


Fig. 9. Profilul fundului brazdei la plugurile cu discuri verticale.

accentuare a fenomenului de deformare.

Pe de altă parte [69], se constată că unghiul ϵ descrește odată cu majorarea unghiului de înclinație. De aici rezultă că prin micșorarea înclinării discului față de verticală, se acționează în sensul accentuării deformării solului sub acțiunea discului.

Prin descreșterea unghiului de înclinație se micșorează totoda-

$$b \cos \alpha = D_c \sin \alpha \quad (3)$$

unde: b este distanța dintre discuri;

D_c este lungimea coardei corespunzătoare tăișului discului aflat în sol la adâncimea c .

Lungimea coardei D_c la adâncimea c se obține cu ajutorul teoremei lui Euclid:

$$D_c = 2 \sqrt{c(D - c)} \quad (4)$$

Inlocuind relația (3) în relația (4) și explicitând în funcție de b , se obține:

$$b = 2 \sqrt{c(D - c)} \operatorname{tg} \alpha \quad (5)$$

Impunând o anumită valoare pentru înălțimea creștelor fundului de brazdă, se constată că distanța dintre discuri pe baterie este direct proporțională atât cu diametrul discului D , cât și cu unghiul de atac α . O distanță prea mică ar cauza înfundarea organelor de lucru [33]. De aceea, în practică, la nici un utilaj nu apare o distanță mai mică de $b_{\min} = 1,5 a$.

Înălțimea creștelor c (la anumite dimensiuni D și b date și un anumit unghi α), se obține prin rezolvarea ecuațiilor de mai sus după c :

$$c = \frac{D \pm \sqrt{D^2 - 4 \left[\frac{b}{2 \operatorname{tg} \alpha} \right]^2}}{2} \quad (6)$$

Valoarea reală a înălțimii creștelor se obține pentru semnul negativ:

$$c = \frac{D}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{D^2 - b^2 \operatorname{ctg}^2 \alpha} \quad (7)$$

Presupunând că, înălțimea creștelor fundului de brazdă este proporțională cu diametrul discului ($c = K_c D$, unde K_c reprezintă un coeficient de proporționalitate), relația (4) ia după logaritmare forma:

$$\log D_c = \log D + 0,5 \log [4 K_c (1 - K_c)] \quad (8)$$

Logaritmand și expresia (3) explicitată în funcție de D_c , se obține:

$$\log D_c = \log b + \log (\operatorname{ctg} \alpha) \quad (9)$$

Relațiile (8) și (9) reprezintă ecuațiile unor drepte în coordonate logaritmice [75, 76]. Reprezentând grafic relațiile

(8) și (9) prin folosirea aceleiași scări logaritmice și unificând cele două grafice, se obține nomograma logaritmică prezentată în fig. 10.

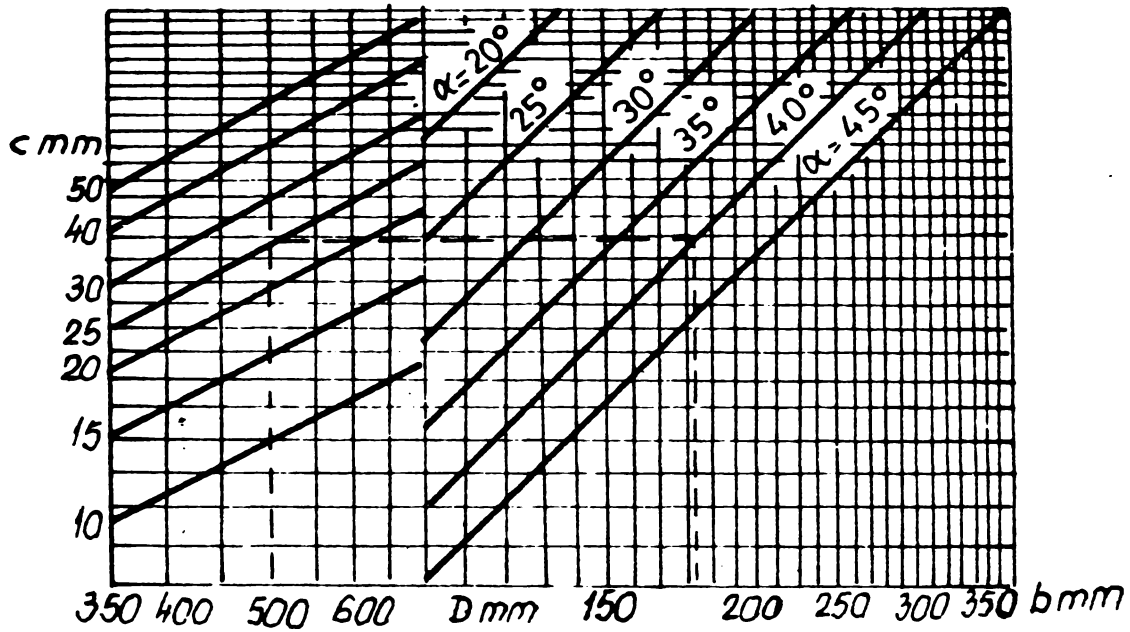


Fig. 10. Nomogramă logaritmică pentru calculul grafic al mărimilor incluse în relația $b = 2 \sqrt{c(D - c)} \operatorname{tg} \alpha$

În cazul plugurilor normale cu discuri, avînd dispunerea acestora cu axul de rotație înclinat, împreună cu forma sferică a organului activ, se obține un fund de brazdă denivelat, neuniform (fig. 11).

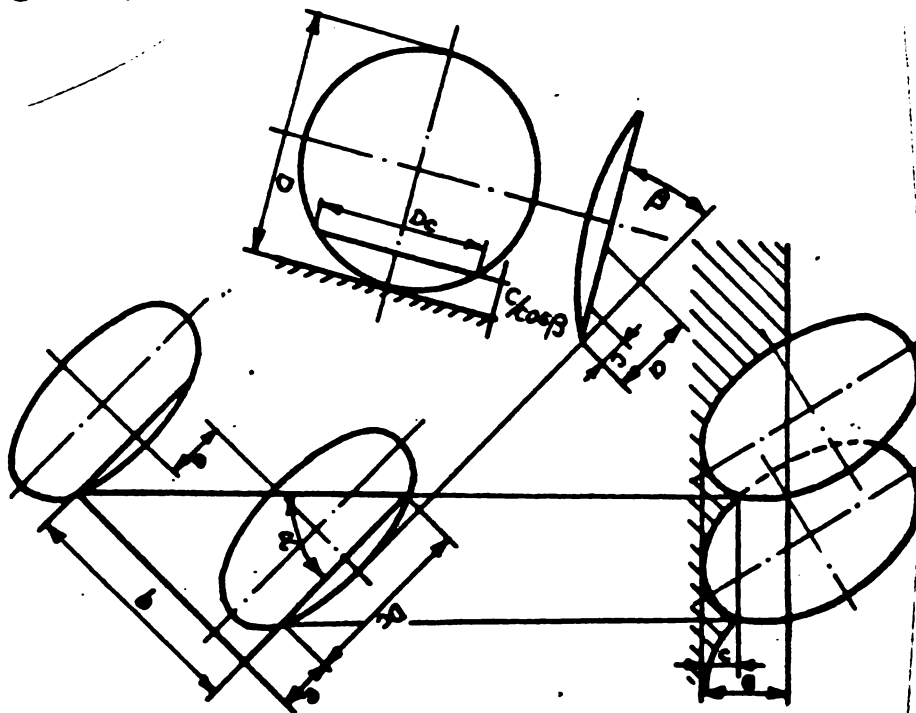


Fig. 11. Profilul fundului brazdei la plugurile cu discuri.

Din figură se vede că:

$$D_c \sin \alpha = b \cos \alpha - e \sin \alpha \quad (10)$$

unde e este decalajul între axele înclinate ale discurilor.

Lungimea coardei D_c la adîncimea c se obține cu ajutorul teoremei lui Euclid și făcînd corecția lui c cu unghiul de înclinare β al discului.

$$D_c = 2 \sqrt{\frac{c}{\cos \beta} \left(D - \frac{c}{\cos \beta} \right)} \quad (11)$$

Înlocuind relația (10) în relația (11) și explicitînd după b , se obține:

$$b = \left[2 \sqrt{\frac{c}{\cos \beta} \left(D - \frac{c}{\cos \beta} \right)} + e \right] \operatorname{tg} \alpha \quad (12)$$

Impunînd o anumită valoare pentru înălțimea creștelor fundului de brazdă, se constată că distanța dintre discuri este direct proporțională cu diametrul discului, cu unghiul de atac și cu decalajul dintre axele înclinate ale discurilor. Totodată, ea este invers proporțională cu cosinusul unghiului de înclinație.

Înălțimea creștelor c , la dimensiunile date (D și b) și la anumite unghiuri α și β , se obțin prin rezolvarea ecuațiilor de mai sus după c :

$$c = \frac{\frac{D}{\cos \beta} \pm \frac{1}{\cos \beta} \sqrt{D^2 - (b \operatorname{ctg} \alpha - e)^2}}{\frac{2}{\cos^2 \beta}} \quad (13)$$

Se ia în considerare numai semnul negativ:

$$c = \left[\frac{D}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{D^2 - (b \operatorname{ctg} \alpha - e)^2} \right] \cos \beta \quad (14)$$

De aici se constată că mărimea creștelor este invers proporțională cu mărimea unghiului de înclinație.

Thompson și Kemp [37] au dezvoltat o metodă grafică rapidă și precisă pentru determinarea distanței dintre discuri și

a adâncimii de lucru, în ideea unei bune utilizări a discului (fig. 12).

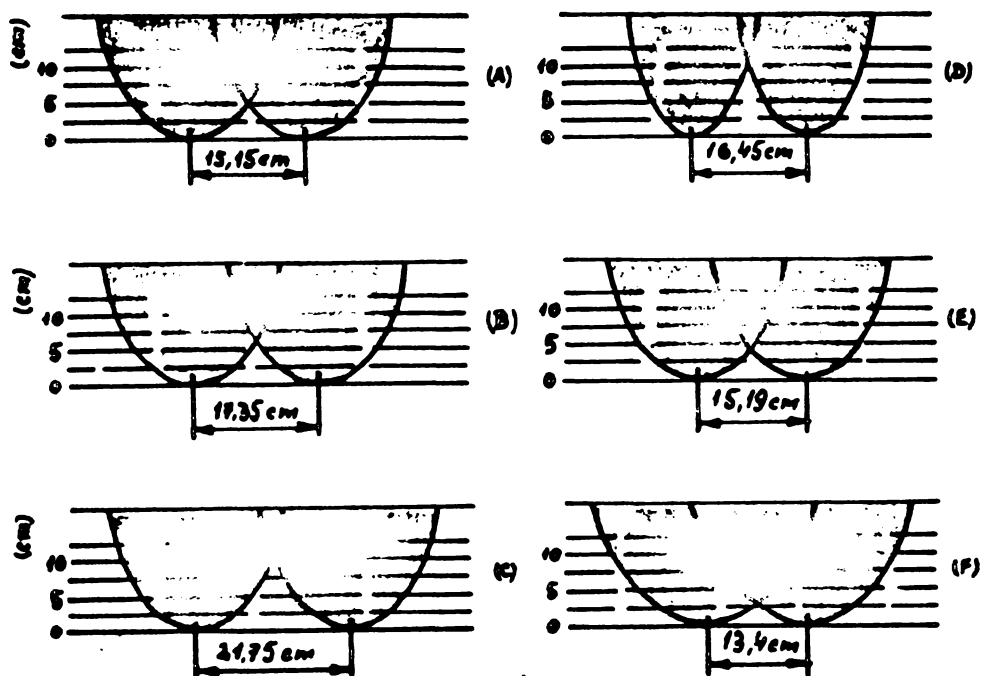


Fig. 12. Analiza grafică a secțiunii transversale a solului decupat de disc.

În figurile A, B și C este arătată variația secțiunii transversale a solului decupat de disc, funcție de distanța dintre discuri ($\alpha = 45^\circ$).

Figurile D, E și F prezintă variația secțiunii transversale în funcție de unghiul α (care ia valori între $30-60^\circ$).

§4. Construcțiile actuale ale mașinilor de lucrat solul cu discuri sferice concave și conice.

4.1. Caracterizarea și stadiul de dezvoltare a organelor de lucru de la mașinile de lucrat solul, prevăzute cu discuri sferice concave și conice

Mașinile și uneltele cu discuri destinate cultivării solului se deosebesc de cele cu trupite prin faptul că organele lor de lucru, în formă de discuri sferice, se rotesc liber în jurul axului lor orizontal sau înclinat, sub acțiunea rezistențelor solului, la mișcarea de înaintare a mașinii.

Folosirea mașinilor și uneltelor cu organe de lucru în formă de disc, se recomandă în următoarele condiții:

- în solurile tari și uscate, în care mașinile cu organe

de lucru în formă de trupițe nu pot pătrunde; cele cu discuri și lestage corespunzătoare pot executa o lucrare satisfăcătoare;

- în solurile umede și lipicioase, unde cele cu trupițe nu pot lucra, din cauză că se încarcă cu sol;

- în solurile pe care s-au făcut defrișări și în care se mai găsesc buturugi, rădăcini puternice, etc., care pot duce la deteriorarea mașinilor cu trupițe; cele cu organe de lucru în formă de disc pot depăși aceste obstacole prin rulare, fără a se produce suprasolicitări ale uneltei;

- în solurile abrazive organele active în formă de disc dau rezultate bune, deoarece datorită poziției înclinate a discurilor în lucru și a faptului că rulează, tăișul discurilor se autoascute, prelungindu-se durata de funcționare;

- în solurile acoperite cu cantități mari de resturi vegetale și solurile înțelenite, unde organele în formă de trupițe se infundă; se folosesc în special când sub brazdă trebuie îngropată o vegetație bogată.

Mașinile și uneltele cu organe de lucru de tip disc [51, 69, 80] au apărut în producție în anul 1867; în S.U.A. organele de lucru de tip disc produse până în 1866 au avut tăișul continuu (fig. 13). În anul 1900, folosirea acestora a devenit din ce în ce mai răspândită, fiind mașinile și uneltele cele mai potrivite pentru prelucrări la o gamă variată de soluri.

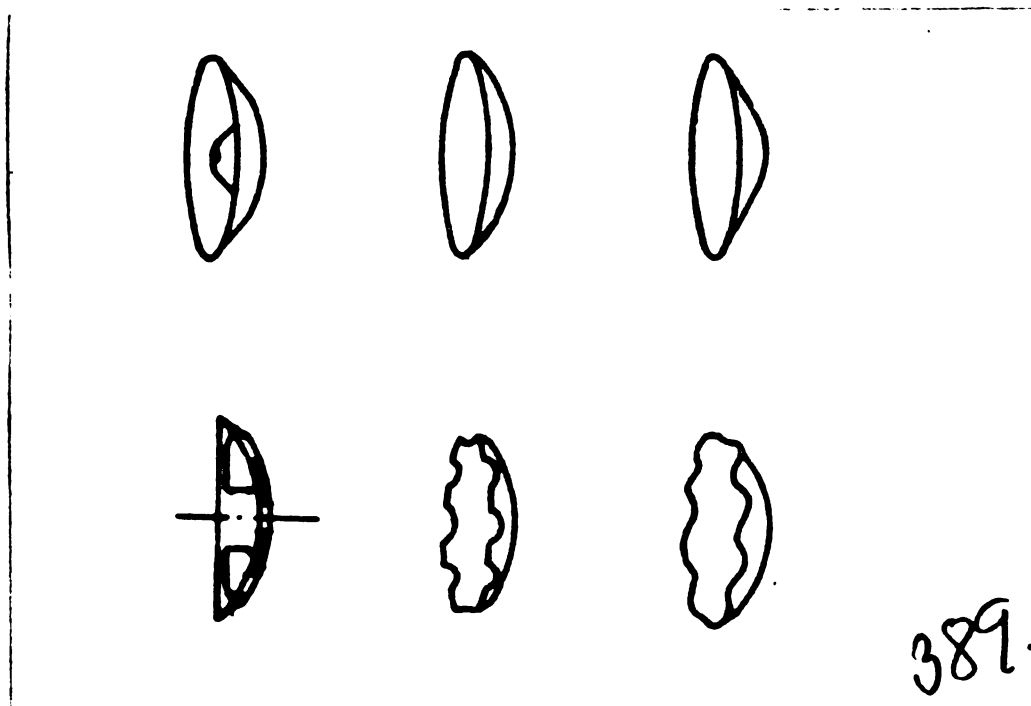


Fig. 13. Organe active de lucru de tip disc.

389.434
303 F

Organele de lucru în formă de disc sînt de mai multe tipuri:

- disc sferic și concav;
- disc conic;
- disc cu curbura reversă;
- disc sferic concav cu decuțări.

Tăișul discului [37, 72] este ascuțit (fig. 14), putînd fi continuu sau discontinuu (fig. 15). Discurile cu tăiș discontinuu au o acțiune mai energică asupra solului.

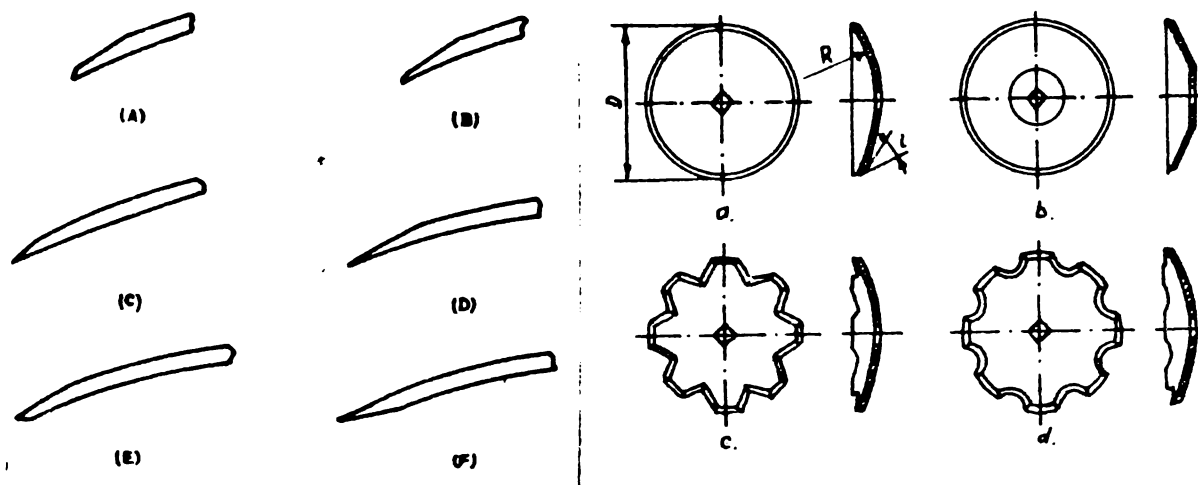


Fig. 14. Ascuțitul discului. Fig. 15. Organele de lucru.

4.2. Construcția mașinilor cu discuri sferice concave și conice. Tipuri constructive

Ca urmare a sarcinilor diferite, pentru lucrarea de mărunțire a solului în vederea pregătirii patului germinativ al semințelor, discurile se dispun în grupuri:

- Plugurile normale cu discuri.

Discurile sînt fixate pe flanșe cu ajutorul șuruburilor cu cap înecat și se rotesc pe axe scurte, așezate în lagăre conice sau de tip "roller", care preiau apăsările axiale și radiale, fig. 16. De obicei se dispun în grupe de 2-7 discuri, cele din spate fiind demontabile. În plus, discurile sînt deplasate lateral cu o anumită distanță, anume cu lățimea de lucru a unui disc.

Discul este plasat sub unghiul de atac (α) față de direcția de înaintare, iar planul tăișului acestuia formează cu verticala un unghi β , unghiul de înclinație. Discul se echipează frecvent cu un dispozitiv de răzuire, care are rolul de răzuitor și organ suplimentar de răsturnare a brazdei.

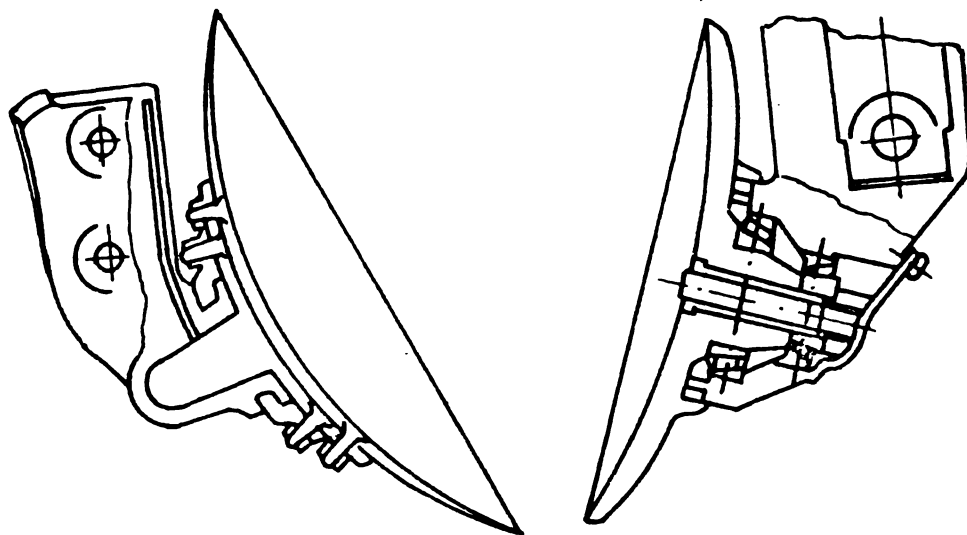


Fig. 16. Legăturile la plugul cu discuri

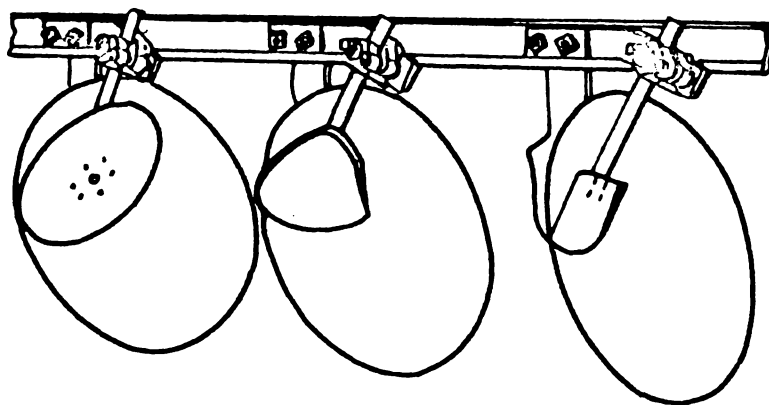


Fig. 17. Tipuri de răzuitor

Piesa de bază a cadrului plugului este un lonjeron de oțel, cu secțiune pătrată, de care se fixează suportii bîrselor discurilor, triunghiul de tracțiune și turnanții roților.

Plugurile normale cu discuri sînt de trei tipuri, fig. 18:

- plugul tractat cu discuri;
- plugul semipurtat cu discuri;
- plugul purtat cu discuri;
- plugul vertical cu discuri.

Discurile sînt amplasate perpendicular pe suprafața solului. Se combină 3-24 discuri pe un arbore (fig. 19). La mai mult de 8 discuri, se procedează la gruparea acestora. La plugurile verticale cu discuri, din cauza fixării unor scule auxiliare, se alege o construcție cu zăbrele. Deci, cadrul poate fi sub formă de grindă centrală.

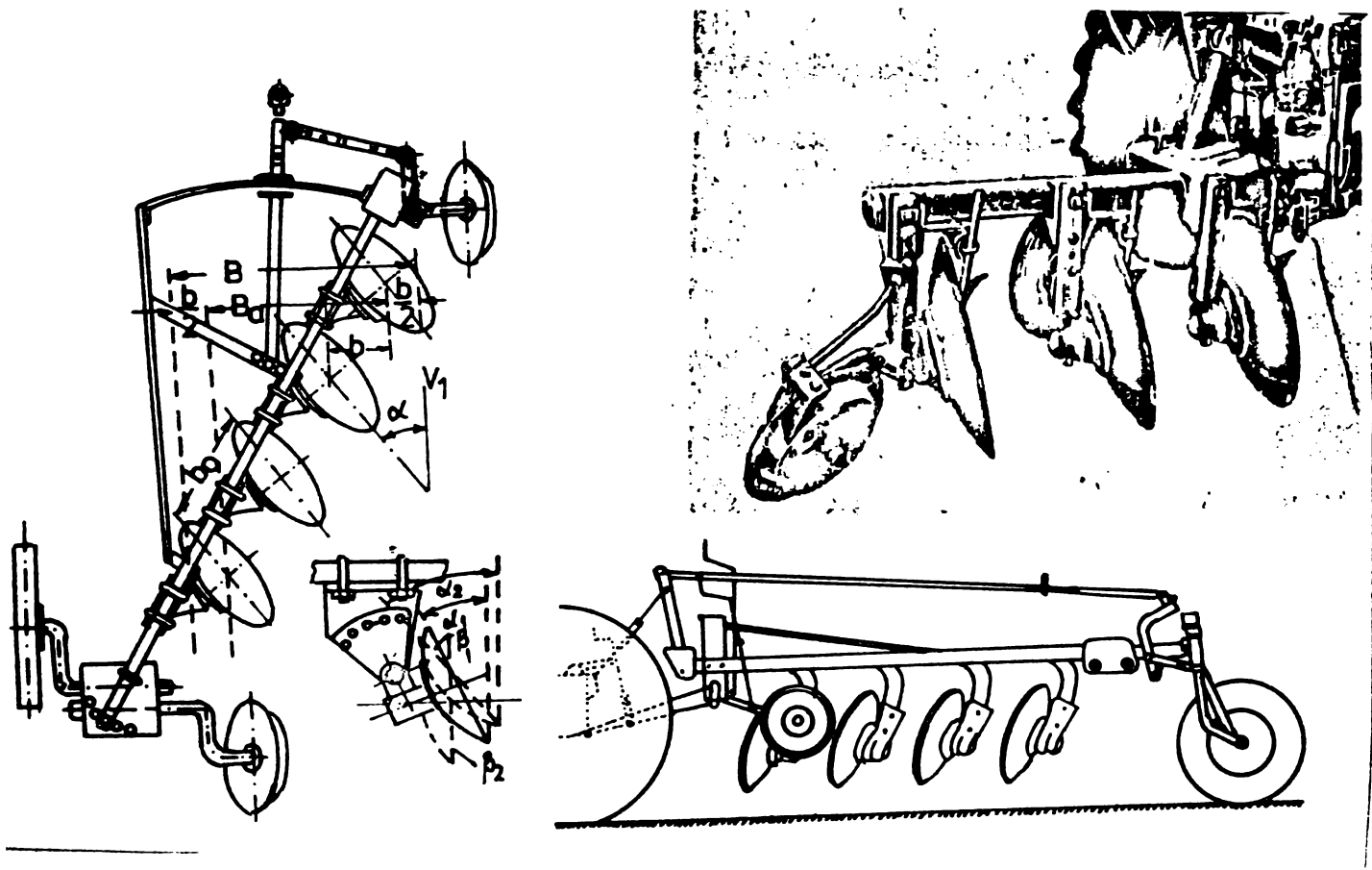


Fig. 18. Plugurile cu discuri

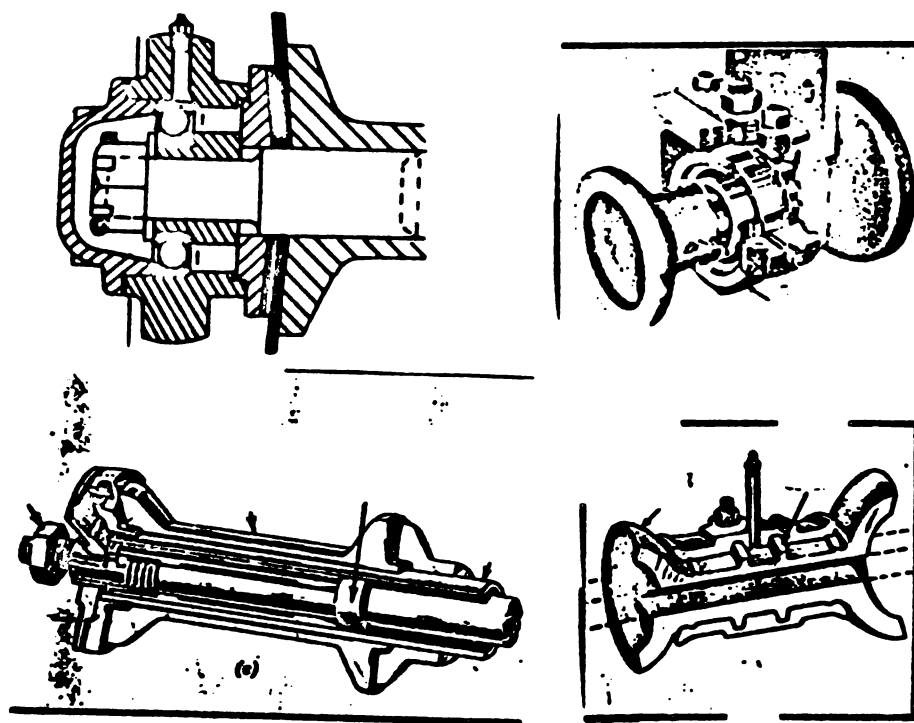


Fig. 19. Lagărele la plugul cu discuri verticale și grapa cu discuri.

O particularitate în așezarea discurilor constă în utilizarea lagărelor excentrice așezate între discuri centrice, so-

luție destinată evitării eroziunilor cauzate de apă și vânt, prin formarea unei tălpi neregulate a brazdei.

Plugurile cu discuri verticale sînt de trei tipuri, fig. 20:

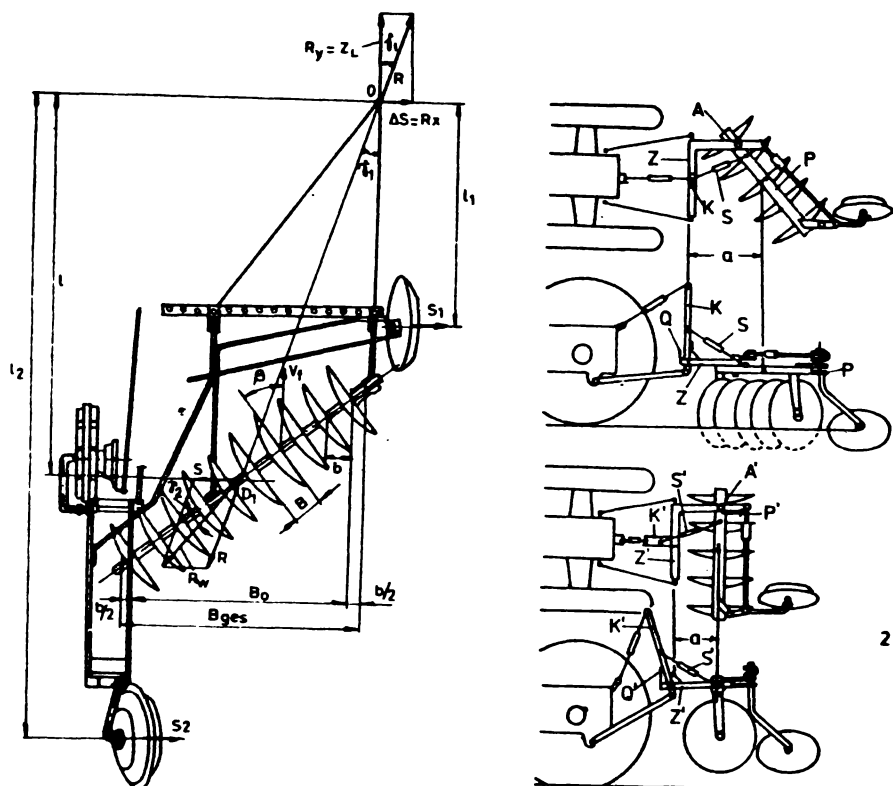


Fig. 20. Plugurile cu discuri verticale

- plugul tractat cu discuri verticale;
- plugul semipurtat cu discuri verticale;
- plugul purtat cu discuri verticale.

Discurile grapelor se dispun grupat [7°], cîte 5-15 discuri, montate pe un ax comun, cu secțiune pătrată, formînd o baterie de discuri. Axul comun este susținut pe lagăre, fig. 19, montate pe cadrul bateriei.

Bateriile cu discuri sînt montate articulat sau rigid pe cadrul grapei și dispuse în formă de X sau V (fig. 21).

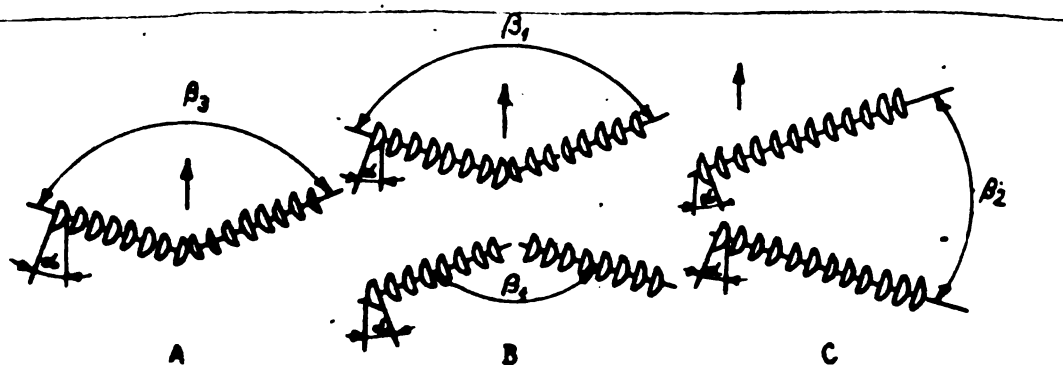


Fig. 21. Schema dispunerii bateriilor cu discuri

În cadrul montării rigide se asigură o netezire mai pronunțată a terenului, pe întreaga lățime de lucru.

Dispunerea bateriilor pe cadrul grapei se poate face simetric sau asimetric, iar dispoziția poate fi pe un rând sau pe două rânduri. În cazul dispunerii bateriilor cu discuri pe două rânduri, adică discurile bateriilor din spate se află în dreptul mijloacelor distanțelor dintre discurile bateriilor din față, se asigură o bună mărunțire, afânare și nivelare a solului.

Mecanismele grapelor cu discuri au rolul facilitării trecerii din poziția de lucru în cea de transport și invers, precum și pentru limitarea adâncimii de lucru și a reglării orizontalității cadrului (fig. 22).

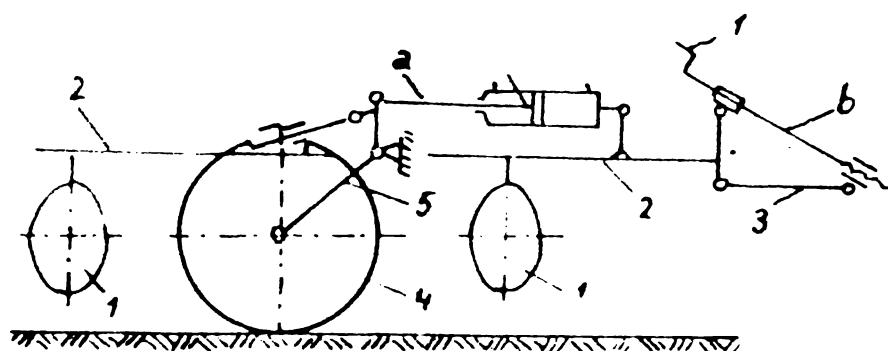


Fig. 22. Schemele mecanismelor grapelor cu discuri

La grapele cu discuri pentru livezi se folosesc și mecanisme pentru dezaxarea grapei față de tractor sau a bateriilor cu discuri între ele, pentru a se putea lucra fără dificultăți sub coroanele pomilor (fig. 23).

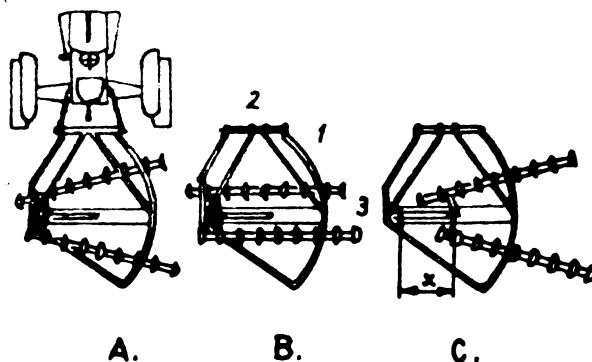


Fig. 23. Schema mecanismului de dezaxare a grapei cu discuri

§5. Cercetări privind influența parametrilor constructivi și funcționali asupra procesului de lucru

Organul de lucru al plugurilor cu discuri (fig. 8) constă dintr-un disc concav, respectiv conic, caracterizat prin următorii parametri constructivi și funcționali:

D - diametrul discului; R - raza de curbură; δ - unghiul conului (în cazul discului conic); 2γ - unghiul la vîrf al sectorului de sferă; ϵ - unghiul de tăiere anterior; ζ - unghiul de tăiere posterior; α - unghiul de atac; β - unghiul de înclinație; θ - unghiul de centru. i - unghiul de ascuțire.

Diametrul discului se alege în funcție de tipul și destinația tehnologică a mașinii [15, 48, 73] și poate fi calculat în felul următor:

$$D = k a_{\max} \quad (15)$$

unde a_{\max} este adîncimea maximă de lucru; k este un coeficient de proporționalitate (funcție de destinația mașinii, $k = 4,0-2,5$).

Diametrul discului, raza de curbură și unghiul de vîrf al sectorului de sferă, sînt reprezentate analitic prin relația:

$$D = 2 R \sin \delta \quad (16)$$

La discurile mari, greutatea specifică pe disc este majorată, din cauza secțiunii mai mari a brazdei. Odată cu diametrul poate să crească și lățimea de lucru a discului, ca urmare se va mări și distanța între discuri.

Raza de curbură influențează atît asupra gradului de mărunțire și răsturnare a stratului de sol decupat, cît și asupra tendinței de pătrundere a discului în sol. O rază de curbură mare duce la scăderea capacității de mărunțire a solului și de îngropare a resturilor vegetale, iar o rază de curbură mică reduce simțitor tendința de pătrundere a discului în sol.

În prezent, pentru plugurile cu discuri se folosesc următoarele valori pentru principalii parametri constructivi:
 $D = 610-810 \text{ mm}$; $R = 457-635 \text{ mm}$; $\gamma = 0,5235-0,7850 \text{ rad}$ ($30-45^\circ$).

Adîncimea de lucru, lățimea, mărunțirea și răsturnarea

brazdei depind de unghiul de atac α , a cărui valoare se alege în funcție de destinația și tipul mașinii. Pentru plugurile actuale cu discuri, $\alpha = 0,602-0,946$ rad ($35-55^\circ$).

După [2], la $\alpha = 45^\circ$, rezistența la tracțiune crește deoarece secțiunea brazdei tăiate este mai mare, la fel și deplasarea laterală a solului. Pentru $\alpha < 45^\circ$, rezistența la tracțiune se măjorează din cauza mării suprafeței de contact între sol și suprafața posterioară a discului.

Inclinația discului față de verticală asigură reducerea componentei verticale a reacțiunii solului, care tinde să scoată discul din sol, ușurează ridicarea brazdei și deplasarea ei pe suprafața concavă a discului, dar influențează defavorabil asupra capacității de răsturnare a brazdei.

Unghiul de ascuțire i asigură pătrunderea ușoară a discului în sol și o tăiere corespunzătoare a resturilor vegetale; valoarea acestui unghi este cuprinsă între limitele $0,17-0,21 \leq i \leq 0,44$ rad ($10-12^\circ \leq i \leq 25^\circ$).

Unghiul de tăiere posterior caracterizează existența sau absența fenomenului de interacțiune dintre sol și suprafața posterioară a discului. Funcționarea corespunzătoare a discului este asigurată atunci când unghiul de tăiere posterior are o valoare pozitivă corespunzătoare, deoarece la valori micșorate sau negative se micșorează tendința de pătrundere a discului în sol, se înrăutățește stabilitatea plugului în plan transversal, deoarece crește forța de rezistență și uneori duce la distrugerea structurii solului. Pentru plugul cu discuri, după [5] valoarea acestui unghi este întotdeauna pozitivă și cuprinsă între valorile $0,08725-0,17450$ rad ($5-10^\circ$).

Unul din parametri ce condiționează funcționarea corespunzătoare a plugului în ce privește pătrunderea discului în sol și stabilitatea plugului în plan transversal, este cota parte din greutatea plugului ce revine pe un organ activ.

§6. Modificarea geometriei discului

Se cunosc următoarele modificări ale geometriei discului:

- Discuri sferice cu decupări (fig. 24).

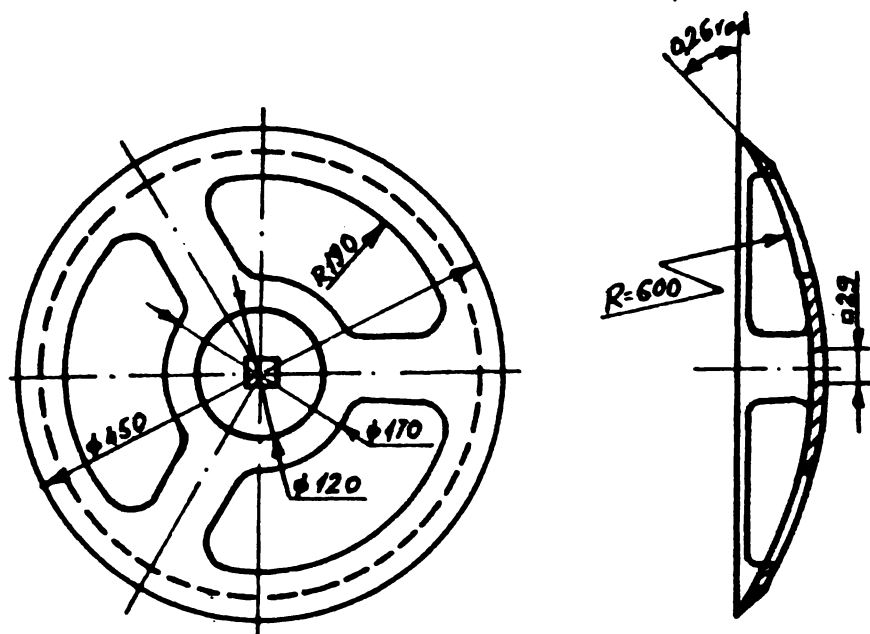


Fig. 24. Discuri sferice cu decupări

La realizarea lor s-a contat pe faptul [49] că, existind decupările, componenta orizontală transversală a forțelor de rezistență ale solului la deplasarea discului va fi mai mică, fapt cu influență favorabilă asupra deplasării laterale a solului și a forței de rezistență la tracțiune.

- Discuri conice (fig. 25).

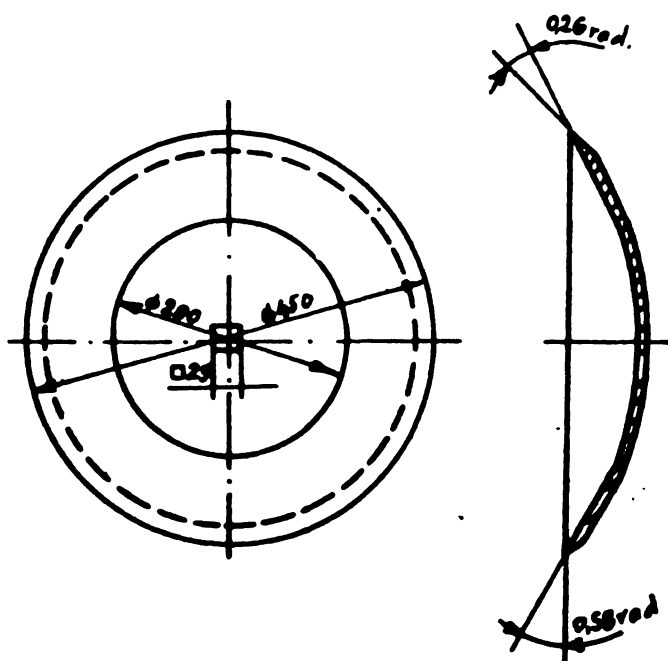


Fig. 25. Discuri conice

La proiectarea discurilor conice s-a presupus că acestea vor realiza o adâncime de lucru mai mare și mai uniformă în comparație cu cele sferice și o mai bună mărunțire a solului [49].

- Discuri cu concavitata dublă (fig. 26).

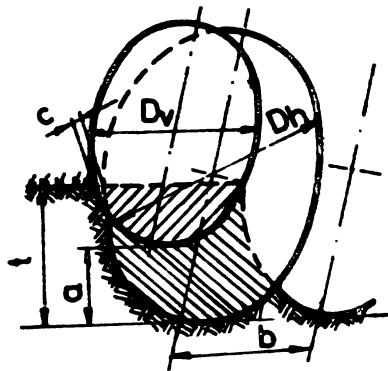


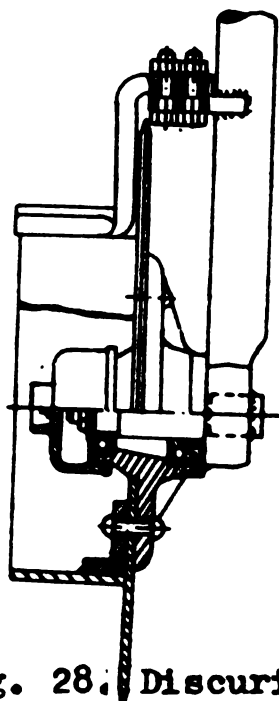
Fig. 26. Discuri cu concavitata dublă. Fig. 27. Discuri frontale

După [40], discurile cu concavitata dublă s-au realizat în urma unor construcții greșite ale discurilor sferice normale.

- Discurile frontale (fig. 27).

Discul frontal [74] trebuie să îmbunătățească încorporarea în sol a substanțelor organice și să reducă necesarul de forță de tracțiune. Așezarea lor succesivă pe axul comun cere distanțe mult mai mari între discuri, ajungându-se la construcții mult prea lungi, în special în cazul plugurilor cu discuri purtate.

- Discurile de ghidare (fig. 28).



Din cauza forțelor laterale considerabile ce apar, se aplică discuri de ghidare care merg pe solul nearat, care preiau o parte din aceste forțe. Deoarece ele sînt cuțite disc cu un diametru de 400-500 mm, călite și ascuțite, ele se întrebuintează mai ales la plugurile purtate, în locul roților lipsă. Dacă discurile de ghidare sînt prevăzute și cu un cerc, ele pot fi folosite pentru menținerea adîncimii.

Fig. 28. Discuri de ghidare.

§7. Antrenarea discului

La punctul de contact dintre roțile tractorului și sol se produce transformarea forței de antrenare, cu un randament de transmitere [73]:

$$\eta_T = T (1 - \sigma) / U \quad (17)$$

unde T este forța de antrenare; σ este alunecarea; U este forța periferică pe roată.

Acest randament nu este favorabil la forțele de tracțiune mari, necesare la arat. La aceasta se adaugă faptul că, pierderea de energie la plugul cu trupiță este mare, datorită frecării dintre sol și suprafața activă a trupiței.

De aceea, sînt în curs încercări în vederea reducerii frecării, cu ajutorul unui disc antrenat. S-au efectuat încercări și în legătură cu problema dacă necesarul relativ mare al sarcinii la cîrlig, la plugul cu discuri, poate fi redus prin antrenarea discului de la priza de putere sau altă sursă de energie (fig. 29).

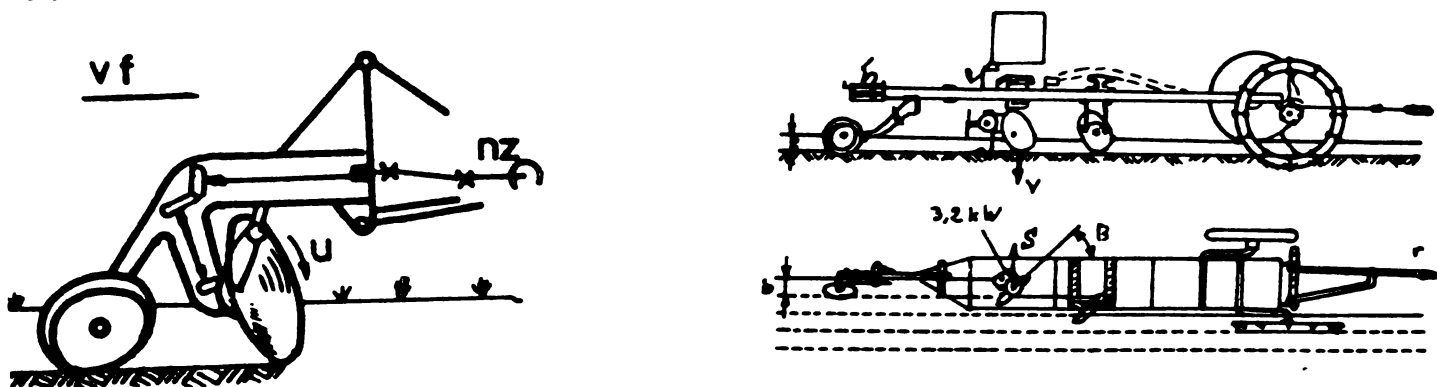


Fig. 29. Antrenarea discului: a - de la priza de putere; b - de la un generator de curent continuu

Cercetările efectuate asupra plugului cu discuri antrenate mecanic, comparativ cu cele antrenate de sol, arată următoarele:

- forța longitudinală descrește odată cu creșterea vitezei periferice;
- odată cu creșterea vitezei periferice, forța laterală crește pronunțat către peretele brazdei, iar forța verticală crește pronunțat de jos în sus;

- necesarul de putere crește simțitor la majorarea vitezei periferice;

- puterea totală utilizată crește odată cu creșterea vitezei periferice, iar în cazul discului antrenat mecanic, ea este mai mare decât în cazul discului cu rotație liberă.

Avându-se în vedere necesarul mare de energie, câștigul relativ scăzut la tracțiune, complicațiile proiectului și costul mare pentru antrenarea fiecărui disc, s-a ajuns la concluzia că, [35] antrenarea discurilor la plugul normal nu este recomandabilă și s-a propus introducerea ei la plugul cu discuri verticale, la care discurile sînt amplasate pe un arbore unic, care poate fi antrenat fără complicații constructive [62, 98].

§8. Rezistența la tracțiune

Rezistența la tracțiune a plugurilor cu discuri [14], opusă în procesul de lucru, depinde de mai mulți factori: Proprietățile fizico-mecanice ale solului; dimensiunile brazdelor; viteza de deplasare a plugului și masa acestuia; montarea discului pe bîrsă; tipul lagărelor; forma și gradul de șlefuire al suprafețelor discurilor; rezistența la rostogolire a roților; frecarea plazului rotativ pe peretele brazdei.

După [15, 48, 72, 91], rezistența la tracțiune a plugurilor cu discuri este egală cu cea a plugurilor cu cormane, în condiții egale de lucru. De aceea, rezistența acestora se poate stabili cu precizie acceptabilă prin intermediul formulei raționale a lui V.P. Goriacikin

După [97], pentru calculul rezistenței la tracțiune în plan vertical și a rezistenței la tracțiune pe direcția de lucru, se pleacă de la rezistența specifică a solului la tăiere " k_s ", determinată experimental pentru diferite tipuri de soluri, raportată la lungimea muchiei tăietoare a discului. Rezistența specifică k_s are valorile:

- pentru soluri cu coeziune mică, $k_s = 0,15-0,35$ [daN/cm²]
 - pentru soluri cu coeziune mijlocie, $k_s = 0,35-0,70$ [daN/cm²]
 - pentru soluri cu coeziune mare, $k_s = 0,7-1,7$ [daN/cm²].
- După [2], efectul tuturor rezistențelor solului care

acționează pe lama unui disc, poate fi exprimat pentru simplificarea așa cum se arată în fig. 30.

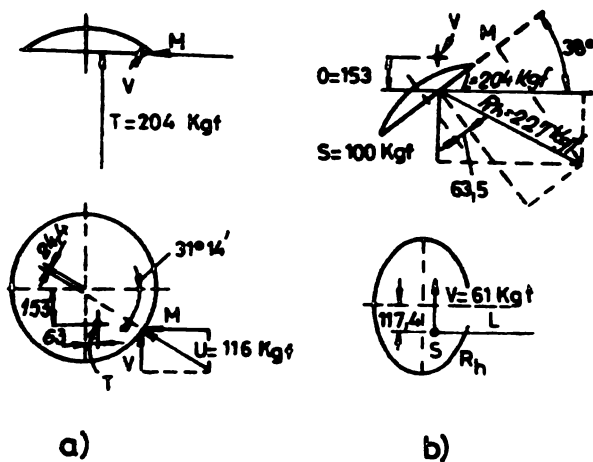


Fig. 30. Reprezentarea simplificată a forțelor ce acționează asupra unui disc.

și aproape de linia centrului, pentru a da momentul de torsiune necesar învingerii frecării din lagăre și pentru a produce rotația discului. Forța radială include și forța verticală V , care tinde să scoată discul din sol.

În fig. 30.b., reacția solului asupra discului se reduce la cele două forțe V și R_h , care nu se intersectează. Sub acțiunea lui V apare un cuplu V_a , care tinde să rotească discul în jurul unei axe paralele cu direcția de înaintare. Cuplul este totdeauna orientat în sensul acelor ceasornicului, plugul fiind privit din față. R_h este rezultanta forțelor componente S și L sau T și M .

După [73], apariția forțelor la disc se explică prin rezistența discului la periferie, prin forțele de ridicare datorate antrenării particulelor de sol, prin forțele de accelerare, etc.

Forțele ce acționează asupra discului se raportează la un sistem de coordonate (fig. 31), care pornesc de la planul discului (cu coordonatele u, v, w) - sistemul de coordonate a discului. Sistemul plugului are coordonatele x, y, z , și forțele Z_L, S, V și momentele M_x, M_y și M_z .

Sistemul discului este rotit față de sistemul plugului cu unghiurile α și β .

Dacă forțele Z_L, S și V sînt determinate prin măsurare sau calcul, se trece la recalcularea lor în raport cu sistemul

În fig. 30.a., efectul rezultat este prezentat prin două forțe ce nu se intersectează: forța axială T , paralelă cu axul discului și forța radială U . Forța axială acționează sub linia centrului discului, deoarece solul acționează pe partea inferioară a feței discului. Forța radială trebuie să treacă pe dedesubtul

de axe din planul discului, în vederea determinării forțelor de sprijin.

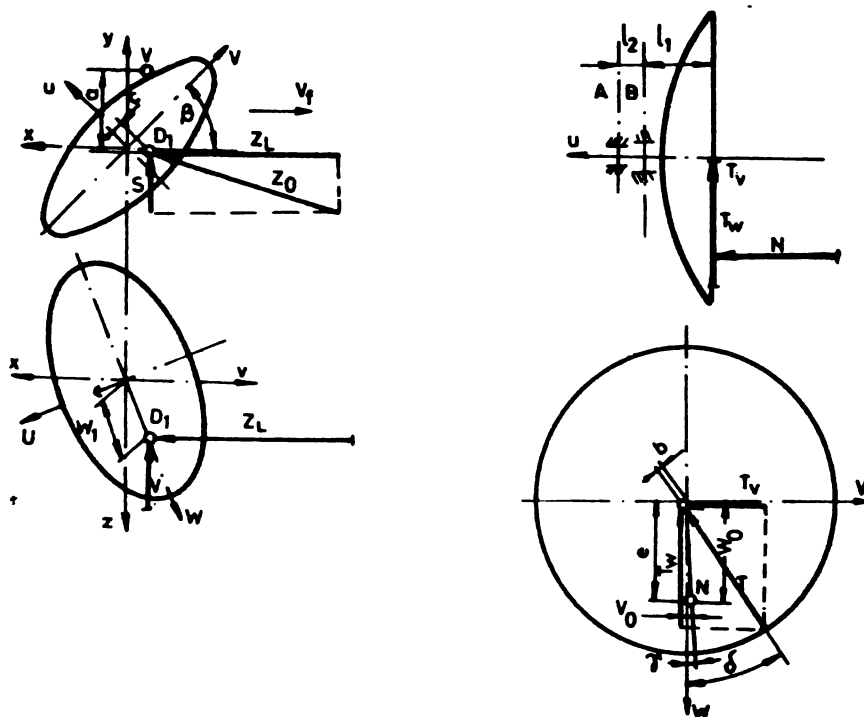


Fig. 31. Sistemele de coordonate la plugul cu discuri.

9. Influența vitezei de deplasare asupra indicilor calitativi

Diferiți cercetători consideră că, prin funcționarea mașinilor cu discuri la viteze de lucru mărite este posibilă reducerea duratei de executare a lucrării prin creșterea productivității muncii, concomitent cu îmbunătățirea calității lucrării executate.

După [56], creșterea vitezei de lucru între anumite limite (0,9-2,4 m/s) conduce la îmbunătățirea gradului de distrugere a buruienilor, a gradului de mărunțire a solului și a repartiției solului pe fundul brazdei.

În [56] se ajunge la concluzia că, odată cu creșterea vitezei de lucru trebuie redus în mod corespunzător și unghiul de atac α , în caz contrar se majorează substanțial deplasarea laterală a solului și forța de rezistență la tracțiune și se reduce gradul de distrugere a buruienilor.

În ce privește dependența dintre adâncimea de prelucrare a solului și viteza de lucru, în lucrările [10, 11] se ajunge la concluzia că, adâncimea de lucru scade odată cu majora-

rea vitezei, în timp ce calitatea concretizată prin distrugerea buruienilor, se îmbunătățește.

Spre deosebire de aceasta, [71] consideră că odată cu mărirea vitezei de lucru, adâncimea crește, fapt explicat prin aceea că, în acest caz, se imprimă solului tăiat și ridicat pe disc o viteză mare de deplasare laterală; ca urmare va crește componenta verticală a forței de rezistență a solului la deformare sub acțiunea suprafeței anterioare a discului, care fiind orientată de sus în jos, conduce la imprimarea discului în sol.

CAPITOLUL II

OPORTUNITATEA ABORDARII CERCETARILOR PRIVIND PERFECTIONAREA PROCESULUI TEHNOLOGIC DE LUCRU AL PLUGURILOR CU DISCURI SFERICE CONCAVE SI CONICE

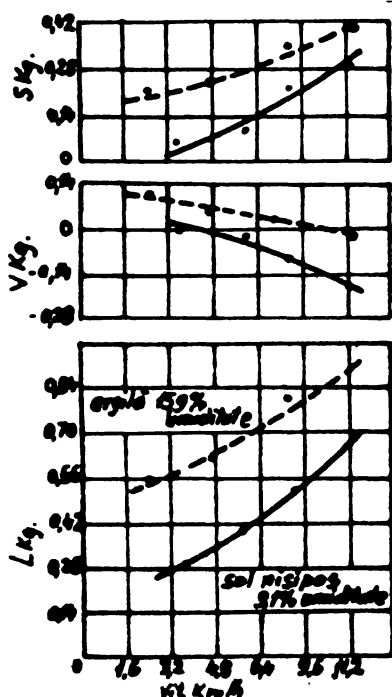
§1. Rezistența opusă în procesul de lucru al plugurilor cu discuri sferice concave și conice

1.1. Variația rezistenței în lucru a plugurilor cu discuri sferice concave și conice în funcție de sol, viteză, forma constructivă a organelor de lucru.

Influența solului: Rezistența solului pe direcția de înaintare, rezistența laterală și cea verticală au o creștere pronunțată în cazul solului argilos, comparativ cu cel nisipos. După [69], valoarea rezistenței după direcția de înaintare este $0,1 \text{ daN/cm}^2$ în cazul solului nisipos și $0,9 \text{ daN/cm}^2$ în cazul solului argilos.

Influența vitezei: În ce privește variația rezistenței opuse în procesul de lucru în funcție de viteză, cercetătorii au păreri împărțite.

După [2, 41, 69], forța de rezistență a solului pe direcția de înaintare și cea laterală cresc odată cu majorarea vitezei de lucru (fig. 32). Forța verticală scade în acest caz, ajungând să aibe chiar valori negative.



Rezultatele obținute de [40] nu concordă cu cele de mai sus. Reed și Keen au constatat că viteza de deplasare a plugului cu discuri are o influență mică asupra reacțiunilor solului [35]. Pe baza încercărilor făcute în câmp [41] s-a constatat că, influența vitezei este semnificativă numai în ce privește reacțiunea laterală.

Fig. 32. Efectul vitezei asupra reacțiunilor solului (disc $\phi 660$ mm; raza de curbură 599 mm; $\beta = 18-20^\circ$; $\alpha = 45^\circ$)

Pornindu-se de la aspectele prezentate, s-au întreprins cercetări pentru stabilirea tipului de organ activ, care să asigure execuția optimă a lucrărilor la viteze sporite.

Astfel, la uzina Sibselmaș (U.R.S.S.) s-au realizat două modele experimentale de discuri pentru viteze de lucru sporite: discuri sferice cu decupări (fig. 24) și discuri conice (fig. 25 și 26). În urma experimentărilor făcute, s-a constatat că:

- Discurile conice opun o rezistență mai mare la tracțiune decât cele sferice normale, iar discurile sferice cu decupări opun rezistența minimă. Consumul energetic mare la discurile conice se explică prin faptul că, ele răstoarnă mai intens și mărunțesc mai pronunțat solul decât discurile sferice normale.

- Discurile sferice normale deplasează lateral solul mai mult decât discurile sferice cu decupări și mai puțin decât cele conice. Discurile conice ating limitele admisibile ale deplasării laterale a solului la viteze de lucru de 1,1 m/s, cele sferice normale la 2,5 m/s, iar cele sferice cu decupări la 2,8 m/s.

Deplasarea laterală a solului depinde de mărimea vitezei absolute a particulelor de sol și de unghiul format de vectorul vitezei absolute cu orizontala, unghi proporțional cu unghiul δ dintre planul tangent la suprafața posterioară a discului și planul tăișului. Faptul că discurile conice au unghiul conului = 1,1 rad, față de $\delta = 0,9$ rad la discurile sferice normale și cu decupări, explică deplasarea laterală a solului mai mare în cazul discurilor conice.

La discurile sferice cu decupări, lunecarea particulelor de sol se face cu o viteză mai mică, deoarece decupările reduc evident viteza absolută de deplasare a acestora. Dezavantajul lor mare este însă tendința de înfundare cu pământ și resturi vegetale în timpul lucrului, fapt care nu a permis echiparea plugului cu acest tip de discuri.

La discurile conice, toți indicii de lucru sînt inferiori celor realizați de discurile sferice normale, cu excepția mărunțirii mai bune a solului. În plus, discurile conice au prezentat în timpul experimentărilor o tendință pronunțată de lipire a solului pe suprafața activă a discului.

În ceea ce privește variația rezistenței în lucru a plugurilor cu discuri, funcție de modul de antrenare a discului, [35] indică următoarele:

- forța longitudinală descrește cu majorarea vitezei periferice;

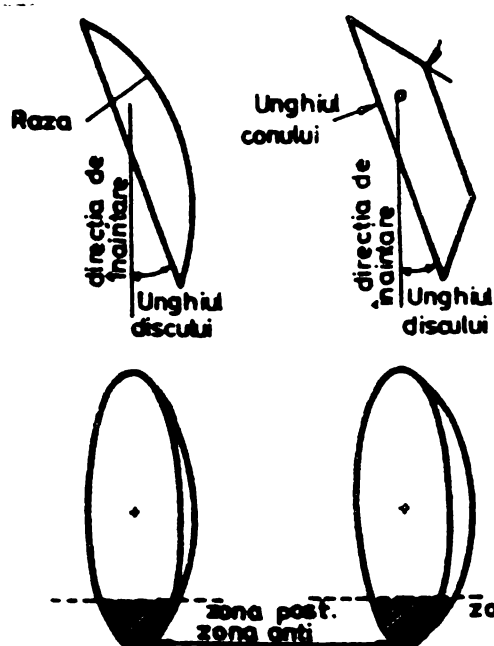
- la creșterea vitezei periferice, forța laterală se majorează pronunțat către peretele brazdei (în sens pozitiv), iar forța verticală crește pronunțat în sens negativ (de jos în sus);

- necesarul de putere crește pronunțat la majorarea vitezei periferice;

- necesarul de putere este mai mare în cazul discului antrenat mecanic, decât la cel în rotație liberă.

1.2. Rezistența în lucru a plugurilor cu discuri sferice concave și conice, în funcție de factorii tehnologici.

După [51], la unghiuri de atac mici, zona convexă posterioară a discului aflată în contact cu solul, dă naștere la o presiune care conduce la tasarea solului, iar pătrunderea discului în sol se îngreuiază. Pentru micșorarea rezistenței la tracțiune și ușurarea pătrunderii discului în sol, această zonă trebuie să fie minimă, respectiv nulă. Zona concavă anterioară a discului aflată în contact cu solul, este zona de presiune, unde are loc dislocarea și pulverizarea solului.



Zonele amintite (fig. 33)

sînt funcție de diametrul discului, adîncimea de lucru, unghiul de atac, raza de curbură (discul sferic) și unghiul conului. Zona posterioară descrește odată cu micșorarea diametrului discului, reducerea adîncimii de lucru și creșterea unghiului de atac.

În [51] s-a propus o metodă grafică pentru determinarea unghiului critic al discului (valoarea

Fig. 33. Zona posterioară și cea anterioară la discurile sferice și cele conice.

unghiului de atac pentru care zona posterioară devine nulă), dar în [40] se afirmă că metodele analitice de determinare ar fi mai convenabile.

Unghiul critic θ al discului este dat de:

$$\theta = f(D, R, d) \quad \text{disc sferic} \quad (18)$$

$$\theta = f(D, \phi, d) \quad \text{disc conic} \quad (19)$$

unde: D este diametrul discului; R este raza de curbură; ϕ este unghiul conului; d este adâncimea de lucru.

Condiția de a avea valoarea critică a unghiului de atac este îndeplinită atunci când tangenta la muchia anterioară a discului, la nivelul solului, este paralelă cu direcția de înaintare a discului, fig. 34 și 35.

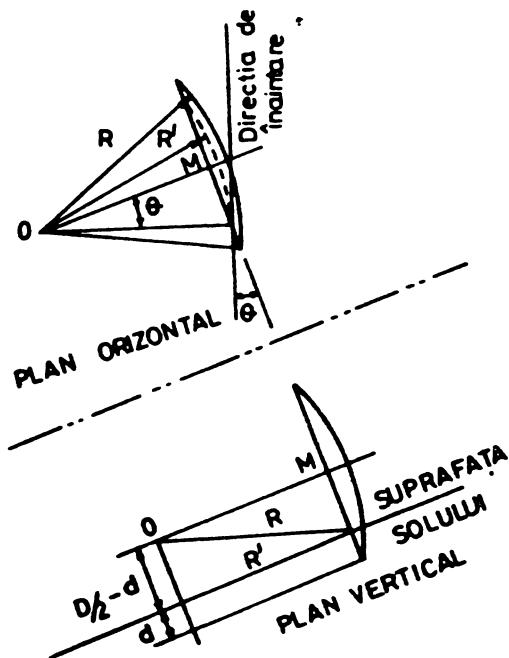


Fig. 34. Unghiul critic la discul sferic normal.

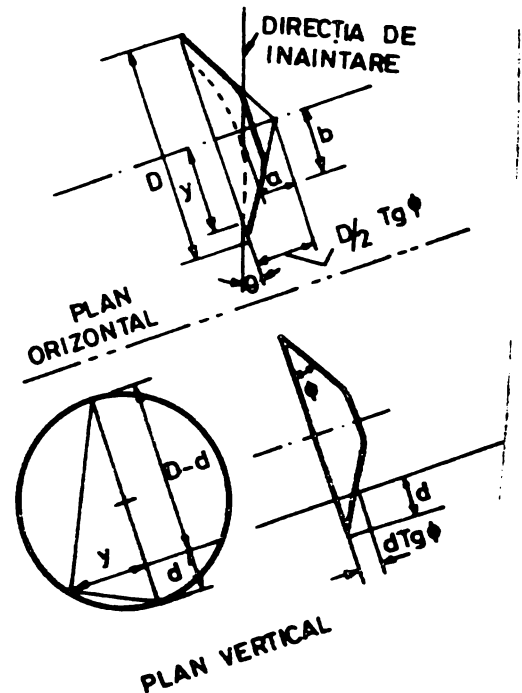


Fig. 35. Unghiul critic la discul conic.

Din fig. 34 se observă că:

$$MO = R \cos \left[\sin^{-1}(D/2R) \right] \quad (20)$$

$$R' = MO / \cos \theta \quad (21)$$

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ R \cos \left[\sin^{-1}(D/2R) \right] / R' \right\} \quad (22)$$

Din fig. 34 și folosindu-se teorema lui Pitagora, avem:

$$(R')^2 = R^2 - \left[(D/2 - d) \right]^2$$

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ R \cos \left[\sin^{-1}(D/2R) \right] / \left[R^2 - \left\{ (D/2) - d \right\}^2 \right]^{1/2} \right\} \quad (23)$$

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ (4R^2 - D^2)/4 \left(R^2 - \left\{ (D/2) - d \right\}^2 \right)^{1/2} \right\} \quad (24)$$

Din fig. 35 (disc conic) se observă:

$$a = \left[(D/2) - d \right] \operatorname{tg} \phi \quad (25)$$

$$b = (D/2) - d \quad (26)$$

Ecuația tangentei la hiperbolă într-un punct oarecare de coordonate rectangulare este dată de dy/dx .

Din fig. 35, una dintre coordonatele la muchia anterioară a discului este dată de:

$$x = (D/2) \operatorname{tg} \phi \quad (27)$$

Cealaltă coordonată poate fi derivată folosindu-se teorema lui Pitagora (fig. 21.a.), deci:

$$y = \left[d(D - d) \right]^{1/2} \quad (28)$$

Deoarece dy/dx este o pantă în raport cu axa x și $\operatorname{tg} \theta$ este o pantă în raport cu axa y , rezultă că:

$$\operatorname{tg} \theta = (a^2/b^2)(y/x) \quad (29)$$

$$\theta = \operatorname{tg}^{-1} \left[2 \operatorname{tg} \phi \left\{ d(D - d) \right\}^{1/2} / D \right] \quad (30)$$

După [40], unghiul critic al discului conic este mai mare decât cel al discului sferic. Unghiul critic al discului conic crește odată cu majorarea adâncimii de lucru.

Unghiul critic al discului sferic crește odată cu majorarea diametrului discului; el descrește cu creșterea diametrului în cazul discului conic.

§2. Consumul de energie la lucrarea solului cu plugul cu discuri sferice concave și conice. Necesitatea reducerii acestui consum

Pentru executarea arăturilor se consumă aproximativ 30-35% din energia consumată în cultivarea cîmpului [82].

Consumul specific de combustibil reprezintă raportul dintre consumul de combustibil pe schimbul de lucru și capacitatea de lucru a agregatului pe schimb:

$$\theta = \frac{C}{W_{\text{sch}}} \quad [\text{kg/ha}] \quad (31)$$

$$\text{unde: } C = G_1 T_1 + G_g T_g + G_s T_s \quad [\text{kg/sch}]$$

$$W_{sch} = 0,1 B_1 V_1 T_1 \quad [ha/sch]$$

G_1, G_g, G_s reprezintă consumurile de combustibil cînd agregatul funcționează sub sarcină, în gol, respectiv staționează $[kg/h]$.

T_1, T_g, T_s reprezintă timpul cît agregatul funcționează sub sarcină, în gol, respectiv staționează $[h/sch]$

B_1 este lățimea de lucru a plugului $[m]$

V_1 este viteza de lucru a agregatului $[km/h]$

Notăm $B_1 V_1 = 10^3 P_t/K$, unde P_t este puterea necesară antrenării plugului $[kW]$ și K este rezistența specifică în lucru a plugului $[daN/m]$.

Expresia finală a consumului specific de combustibil este:

$$\theta = 10^{-2} K \frac{G_1}{P_t} (1 + \sigma) \quad kg/ha \quad (31.b.)$$

unde

$$\sigma = \frac{G_g T_g}{G_1 T_1} + \frac{G_s T_s}{G_1 T_1}$$

Cu cît consumul de combustibil este mai mic, cu atît organizarea lucrului cu agregatul plug-tractor este mai bună. Din relația de mai sus rezultă că pentru obținerea unui consum redus de combustibil este necesar ca valoarea consumului orar de combustibil raportat la puterea de tracțiune și rezistența pe metru de lățime de lucru a plugului cu discuri să aibe valori cît mai reduse, condiții ce se obțin prin folosirea tractorului în regimuri optime de funcționare și o reglare corectă a plugului.

§3. Importanța economică a reducerii rezistenței la tracțiune a plugurilor și creșterea vitezei de lucru

O condiție importantă pentru o efectivitate ridicată a producției agricole este aratul rațional. Aratul se face întotdeauna în condiții tehnice, tehnologice, de organizare a lucrului, economice și de sol, denumiți parametri. Forma discului, puterea motorului și orele de utilizare, sînt parametri influențabili. Parametri neinfluențabili ca felul solului și prețul combustibilului au valori fixe, corespunzătoare condițiilor practice.

O modificare a valorilor parametrilor influențabili este logică numai cînd prin aceasta se realizează o efectivitate mai ridicată. Criteriile importante de efectivitate sînt productivitatea muncii [ha/forță de muncă/h], costuri de lucru [lei/ha], calitatea lucrului și condițiile de lucru.

Rezistența la tracțiune a plugului este o componentă hotărîtoare pentru efectivitatea aratului. Efectivitatea crește atunci cînd se reușește menținerea ei în limitele puse de celelalte criterii de efectivitate. Creșterea productivității agregatelor de arat [17] prin folosirea tractoarelor de mare putere, care permit mărirea lățimii de lucru a plugurilor și sporirea vitezelor de lucru, nu rezolvă în mod eficient problema, deoarece consumul specific de energie nu se micșorează.

Mărirea vitezelor plugurilor implică stabilirea unor parametri constructivi și funcționali ai organelor de lucru, adecvați acestui nou regim, capabili să respecte cerințele minime impuse procesului tehnologic și totodată să concure la micșorarea rezistenței la tracțiune a plugurilor.

Una din cauzele principale care contribuie la mărirea rezistenței la înaintare a organelor de lucru, implicit și a consumului de energie, o constituie construcția actuală a discului, care opune o rezistență mare, imprimînd un consum considerabil de energie cinetică la deplasarea laterală a brazdei și la răsturnarea acesteia.

O altă cauză importantă o constituie frecarea dintre suprafețele discului și sol, fenomen ce consumă o cantitate importantă de energie.

Rezistența agregatelor de arat este influențată și de alte cauze ca de exemplu, regimul cinematic și dinamic al mecanismelor plugurilor purtate, influența reciprocă dintre tractor și plug, etc.

Dintre metodele actuale de investigație abordate de cercetători pentru reducerea rezistenței la înaintare a plugurilor cu discuri, merită o deosebită atenție acele metode care contribuie la micșorarea frecării dintre sol și organele de lucru.

§4. Posibilități de perfecționare a construcției și procesului de lucru al plugurilor cu discuri sferice concave și conice, în vederea reducerii rezistenței la tracțiune și creșterii indicilor calitativi de lucru

În legătură cu perfecționarea construcției și a procesului de lucru a plugurilor cu discuri, au fost întreprinse numeroase cercetări pentru stabilirea tipului corespunzător de organ activ, care să asigure executarea calitativ superioară a lucrărilor, la rezistențele la tracțiune micșorate și vitezele de lucru sporite.

Dintre metodele de investigație abordate de cercetători pentru reducerea rezistenței la tracțiune și creșterea indicilor calitativi de lucru se pot menționa: șlefuirea suprafețelor în contact cu solul, mărirea vitezei periferice prin antrenarea discului, reducerea suprafeței de contact prin folosirea discurilor cu decupări, folosirea discurilor conice, folosirea discurilor cu concavitate dublă, folosirea discurilor frontale și modificarea formei actuale a discului prin variația unghiului de așezare.

După [49], deși necesită un consum mai mic de energie, realizează o bună mărunțire a solului și deplasează mai puțin solul lateral decât discurile sferice normale, discurile sferice cu decupări au dezavantajul că se înfundă cu pământ și resturi vegetale în timpul lucrului.

După [40, 49], discurile conice mărunțesc solul mai bine, dar opun rezistență la tracțiune mai mare decât discurile sferice normale.

După [35], discul antrenat necesită o energie mai mare, iar sporul de sarcină la cârlig este modest în comparație cu discul în rotație liberă, în schimb apar complicații constructive legate în special de antrenarea separată a fiecărui disc în parte.

După [73], încercările arată că prin aplicarea discurilor frontale și a discurilor principale, apar anumite îmbunătățiri cu privire la lucrul plugului și la reducerea forței de tracțiune; totuși, discurile frontale nu s-au introdus până acum în practică, deoarece așezarea lor înaintea fiecărui disc cere treceri mult mai mari între discuri, care în special la pluguri

purtate, duc la construcții de pluguri lungi, care se prelungesc mult înapoi.

După [40,51], pentru a micșora rezistența la tracțiune și a ușura pătrunderea discului în sol, suprafața posterioară a discului aflată în contact cu solul (fig. 34 și 35) trebuie să fie nulă. Această suprafață este în funcție de diametrul discului, adâncimea de lucru, unghiul de atac, raza de curbura (disc sferic) și unghiul conului (disc conic).

§5. Concluzii

Cercetări teoretice și experimentale cu privire la procesul tehnologic de lucru al plugului cu discuri analizate în capitolele anterioare, precum și analiza soluțiilor tehnice și a tendințelor manifestate în construcția actuală de pluguri, conduc la următoarele concluzii:

1. Din analiza lucrării de mărunțire a solului în vederea pregătirii patului germinativ al semințelor, rezultă o multitudine de avantaje. Mărunțirea menționată a solului are ca scop crearea condițiilor de fertilitate a solului și îndepărtarea eventualelor elemente care ar putea împiedica apariția acestei fertilități, rezultând în final ridicarea producției agricole.

2. Proprietățile fizico-mecanice ale solului determină regimul de funcționare al mașinilor și agregatelor agricole, precum și parametri funcționali și constructivi ai organelor de lucru ale acestora.

3. Folosirea mașinilor și uneltelor cu organe de lucru în formă de disc, se recomandă în soluri tari și uscate, în soluri umede și lipicioase, în soluri pe care s-au făcut defrișări și care mai au buturugi, rădăcini puternice, etc., în soluri abrazive și în soluri acoperite cu cantități mari de resturi vegetale, precum și în soluri înțelenite.

4. Se cunosc următoarele modificări ale geometriei discului: discuri sferice cu decupări, discuri conice, discuri cu concavitate dublă și discuri frontale.

5. Caracterul acțiunii discului asupra solului depinde de diametrul și raza de curbura a discului, de apăsarea specifică pe disc, de unghiul de atac și cel de înclinație al discului.

Diametrul discului influențează atât adâncimea, cât și lățimea de lucru.

Raza de curbură influențează atât asupra gradului de mărunțire și răsturnare a stratului de sol decupat, cât și asupra tendinței de pătrundere a discului în sol.

Unghiul de atac α influențează adâncimea de lucru, lățimea de lucru, mărunțirea și răsturnarea brazdei.

Unghiul de înclinație β asigură reducerea componentei verticale a reacțiunii solului, ușurează ridicarea brazdei și deplasarea ei pe suprafața concavă a discului, dar influențează defavorabil asupra capacității de răsturnare a brazdei.

Unghiul de ascuțire asigură pătrunderea ușoară a discului în sol și o tăiere corespunzătoare a resturilor vegetale.

Unghiul de tăiere posterior caracterizează existența sau absența fenomenului de interacțiune dintre sol și suprafața posterioară a discului.

Cota parte din greutatea plugului ce revine pe un organ activ, condiționează funcționarea corespunzătoare a plugului în ce privește pătrunderea discului în sol și stabilitatea plugului în plan transversal.

6. Antrenarea discului se face cu scopul reducerii frecării și în legătură cu problema dacă necesarul relativ mare al sarcinii la cârlig, la plugul cu discuri, poate fi redus prin antrenarea discului de la priza de putere sau altă sursă de energie. Avându-se în vedere necesarul mare de energie, câștigul relativ modest în sarcină la cârlig, complicațiile proiectului și costul mare pentru antrenarea fiecărui disc, s-a ajuns la concluzia că antrenarea discurilor la plugul normal nu este recomandabilă.

7. Diferiți cercetători consideră că prin funcționarea mașinilor cu discuri la viteze de lucru mărite, este posibilă reducerea duratei de executare a lucrării, prin creșterea productivității mașinii, concomitent cu îmbunătățirea calității lucrării executate.

8. Deoarece concluziile legate de influența vitezei de lucru asupra indicilor de lucru la plugul cu discuri au fost deduse numai pe cale experimentală și întrucât pentru anumite aspecte legate de dependența dintre viteză și indicii de lucru, părțile cercetătorilor sînt împărțite, rezultă că este necesară te-

oretizarea fenomenelor ce apar în funcționarea plugurilor cu discuri la viteze de lucru mărite.

Se impune realizarea unui plug cu discuri îmbunătățit, atât din punct de vedere al funcționării, cât și al economiei, prin optimizarea formei discului și al modului de mișcare al acestuia.

9. Dezvoltarea, proiectarea și perfecționarea procesului tehnologic al plugului cu discuri trebuie să fie făcută pe baze științifice și trebuie să rezolve probleme de tracțiune, de viteză de deplasare, de aruncare a solului, de acoperire a resturilor vegetale, de pătrundere a discului în sol, de tasare și pulverizare a solului, în funcție de parametri constructivi și funcționali ai discului.

PARTEA II- a

**CONTRIBUTII TEORETICE PRIVIND PERFECTIUNAREA PROCE-
SULUI TEHNOLOGIC AL PLUGULUI CU DISCURI SFERICE
CONCAVE.**

PARTEA II-a

CONTRIBUTII TEORETICE PRIVIND PROCESUL TEHNOLOGIC DE LUCRU AL
PLUGURILOR CU DISCURI SFERICE CONCAVE.

CAPITOLUL I.

CERCETARI TEORETICE PRIVIND INFLUENTA PARAMETRILOR DISCURILOR
SFERICE CONCAVE ASUPRA PROCESULUI DE LUCRU.

§. 1. Cercetări teoretice privind prelucrarea mecanică a
solului.

Acțiunea mecanică asupra solului cu scopul de a-l ara, se face prin tăiere în plan vertical și orizontal, afinare, răsturnare, deplasare laterală, urmată apoi de modificarea stării cu ajutorul uneltelor corespunzătoare [14, 36, 48, 50, 73, 91]. Prin aceasta trebuie să se obțină o stare a solului care trebuie să îndeplinească cerințele agrotehnice impuse. Acțiunea ulterioară de modificare executată [72] de unelte, poate să fie de : tasare, săpare, mărunțire, forfecare, împingere și afinare.

În acest scop, organele de lucru se pot mișca în linie dreaptă sau rotativ (fig.36)

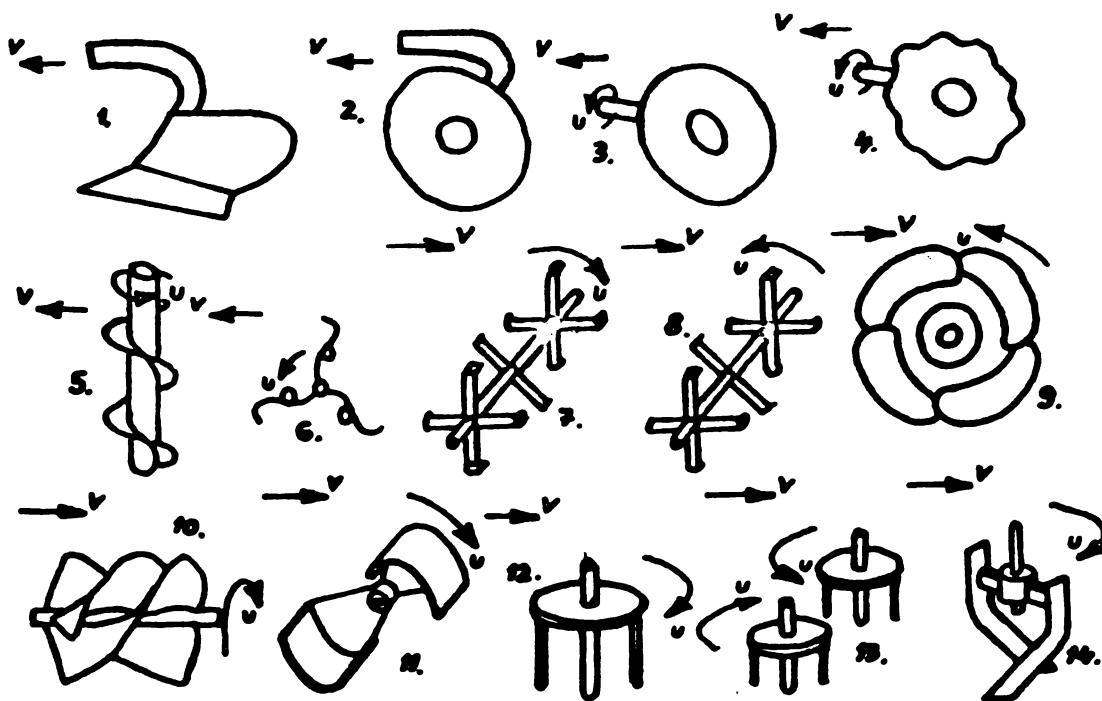


Fig.36. Mișcarea organelor active ale uneltelor de prelucrare mecanică a solului.

Suprafața de lucru a trupitei sub formă de disc, poate fi considerată ca o dezvoltare a unei pene tetraedrice care poate fi descompusă în trei pene simple [14]

Destrămarea mecanică a solului sub acțiunea penei, este realizată în patru faze succesive [14, 48, 50]: în prima fază, solul se comprimă plastic; tasându-se, aerul în spațiile capilare se comprimă; în a doua fază, solul și aerul capilar continuă să se comprime, acumulându-se o energie potențială; în cea de a treia fază, se atinge limita de rupere, determinată de rezistența solului. În acest moment, solul se desprinde iar apăsarea penei asupra lui încetează; faza a patra constă din destinderea aerului comprimat în spațiile capilare în primele două faze și transformarea energiei potențiale în acțiunea de distrugere a solului mărunțindu-l. Apoi, procesul se repetă.

Caracterul deformației solului [14] depinde de proprietățile fizico-mecanice ale acestuia. Astfel, solurile ușoare, nisipoase, sub acțiunea penei se destramă repede, mărunțindu-se cu ușurință. Solurile mijlocii, sub acțiunea penei, de asemenea se destramă în bulgări mici și mijlocii. Solurile grele și foarte grele, se destramă sub acțiunea penei, în bulgări mari de formă neregulată. Solurile înțelenite și umede, se desprind sub acțiunea penei, sub forma unor benzi continue.

În mod practic, fîșia de sol se deplasează pe un plan înclinat I-II cu unghiul de tăiere δ_1 (fig. 37). Dacă planul I-II (suprafața de lucru a discului) se mișcă în direcția V_f , atunci

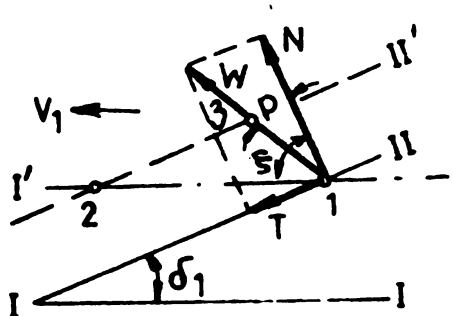


Fig. 37. Deplasarea fîșiei de sol pe un plan înclinat.

în punctul I acționează forța de frecare $T = N \operatorname{tg} \rho$. Unghiul între forța normală N și direcția de mișcare a suprafeței este $\xi = 90 - \delta_1$.

Pentru ca fîșia de sol să se deplaseze pe suprafața de lucru, trebuie să se respecte condiția :

$$\xi = \frac{\pi}{2} - \delta_1 > \rho \text{ sau } \delta_1 + \rho < \xi \quad (32)$$

Rezultanta $W = \sqrt{N^2 + T^2}$ deviază față de forța normală N cu unghiul de frecare ρ .

Dacă planul înclinat [73] I-II se deplasează în I'-II', atunci suprafața de lucru se deplasează de la 1 la 2. În acest caz, particula de sol din 1 este ridicată pînă la 3, parcurge deci drumul 2-3. Distanța 2-3 este însă mai scurtă decît 1-2. Prin aceasta, drumul pe care alunecă particula 1 este mai scurt decît drumul suprafeței de lucru. Din această cauză, are loc o comprimare a solului, care, în cele din urmă, cînd a fost atinsă

o valoare maximă, face ca elementele solului să se deplaseze unele față de altele.

Solul supus acțiunii [91] organelor de lucru, ale uneltelor și mașinilor agricole, la eforturile de compresiune (fig.38) se deformează după legea exprimată în relația :

$$\frac{d\sigma}{d\varepsilon} = \alpha (\text{daN/cm}^2) \text{ sau } \frac{\sigma}{\varepsilon} = E (\text{daN/cm}^2) \quad (33)$$

în care σ este efortul unitar normal de compresiune exercitat asupra solului denumit și rezistența la compresiune (daN/cm^2); $d\sigma$ - variația efortului unitar normal de compresiune; ε - deformația specifică a solului reprezentând raportul între $\Delta l/l$, l fiind lungimea probei de sol luată, iar Δl fiind deformația probei de sol ; $d\varepsilon$ - variația deformației specifice; E - coeficientul de compresibilitate a solului după direcția forței de acționare asupra probei de sol denumit și modulul de elasticitate (daN/cm^2), $E = \text{tg } \alpha$.

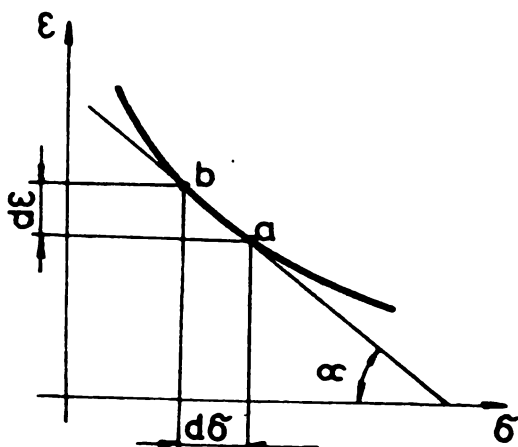


Fig.38. Curba de variație a deformației specifice a solului supus unor sollicitări de comprimare în funcție de rezistența ce o pune solul la această sollicitare.

Deformația solului este elastică în porțiunea ab când este valabilă legea exprimată cu relația (33) sau poate fi permanentă în afara porțiunii când această relație este influențată de o serie de coeficienți.

Deformarea solului este cu atât mai mare cu cât proba de sol respectivă este supusă unei sollicitări de compresiune mai mare. Efortul unitar normal se determină cu relația :

$$\sigma = \frac{P}{A} (\text{daN/cm}^2) \quad (34)$$

în care : P este forța care soliciată proba de sol la compresiune (daN) ; A - secțiunea transversală pe direcția de lucru a forței P (cm^2).

Solul supus lucrării de către organele de lucru ale uneltelor și mașinilor agricole la eforturi de tăiere (fig.39) se deformează după legea exprimată în relația :

$$\tau = c + \sigma_n \text{ tg } \rho \quad (35)$$

în care τ este efortul unitar tangențial (daN/cm²) denumit rezistența la tăiere și este exprimat prin relația:

$\tau = \frac{1}{2} (\sigma_1 - \sigma_2) \sin 2\alpha$; C - rezistența de coeziune a solului daN/cm²; φ - unghiul de frecare interioară a particulelor de sol (grade); σ_n - efortul unitar normal daN/cm²

$$\left[\sigma_n = \frac{1}{2} (\sigma_1 + \sigma_2) + \frac{1}{2} (\sigma_1 - \sigma_2) \cos 2\alpha \right]$$

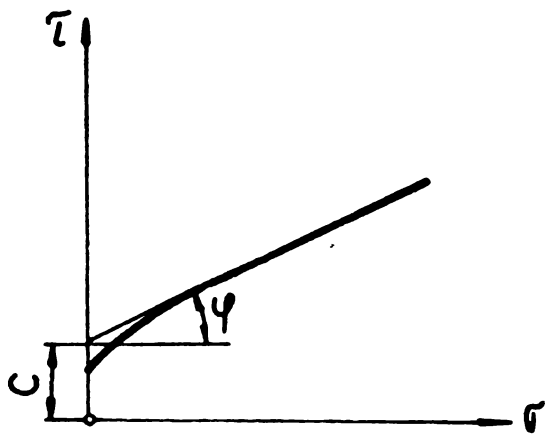


Fig. 39. Curba de variație a efortului unitar tangențial în funcție de efortul unitar normal (relația între rezistența de tăiere și compresiune a solului supus acțiunii organelor de lucru ale mașinilor agricole).

Din relația (35) și din figurile 38 și 39 rezultă că rezistența la tăiere a solului de către organele de lucru ale mașinii sau uneltei respective, depinde de rezistența de coeziune a solului C, de rezistența de deformare la compresiune a solului σ_n și de coeficientul de frecare interioară a particulelor de sol μ_1 .

În general valoarea rezistenței de coeziune a solului variază [91] de la 0 la 0,6 daN/cm². Cu cât solul are mai multă argilă, valoarea lui C este mai mare la solurile nisipoase și granulare tinzând către zero. Valoarea lui σ_n în general variază de la 0 la 9 daN/cm².

În concluzie, uneltele și mașinile agricole folosite la lucrările solului, trebuie să fie astfel construite și reglate în timpul lucrului încît solul supus solicitărilor de compresiune, întindere și tăiere, să necesite un consum minim de energie, respectiv eforturile unitare normale și tangențiale ce apar în timpul executării lucrărilor de deformare a solului, trebuie să aibă valori mici. Orice nerespectare a reglajelor mașinii de lucrat solul în procesul de lucru, duce imediat la mărirea considerabilă a eforturilor ce apar în procesul de lucru. Ca urmare, trebuie dată o mare atenție cunoașterii și respectării cu mare exigență a tuturor parametrilor constructivi și funcționali ai mașinilor destinate lucrărilor solului, deoarece acestea consumă cea mai mare cantitate de energie și de combustibil.

§. 2. Cercetări privind mișcarea solului pe suprafața discului.

Magnitudinea de deplasare laterală (oy) a particulei de sol este urmărită la intervale egale de timp.

Se consideră că, masa de sol (particula de sol) se deplasează numai în planul orizontal și că viteza ei pe axa ox este nulă. Se constată că, deplasarea particulei de sol pe axa oy crește ; de aici se obține accelerația particulei de sol pe direcția laterală (oy)

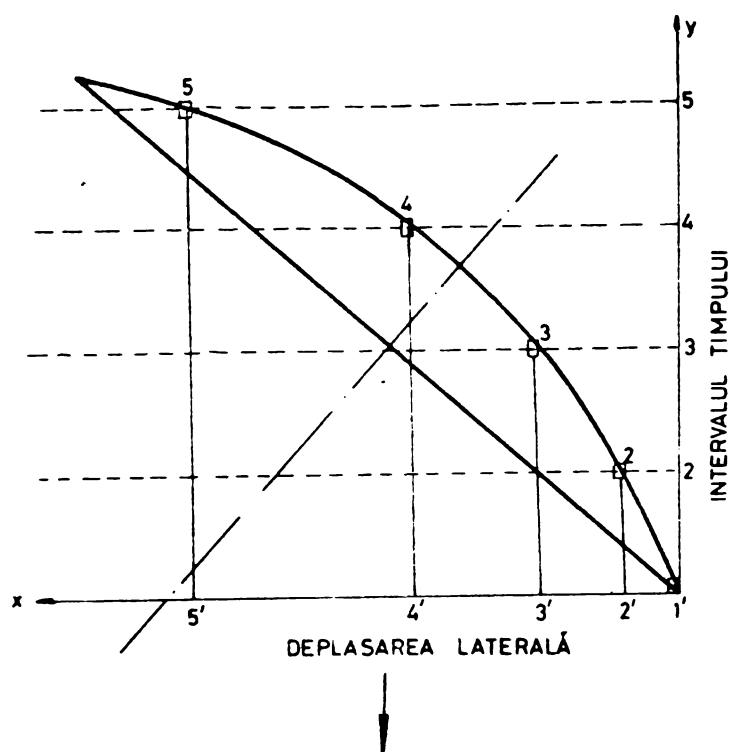


Fig.40. Deplasarea particulei de sol la deplasarea discului.

□ reprezintă poziția particulei de sol la intervale egale de timp, la deplasarea discului pe direcția de înaintare cu viteză uniformă.

Urmărind succesiv planurile orizontale formate de suprafața solului și marginea discului, care se află la fundul brazde se poate deduce că, accelerația particulelor de sol se micșorează și ajunge la o valoare nulă la marginea inferioară a discului (fundul brazdei). Această schimbare de accelerație, odată cu adîncimea, conduce la dezintegrarea solului (pulverizarea solului). Ipoteza făcută că viteza masei de sol în direcția ox este nulă, poate să nu fie adevărată.

Datorită atât curburii discului (unghiul de atac și de înclinație), se constată că, componenta forței paralelă cu axa ox , crește ca valoare odată de la poziția "1" pînă la poziția "2" a particulei de sol.

Să considerăm că solul se poate tasa. Deplasînd discul

(fig.40) din "1" în "2", se constată că, forțele ce acționează asupra volumului de sol l22' după direcția ox sînt aproape tangențiale. De la punctul "2" pînă la punctul "6" (fig.40), presiunile normale vor crește. Deci, se constată că, la începutul tăsării fenomenele se desfășoară traptat și în urma lor ia naștere o destrămare a solului prin forfecare. De aici se poate admite că iau naștere accelerații ale particulelor de sol.

Această ipoteză poate fi analizată prin intermediul forțelor ce iau naștere la deplasarea fluidelor pe suprafața plăcilor curbate (fig.41)

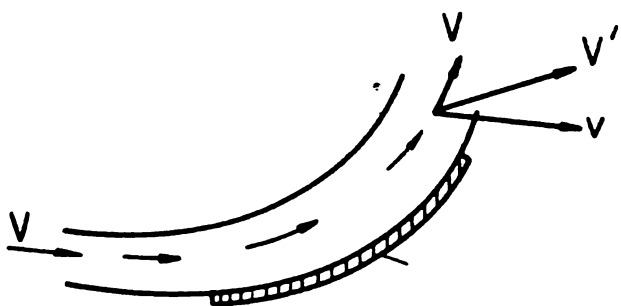


Fig. 41. Deplasarea fluidelor pe suprafața plăcilor curbate.

Aici, masa fluidului ce curge pe suprafața plăcii într-o secundă, va avea momentul :

$$M = \frac{\omega}{g} A V^2 \quad (36)$$

unde $\frac{\omega}{g}$ masa de fluide curge pe suprafața plăcii într-o secundă.

A - aria proiectată pe planul perpendicular a solului;

V - viteza relativă a solului în raport cu discul.

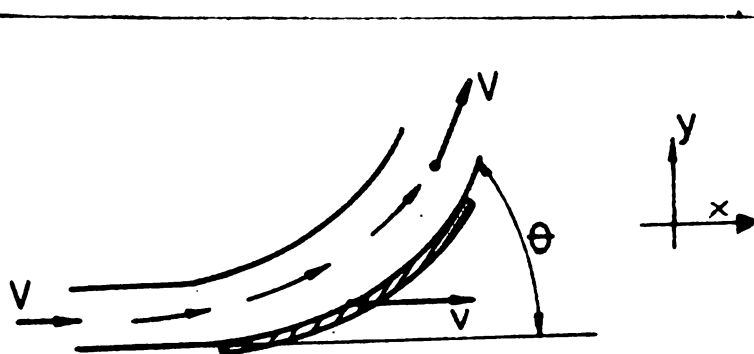
Pentru a determina forța prin legarea momentelor, se stabilește viteza absolută în direcția

de înaintare prin intermediul relației :

$$V'_x = V \cos \theta' \quad (37)$$

unde, v'_x - viteza absolută în direcția de înaintare;

θ' - înclinația suprafeței discului față de orizontală (fig.41)



Dar momentul inițial - impulsul liniar = momentul final, adică:

$$MV - F_x = M(v \cos \theta'_x) \quad (38)$$

rezultă :

$$F_x = \frac{\omega A V}{g} V \cos \theta'_x \quad (39)$$

Fig.42. Stabilirea vitezei absolute după direcția de înaintare.

§. 3. Ecuațiile mișcării discului sferic de la plugul cu discuri în procesul de lucru.

Discul de la plugul cu discuri, prin tractare, se va deplasa cu o mișcare de avans pe direcția de deplasare cu viteza de avans V_m .

Forțele care acționează asupra discului sînt aplicate în centrul de greutate al zonei de lucru a discului. (fig.43)

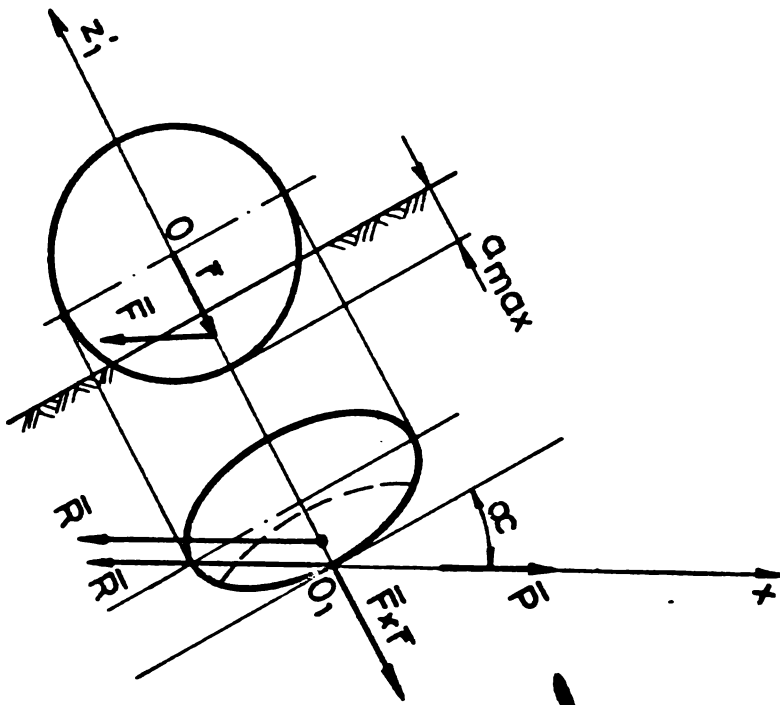


Fig.43. Rezultanta forțelor de rezistență opuse de sol.

Pentru stabilirea ecuațiilor mișcării discului sferic în procesul de lucru, se fac următoarele ipoteze:

- 1.-Axa de rotație a discului este liberă;
- 2.-Mișcarea se raportează la un sistem de referință triortogonal o,xyz ;
- 3.-Originea sistemului este pe tăișul discului;
- 4.-Axele sistemului sînt orientate astfel: axa O,X paralelă cu direcția de deplasare a agregatului; axa O,Y perpendiculară pe direcția de deplasare și

axa O,Z normală pe suprafața terenului.

5.-Deplasarea discului se face prin două mișcări: una de rostogolire fără alunecare și una de translație.

Pentru explicitarea procesului de determinare geometrică a ecuațiilor parametrice ale mișcării punctelor discului sferic pornind de la ipoteza I mișcarea din poziția I în poziția II se reprezintă în două etape (fig.44)

Rostogolirea se petrece în prima etapă prin rostogolirea fără alunecare după direcția I II, și o translație în lungul axei de rotație, din poziția II în poziția II'.

Deplasarea punctului O_1 prin rostogolire, va fi dată de ecuațiile:

$$x_1 = |\overline{O_1 O'_1}|_{ix} = |\overline{OO_1}| \cos \alpha + |\overline{OO_1}| \sin \alpha \sin \beta \quad (40)$$

$$y_1 = |\overline{O_1 O'_1}|_{iy} = |\overline{OO_1}| \sin \alpha - |\overline{OO_1}| \cos \alpha \sin \beta \quad (41)$$

$$z_1 = |\overline{O_1 O'_1}|_{iz} = |\overline{OO_1}| \cos \beta \quad (42)$$

unde :

$|\overline{O_1 O'_1 x}|$ - mărimea scalară a proiecției pe axa $O X$ a vectorului de poziție a punctului O'_1 față de originea sistemului.

$|\overline{O_1 O'_1 y}|$ - mărimea scalară a proiecției pe axa $O_1 Y$ a vectorului de poziție a punctului O'_1 , față de originea sistemului.

$|\overline{O_1 O'_1 z}|$ - mărimea scalară a proiecției pe axa $O_1 Z$ a vectorului de poziție a punctului O'_1 , față de originea sistemului

$|\overline{O_1 O'_1}|$ - mărimea scalară a proiecției în planul OXY a vectorului de poziție a punctului O'_1 față de originea sistemului.

Din figura (44) se observă că :

$$|\overline{O_1 O'_1}| = |\overline{O_1 B}| - |\overline{O'_1 B}| = \frac{D}{2} (\theta - \sin \theta) \quad (43)$$

$$|\overline{O_1 O'_1 z}| = |\overline{O_1 O}| - |\overline{O'_1 O}| = \frac{D}{2} (1 - \cos \theta) \quad (44)$$

unde : $\frac{D}{2}\theta$ = spațiul parcurs de disc prin rostogolire.

$\frac{D}{2}$ = raza cercului de dispunere a tăișului.

$\frac{D}{2} \cdot \sin \theta$ = proiecția razei cercului de dispunere a tăișului în planul orizontal O, X, Y .

$\frac{D}{2} \cdot \cos \theta$ = proiecția razei cercului de dispunere a tăișului pe axa O, Z .

iar α și β sînt unghiurile de atac, respectiv de înclinație a discului.

Făcînd înlocuirile corespunzătoare relațiile (40,41 și 42)

devin

$$X_1 = \frac{D}{2} (\theta - \sin \theta) \cos \alpha + \frac{D}{2} (1 - \cos \theta) \sin \alpha \cdot \sin \beta \quad (45)$$

$$Y_1 = \frac{D}{2} (\theta - \sin \theta) \sin \alpha + \frac{D}{2} (1 - \cos \theta) \cos \alpha \sin \beta \quad (46)$$

$$Z_1 = \frac{D}{2} (1 - \cos \theta) \cos \beta \quad (47)$$

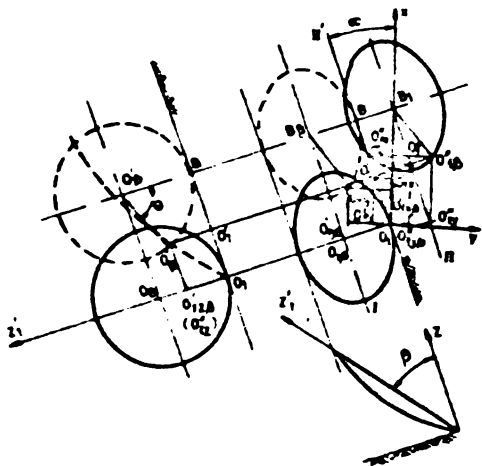


Fig.44. Schema de determinare a ecuațiilor mișcării punctelor discului sferic în procesul de lucru.

Cea de a doua etapă a mișcării discului este translația discului din poziția II' în poziția II (fig.44). Originea mișcării

fiind în punctul O_1' coordonatele punctului O_1'' sînt date de relațiile :

$$X_2 = |\overline{O_1 B_1}| - |\overline{O_1'' B_1}| + |\overline{O_1'' B_1}| \cdot \sin \alpha \quad (48)$$

$$Y_2 = |\overline{O_1' O_1''}| + |\overline{O_1'' B_1}| \cos \alpha \quad (49)$$

$$Z_2 = |\overline{O_1 O_1' z}| \cos \beta \quad (50)$$

În relațiile (48,49 și 50) introducem relațiile egalităților

$$|\overline{O_1'' B_1}| = \frac{D}{2} \sin \beta - |\overline{O_1 O_1' z}| \sin \beta \quad (51)$$

$$|\overline{O_1'' B_1}| = \frac{D}{2} \sin \beta \cos \theta \quad (52)$$

Cu aceste relații pentru mișcarea punctului dispus pe tăișul discului înclinat și față de $O_1 Z$ în procesul de lucru devine

$$X_2 = \frac{D \theta}{2 \cos \alpha} - \frac{D}{2} \cos \alpha \sin \theta + \frac{D}{2} \cos \theta \sin \beta \sin \alpha \quad (53)$$

$$Y_2 = \frac{D}{2} \sin \theta \sin \alpha + \frac{D}{2} \cos \theta \sin \beta \cos \alpha \quad (54)$$

$$Z_2 = \frac{D}{2} (1 - \cos \theta) \cos \beta \quad (55)$$

În relațiile (53,54,55) înlocuind raza discului în funcție de raza de curbură și semiunghiul la vîrf al sectorului de sferă se vor obține ecuațiile parametrice ale traiectoriilor descrise de punctele discului sferic în procesul de lucru:

$$X_2 = R \theta \frac{\sin \varphi}{\cos \alpha} - R - R \cos \alpha \sin \theta \sin \varphi + R \sin \varphi \cos \theta \sin \beta \sin \alpha \quad (56)$$

$$Y_2 = R \sin \alpha \sin \theta \sin \varphi + R \sin \varphi \cos \theta \sin \beta \cos \alpha \quad (57)$$

$$Z_2 = R \sin \varphi (1 - \cos \theta) \cos \beta \quad (58)$$

Pentru studiul mișcării cicloidale cu ajutorul ecuațiilor (56,57 și 58) va trebui în prealabil să se cunoască legea de variație a unghiului θ în funcție de timp, adică $\theta = \theta(t)$

Exprimarea lui θ funcție de viteza periferică a discului se face în modul următor :

$$\theta = \omega \cdot t = \frac{2V_p}{D} \cdot t \quad (59)$$

în care : ω este viteza unghiulară în mișcarea de rostogolire a discului;

V_p este viteza periferică a discului.

Din egalitățile cinematice și geometrice ce rezultă din fig.44 reese :

$$\overline{O_1 B_1} = V_m \cdot t \quad (60)$$

$$\overline{O_1 B} = \frac{D}{2} \cdot \theta \cos \beta = V_p \cdot t \quad (61)$$

$$\overline{O_1 B_1} = \frac{\overline{O_1 B}}{\cos \alpha} \quad (62)$$

unde : V_m este viteza de deplasare a agregatului.

Se obține relația :

$$V_p = V_m \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta \quad (63)$$

cu ajutorul egalității (59) și (63) se deduce :

$$\theta = \frac{2V_m \cos \alpha \cos \beta}{D} \cdot t = \frac{V_m}{R} \cdot \frac{\cos \alpha \cos \beta}{\sin \varphi} \cdot t \quad (64)$$

Tinându-se seama de expresia unghiului θ dată de relația (64), ecuațiile parametrice ale traiectoriilor descrise de punctele discului sferic în procesul de lucru, vor prezenta în final următoarea formă :

$$X_2 = V_m \cdot t - R \cdot \sin \alpha \cdot \sin \varphi \cdot \sin \left(\frac{V_m \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}{R \sin \varphi} \cdot t \right) + R \sin \varphi \cdot \sin \beta \cdot \sin \alpha \cos \left(\frac{V_m \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}{R \sin \varphi} \cdot t \right) \quad (65)$$

$$Y_2 = R \sin \varphi \cdot \sin \left(\frac{V_m \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}{R \sin \varphi} \cdot t \right) + R \sin \varphi \cdot \sin \beta \cdot \cos \alpha \cdot \cos \left(\frac{V_m \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}{R \sin \varphi} \cdot t \right) \quad (66)$$

$$Z = R \sin \varphi \cos \beta \left[1 - \cos \left(\frac{V_m \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}{R \sin \varphi} \cdot t \right) \right] \quad (67)$$

Așa cum rezultă din relațiile (65,66,67) traiectoriile

descrise de punctele discului sferic în procesul de lucru sînt spire elicoidale, paralele și concentrice. În fig.45 este reprezentată traiectoria descrisă de punctul inferior de contact dintre disc și sol pentru o rotație completă a discului.

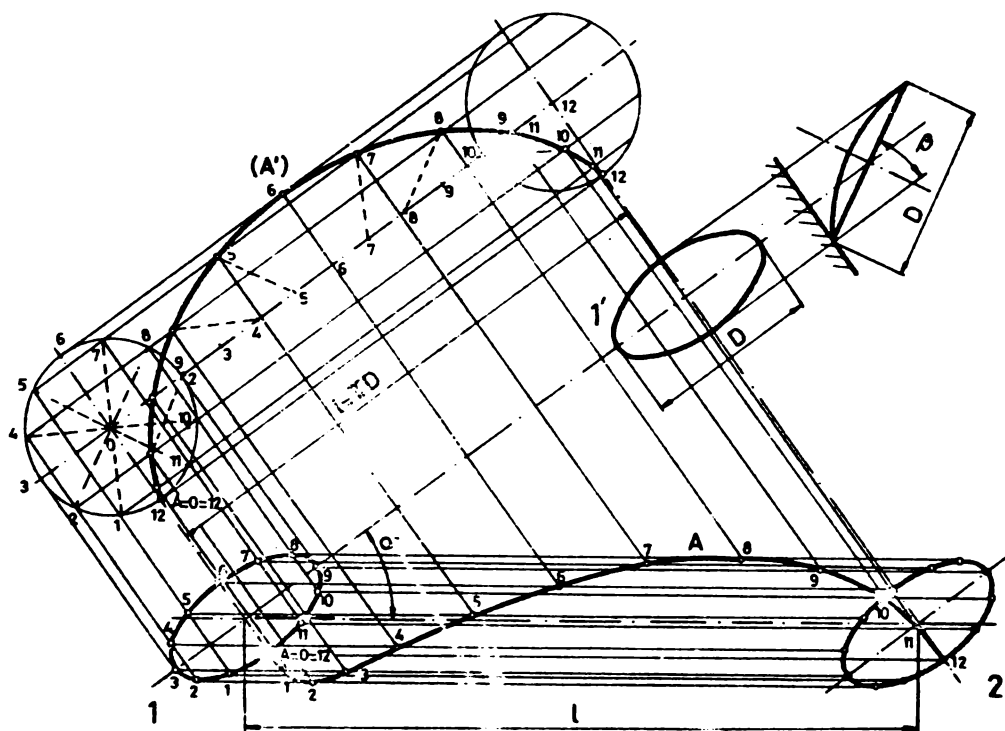


Fig.45. Construcția traiectoriei punctului de pe tăișul la plugul cu discuri.

Analizînd ecuațiile (65,66,67) se constată că traiectoriile descrise de punctele discului sferic în procesul de lucru, depind de viteza de deplasare a agregatului V_m , de raza de curbură a discului R , de semiunghiul la vîrf al sectorului de sferă φ , de unghiul de atac α și de unghiul de înclinație β .

§.4. Ecuațiile mișcării stratului de sol pe suprafață discului.

Pentru determinarea ecuațiilor parametrice ale mișcării solului în procesul de lucru cu plugul cu discuri, se ia în considerare mișcarea elementului de volum de sol dislocat de lungime Δl , desenată exagerat din motiv de înțelegere a fig.46.

Descrierea exactă a traiectoriei elementului volumic de sol desprins de plugul cu discuri, se poate face ținînd cont de mișcarea sa geometrică pe suprafața de lucru a discului cît și de dinamica acestuia sub acțiune forțelor de desprindere și gravitaționale ce acționează asupra sa.

Deoarece dinamica traiectoriei geometrice impusă de su-

prafața discului prezintă anumite inconveniente, aceasta devenind prea complicată față de consistența aleatoare a solului, se propune determinarea ecuațiilor parametrice ale traiectoriei elementului de sol dislocat funcție de poziția aproximativă a centrului său de masă în mișcare pe suprafața determinată de tăiș sau pe suprafața sferică a discului.

Poziția centrului de masă J al elementului volumic de sol arătat în fig.46, este situată pe o curbă plan paralelă cu curba \widehat{DO}_1 și care trece prin centrele de masă F și H ale segmentelor circulare.

Proportionalitatea între suprafețele celor două segmente circulare formate după planul solului ADB și planul tăișului discului AO_1B , se traduce prin proportionalitatea dintre distanțele d_1 și d_2 determinate într-un plan vertical ce conține dreapta FH și între direcțiile verticale ale centrelor de greutate ce trec prin punctele F și H . Astfel, poziția pe curba FH a centrului de greutate J este determinată.

Se apreciază că, se pot descrie ecuațiile parametrice ale traiectoriei solului în procesul de lucru la pluguri cu discuri, determinând traiectoriile punctului H , punct foarte apropiat de centrul de greutate J al elementului de volum de sol dislocat sau determinând traiectoriile proiecției punctului H_0 după o paralelă la planul ADB și în planul vertical MO_1Z pe suprafața sferică a discului.

Pentru determinarea acestor ecuații, se fac următoarele observații : D , curba descrisă de punctul O_1 în mișcarea plugului este o cicloidă, iar curba descrisă de punctul H o trochoidă ; ambele curbe suferă o mișcare de translație după direcția de înaintare și sînt înclinate cu unghiul de cădere față de verticală în fiecare moment al translației lor.

- punctele O_1 și H prin rostogolire, parcurg același spațiu ($\frac{D}{2} \theta$) după direcția α față de direcția de înaintare dar, după legi diferite.

Ecuațiile generale parametrice în plan ale unei cicloide și ale unei trochoide, sînt date prin :

$$X = a(t - \sin t) \quad (68)$$

$$Y = a(1 - \cos t) \quad (69)$$

$$X = a(t - \lambda \sin t) \quad (70)$$

$$Y = a(1 - \lambda \cos t) \quad (71)$$

unde, $\lambda < 1$ și este dat de raportul între distanța dintre poziția

punctului pe raza cercului ce se rotește și centrul acestuia și raza cercului.

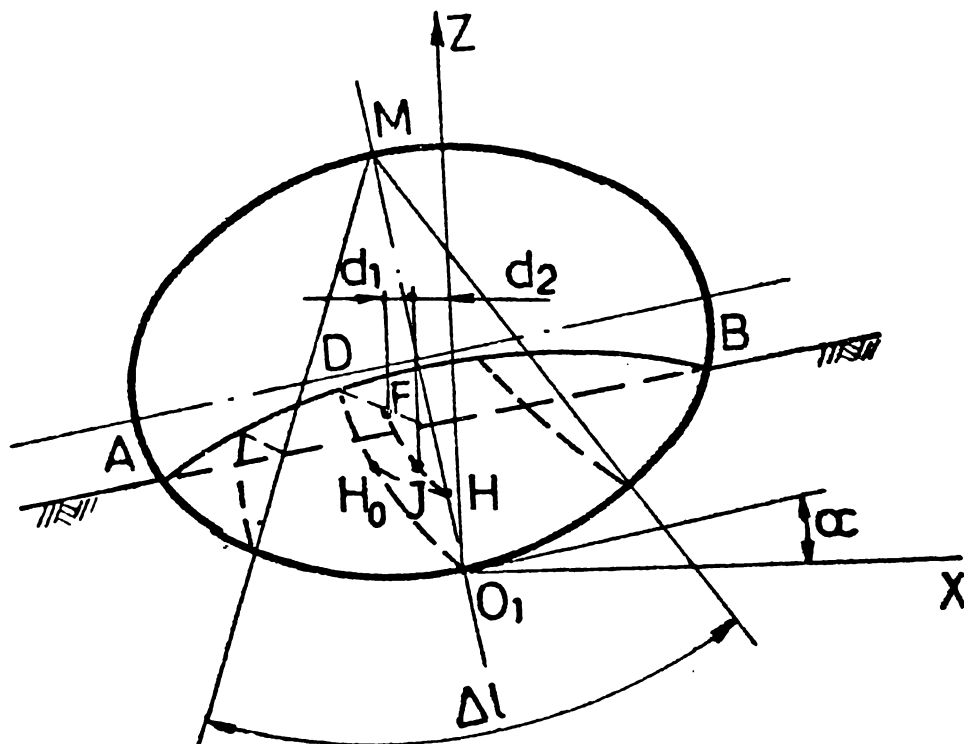


Fig.46. Mișcarea elementului de volum de sol dislocat de lungime L.

Avînd în vedere observațiile de mai sus și forma ecuațiilor (68,69) și (70,71) ne permit modificarea directă a ecuațiilor (53,54,55) astfel încît acestea să devină ecuațiile parametrice ale elementului volumic de sol cu centrul de masă în H pe suprafața descrisă de tăișul discului sau în punctul H_0 pe suprafața sferică a discului. Ecuațiile mișcării particulelor de sol în centrul de masă în punctul H sau H_1 la pluguri normale cu discuri, sînt date de :

$$X_2 = \frac{D\theta}{2\cos\alpha} - \lambda \frac{D}{2} \cos\alpha \sin\theta + \lambda \frac{D}{2} \cos\theta \sin\beta \sin\alpha \quad (72)$$

$$Y_2 = \lambda \frac{D}{2} \sin\theta \sin\alpha + \lambda \frac{D}{2} \cos\theta \sin\beta \cos\alpha \quad (73)$$

$$Z_2 = \frac{D}{2} (1 - \lambda \cos\theta) \cos\beta \quad (74)$$

și

$$X_2 = R\theta \frac{\sin\varphi}{\cos\alpha} - \lambda R \cos\alpha \cdot \sin\theta \cdot \sin\varphi + \lambda R \sin\varphi \cos\theta \sin\beta \sin\alpha \quad (75)$$

$$Y_2 = \lambda R \sin\alpha \sin\theta \sin\varphi + \lambda R \sin\varphi \cos\theta \cos\alpha \cdot \sin\beta \quad (76)$$

$$Z_2 = R \sin\varphi (1 - \lambda \cos\theta) \cos\beta \quad (77)$$

§. 5. Energia necesară aruncării particulelor de sol în procesul de lucru.

Deplasarea laterală a particulelor de sol în procesul de lucru la plugul cu discuri, este determinată în primul rând de frecvența de rotație a discurilor, iar aceasta din urmă este dependentă de viteza de deplasare a plugului, de unghiul de atac și de unghiul de înclinație [47 33 54].

Dacă plugul cu discuri vertical este tractat cu viteza v (fig.48), centrul discului va avea în direcția de înaintare aceeași viteză. În planul vertical care face un unghi α cu direcția de înaintare, viteza acestui punct este :

$$v'_0 = v \cos \alpha \quad (64)$$

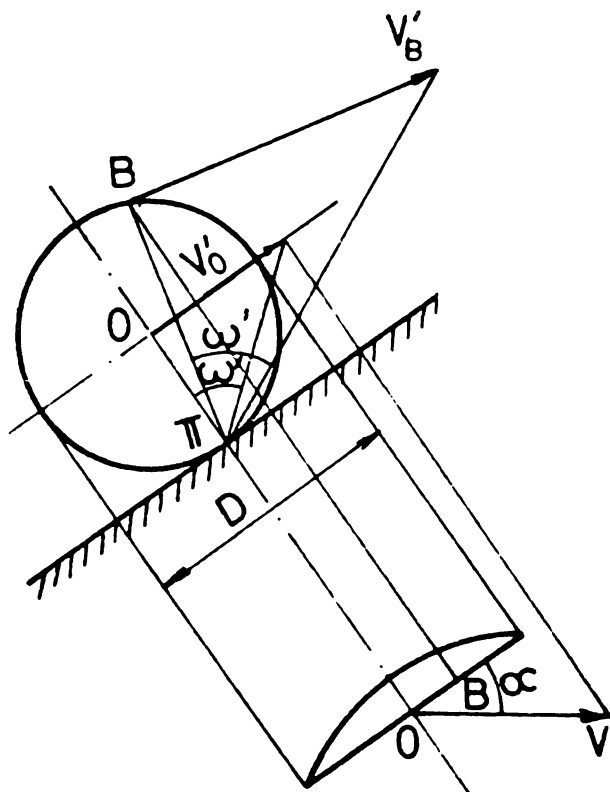


Fig.48. Stabilirea vitezei punctului de pe tăișul discului.

Pentru că se presupune că discul se rostogolește centrul instantaneu de rotație este punctul π .

$$v \cdot \cos \alpha = \frac{D}{2} \cdot \omega' \quad (85)$$

Din această relație se poate calcula viteza unghiulară de rotație a discului în planul vertical, care face unghiul cu direcția de înaintare.

$$\omega' = \frac{2 \cdot v \cdot \cos \alpha}{D} \quad (86)$$

Viteza punctului arbitrar B în acest plan va fi :

$$v'_B = \frac{2 \cdot v \cdot \cos \alpha}{D} \cdot l \quad (87)$$

în care l este brațul de rotație al punctului B, la discul cu plugul normal cu discuri, unde planul de rotație face un unghi cu planul vertical, viteza centrului O în planul de rotație va fi :

$$v'_0 = v \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta \quad (88)$$

Viteza unghiulară în jurul centrului instantaneu de rotație π va fi :

$$\omega' = \frac{2 \cdot v \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}{D} \quad (89)$$

Viteza periferică a punctului arbitrar B de pe tăiș va fi :

$$v'_B = \frac{2.v.\cos \alpha .\cos \beta}{D} \cdot l \quad (90)$$

Pentru că la un disc de plug normal unghiul $\beta > 0$, rezultă $\cos \beta < 1$. Dacă se analizează aceasta, se va vedea că la acest disc, viteza unui punct ales arbitrar pe tăiș, este mai mică decât la un disc de plug cu discuri verticale.

La aceeași dimensiune a discului, același unghi de atac α și aceeași viteză de deplasare v , discul de pe plugul normal cu discuri va tăia și întoarce solul cu o viteză mai mică decât un disc de pe plugul vertical cu discuri.

Din cele de mai sus se trage concluzia că, o dată cu creșterea vitezei de lucru crește și frecvența de rotație a discurilor ceea ce face ca viteza absolută a particulelor de sol supuse acțiunii discului să capete valori considerabile, astfel încât solul este deplasat lateral la distanțe mari.

Totodată, cu creșterea unghiului de înclinație β și a unghiului de atac α descrește frecvența de rotație a discurilor ceea ce face ca viteza absolută a particulelor de sol supuse acțiunii discului să nu capete valori considerabile astfel încât solul este deplasat lateral la distanțe mici.

§ 6. Cercetări teoretice privind rezistența la tracțiune

Pentru calculul rezistenței la tracțiune în plan vertical și a rezistenței la tracțiune în plan orizontal, după direcția de înaintare [97] se pleacă de la rezistența specifică a solului la tăiere k_s , determinată experimental pentru diferite tipuri de soluri raportată la lungimea muchiei tăietoare a discului. Această lungime (l_1) corespunzătoare arcului \widehat{AA} (fig.49) este dată de relația :

$$l_1 = \frac{\pi d \varphi}{360} \quad (91)$$

în care φ este unghiul la centru al marginii tăietoare a discului ce se află în contact cu solul.

Forțele care acționează asupra discului sînt aplicate în centrul de greutate al zonei active a discului O. Aceasta se află față de centrul discului la o rază care se determină

cu ajutorul formulei :

$$x = \frac{R \sin \frac{\varphi}{2}}{\operatorname{arc} \frac{\varphi}{2}} \quad (92)$$

Axa calotei sferice a discului face unghiurile δ_1, δ_2 și δ_3 față de direcția de înaintare în cele trei proiecții pe planul de referință :

$$\delta_1 = \text{unghiul discului } (35 - 55^\circ)$$

$$\delta_2 = \frac{\operatorname{tg} \beta}{\sin \delta_1} \text{ și } \delta_3 = \frac{\operatorname{tg} \beta}{\delta_1} \text{ în care } \beta \text{ este unghiul de cădere.}$$

Marginea de lucru a tăișului \widehat{AA} este limitată de coarda \overline{AA} care face unghiul ψ cu suprafața solului. Unghiurile ψ_1, ψ_2 , și ψ_3 reprezintă proiecțiile acestui unghi pe cele trei planuri de referință.

Relațiile dintre aceste unghiuri sînt :

$$\operatorname{tg} \psi_1 = \operatorname{tg} \psi \cdot \sin \beta; \quad \operatorname{tg} \psi_2 = \operatorname{tg} \psi \frac{\cos \beta \cos \psi_1}{\cos(\delta_1 - \psi_1)};$$

$$\operatorname{tg} \psi_3 = \operatorname{tg} \psi \frac{\cos \beta \cos \psi_1}{\sin(\delta_1 - \psi_1)}$$

Lungimea marginii tăietoare a discului în proiecție orizontală l_1' este :

$$l_1' = l_1 \frac{\sin \psi \sin \beta}{\sin \psi_1} \quad (93)$$

Rezistența la tăiere aplicată în punctul O, în proiecție orizontală N_s (fig.49) este dată de relația

$$N_s' = l_1' K_s \quad (94)$$

lungimea marginii tăietoare în proiecție laterală este l_1'' .

$$l_1'' = l_1' \frac{\sin(\delta_1 - \psi_1)}{\cos \psi_3} \quad (95)$$

Rezistența la tăiere în proiecția laterală este N_1'' ,

$$N_1''' = L_1 \cdot K_S \quad (96)$$

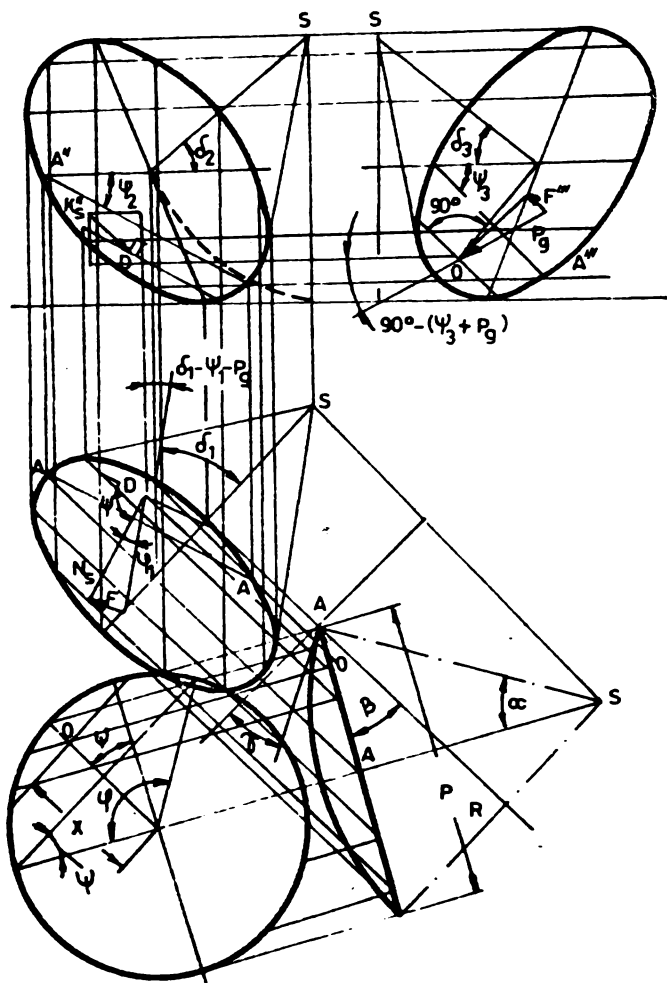


Fig.49. Forțele ce acționează asupra discului.

Componentele forțelor N'_S și N'''_S într-un plan privit din față pe direcția de lucru sînt :

$$N'_S \sin (\delta_1 - \psi_1) \text{ și } N'''_S \cos \psi_3.$$

Compunerea acestor forțe de rezistență dau rezultanta K''_S care se determină cu relația :

$$K''_S = \sqrt{(N'_S \sin (\delta_1 - \psi_1))^2 + (N'''_S \cos \psi_3)^2} \quad (100)$$

Luîndu-se în considerare și rezistențele de frecare, rezistența la tracțiune în plan orizontal R' este

$$R' = \frac{N'_S}{\cos \rho_1} \quad (101)$$

Rezistența la frecare a solului pe suprafața frontală a discului este influențată de coeficientul de frecare

$$\mu_2 = \operatorname{tg} \rho_2. \quad (97)$$

În cazul cînd discul este blocat, rezistența de frecare este mai mare decît în cazul cînd se rotește, coeficientul de frecare în acest caz fiind diferit ($\mu'_2 = \operatorname{tg} \rho'_2$). Experimental s-a determinat în acest caz coeficientul de frecare

$$\mu'_2 = \frac{2}{3} \mu_2, \text{ astfel :}$$

$$\mu'_2 = \frac{2}{3} \mu_2 = \frac{2}{3} \operatorname{tg} \rho_2. \quad (97)$$

Rezistența la frecare F_f este :

- în proiecție orizontală:

$$F'_f = N'_S \operatorname{tg} \rho'_1 \quad (98)$$

- în proiecție laterală:

$$F''_f = N'''_S \operatorname{tg} \rho_1 \quad (99)$$

Aceasta este forța orientată față de peretele brazdei sub unghi de

$$\delta_1 - \psi_1 - \rho'_1 \quad (102)$$

Rezistența la tracțiune în plan vertical este :

$$R'' = \frac{N''_s}{\cos \rho'_1} \quad (103)$$

Aceasta este orientată sub unghi de $90^\circ - (\psi_3 + \rho'_1)$ față de fundul brazdei.

Rezultanta rezistenței la tracțiune pe direcția de lucru este :

$$P_{pt} = \frac{N''_s}{\cos \rho'_1} \cos (\delta_1 - \psi_1 - \rho'_1) + \frac{N''_s}{\cos \psi'_1} \sin (\psi_3 + \rho'_1) \quad (104)$$

Rezistența specifică convențională a plugului cu discuri k este :

$$k = \frac{P_{pt}}{b_n \cdot t_n} \quad (105)$$

în care b_n este lățimea de lucru ; t_n este adâncimea de lucru.

Forțele de rezistență opuse de sol la deplasarea discului [2, 15] în procesul de lucru și sub acțiunea cărora discul trebuie să fie echilibrat pot fi reduse la două componente : reacțiunea R ce lucrează în planul tangent la tăișul discului (este rezultată forțelor de reacțiune ce acționează pe esegmentul de cerc al tăișului ce pătrunde în sol) și R_N rezultanta reacțiunilor ce se exercită pe sectorul de cerc care dislocă brazda (fig.50) trebuie observat faptul că forțele R și R_N nu se intersectează în spațiu și deci nu pot da o rezultantă comună. Ca urmare pentru calculele de rezistență se va lucra, cu proiecțiile lor pe axele de coordonate rectangulare.

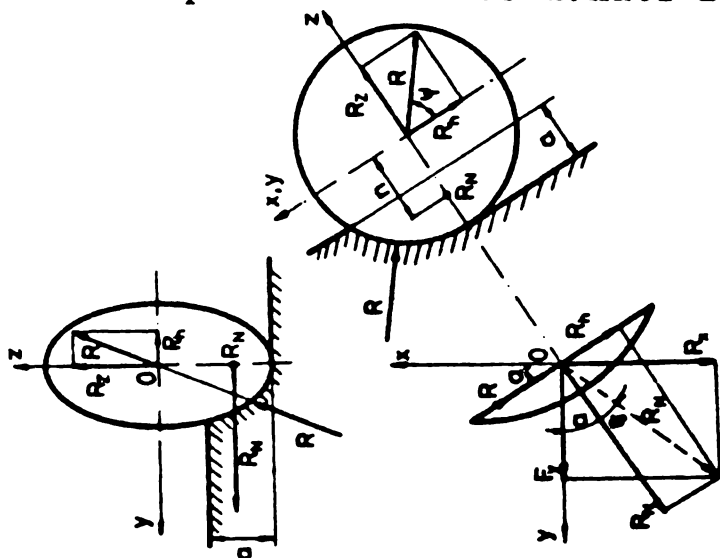


Fig.50. Schema forțelor ce acționează asupra discului sferic în procesul de lucru.

Forța R se descompune într-o componentă verticală R_z și una orizontală R_h . Din fig. 50 se deduce:

$$R_z = R \cdot \sin \psi \quad (106)$$

$$R_h = R \cdot \cos \psi \quad (107)$$

Din compunerea forțelor orizontale R_N și R_h va apare rezultanta R_{xy} ce se descompune în cele două componente după axele x și y

$$R_x = R_{xy} \cdot \sin(\alpha + \varphi) \quad (108)$$

$$R_y = R_{xy} \cdot \cos(\alpha + \varphi) \quad (109)$$

Calculul analitic [15] al componentelor după cele trei axe de coordonate se poate realiza numai după o prealabilă dinamometrare a mașinii, în urma căreia se poate determina componenta R_x , ce se distribuie după direcția de înaintare, celelalte componente se calculează în funcție de aceasta.

$$R_y = R_x \operatorname{ctg}(\alpha + \varphi) \quad (110)$$

deoarece,

$$R_z = R_h \operatorname{tg} \psi \quad (111)$$

$$R_h = R_{xy} \sin \varphi \quad (112)$$

$$R_{xy} = R_x \cdot \frac{1}{\sin(\alpha + \varphi)} \quad (113)$$

se obține :

$$R_z = R_x \frac{\sin \varphi}{\sin(\alpha + \varphi)} \operatorname{tg} \psi \quad (114)$$

Notînd : $\operatorname{ctg}(\alpha + \varphi) = A$

și

$$\frac{\sin \varphi}{\sin(\alpha + \varphi)} = B$$

se obțin expresiile:

$$R_y = A \cdot R_x \quad (115)$$

$$R_z = B R_x$$

O altă formă [2] de exprimare a solicitărilor la care este supus discul, este arătată în fig. 51. În acest caz, reacția solului asupra discului se reduce la două forțe V și R_h ce nu se

intersectează.

Sub acțiunea forței V se produce un cuplu V_a care tinde să rotească discul în jurul unei axe paralele cu direcția de înaintare. Cu

Cuplul este întotdeauna în sensul acelor unui ceasornic, pentru un plug cu discuri privit din față. Forța R_h este rezultanta forțelor componente S și L sau T și M .

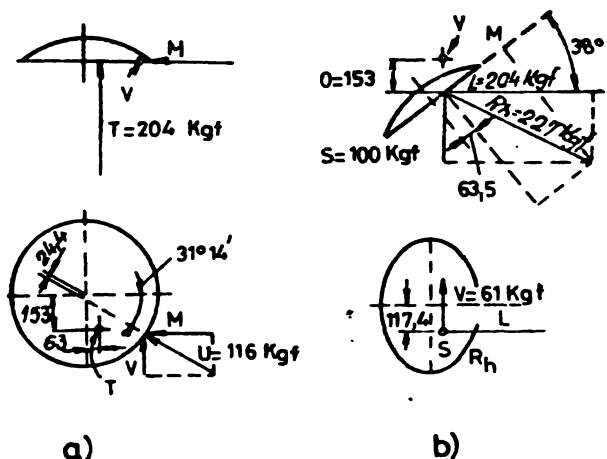


Fig. 51. Reprezentarea simplificată a forțelor ce acționează asupra unui disc.

7. Concluzii

1. Uneltele și mașinile agricole folosite la lucrările solului trebuie să fie astfel construite și reglate în timpul lucrului încît solul supus solicitărilor de compresiune, întindere și tăiere să necesite un consum minim de energie, respectiv eforturile unitare normale și tangențiale ce apar în timpul executării lucrărilor de deformare a solului, trebuie să aibă valori mici. Orice nerespectare cît de mică față de unghiurile, poziția și starea tehnică a organelor de lucru de la mașinile și uneltele pentru lucrările solului duce imediat la mărirea considerabilă a eforturilor ce apar la lucrarea solului. Ca urmare trebuie dată o mare atenție cunoașterii și respectării cu mare exigență a tuturor parametrilor constructivi și funcționali ai mașinilor destinate lucrărilor solului deoarece acestea consumă cea mai mare parte de cantitate de energie și combustibil.

2. Urmînd succesiv planurile orizontale formate de suprafața solului și marginea discului care se află la fundul brazdei, se poate deduce că, accelerația particulelor de sol se micșorează și ajunge la o valoare nulă la marginea inferioară a discului. Această schimbare de accelerație odată cu adîncimea, conduce la dezintegrarea solului. Aceasta este în funcție și de curbura discului și de unghiuri de așezare a acestuia. Se constată că, la început solul se tasează și în urmă ia naștere o

destrămare a solului prin forfecare.

3. Traiectoriile descrise de punctele discului sferic și procesul de lucru și de stratul de sol pe suprafața discului, depind de viteza de deplasare a agregatului, de raza de curbură a discului, de semiunghiul la vîrf al sectorului de sferă, de unghiul de atac și de unghiul de înclinație.

Deplasarea laterală a particulelor de sol în procesul de lucru la plugul cu discuri, este determinată de frecvența de rotație a discurilor, iar aceasta din urmă este dependentă de viteza de deplasare a plugului, de unghiul de atac și de unghiul de înclinație.

4. O cale pentru calculul rezistenței la tracțiune se pleacă de la rezistența specifică a solului la tăiere, determinată experimental pentru diferite tipuri de soluri raportată la lungimea muchiei tăietoare a discului. A doua formă de calcul analitic al componentelor după cele trei axe coordonate, se poate realiza numai după o prealabilă dinamometrare a mașinii în urma căreia se poate determina componenta " R_x " după direcția de înaintare ; celelalte componente se calculează în funcție de aceasta. O altă formă de exprimare a solicitărilor la care este supus discul necesită reducerea reacției solului la două forțe ce nu se intersectează.

C A P I T O L U L II

CONTINUTUL TEORETICE PRIVIND REDUCEREA REZISTENȚEI LA TRACȚIUNE A PLUGURILOR CU DISCURI SEMBRICE CONCAVE

§ 1. Analiza teoretică a forței de rezistență la tracțiune a plugurilor cu discuri electrice concave.

Rezistența la tracțiune a plugurilor cu discuri se compune din următoarele rezistențe parțiale;

- forțe necesare pentru tăierea solului;
- forțe de împingere și accelerare a solului;
- forțe de deformare a solului pe suprafața de lucru a discului;
- forțe de frecare pe suprafața de lucru.

După cum am menționat în partea I.-a [73] sistemul de coordonate la disc (sistemul discului) este rotit cu unghiurile α (de atac) și β (de înclinație) față de sistemul plugului

Rezistența orizontală a solului la deplasarea discului poate fi calculată prin relația:

$$Z_0 = KS \quad (117)$$

în care: Z_0 este rezistența orizontală a solului după direcția de înaintare și K - rezistența specifică a solului ;
 S - secțiunea transversală a solului decupat de organele de lucru ale plugurilor cu discuri.

Această secțiune poate fi determinată, în cazul discurilor care nu se suprapun, folosind relația:

$$S = \frac{D}{8} \left(\frac{\pi}{180} \cdot \psi \sin \psi \right) \quad (118)$$

în care ψ este unghiul central care cuprinde arcul ce se află în sol;

În cazul discurilor care se suprapun, secțiunea transversală poate fi determinată cu relația:

$$S = (bh - B)_n \quad (119)$$

in care:

b - este distanța dintre proiecțiile discului pe plan orizontal;

h - adâncimea de lucru;

n - numărul discurilor plugului.

$$B = b(R - R^2 - A^2) \cos \beta - \left[\frac{\pi}{2} - \arccos \frac{A}{R} - \frac{A}{R} \sqrt{\left(1 - \frac{A^2}{R^2}\right) R^2} \right] \sin \alpha \sin \beta.$$

unde $R = \frac{D}{2}$ este raza discului, α - unghiul de atac, β - unghiul de înclinare.

$$A = \sqrt{\frac{2b}{4 \sin^2 \alpha}}$$

Forțele Z , S și V pot fi determinate după cum urmează la rezistența orizontală a solului Z_0 din ecuația (117) se mai adaugă rezistențele provocate de rezultanta spațială R și de greutatea plugului.

Datorită rezultantei R ia naștere o forță laterală pe perețele brazdei care se opune direcției de mișcare sub unghiul față de normală S_N (fig.52). De asemenea, datorită rezultantei R și masei G ia naștere o forță verticală V sub același unghi față de verticală V_N și care acționează pe fundul brazdei.

Prin calculul din fig.52 se obține

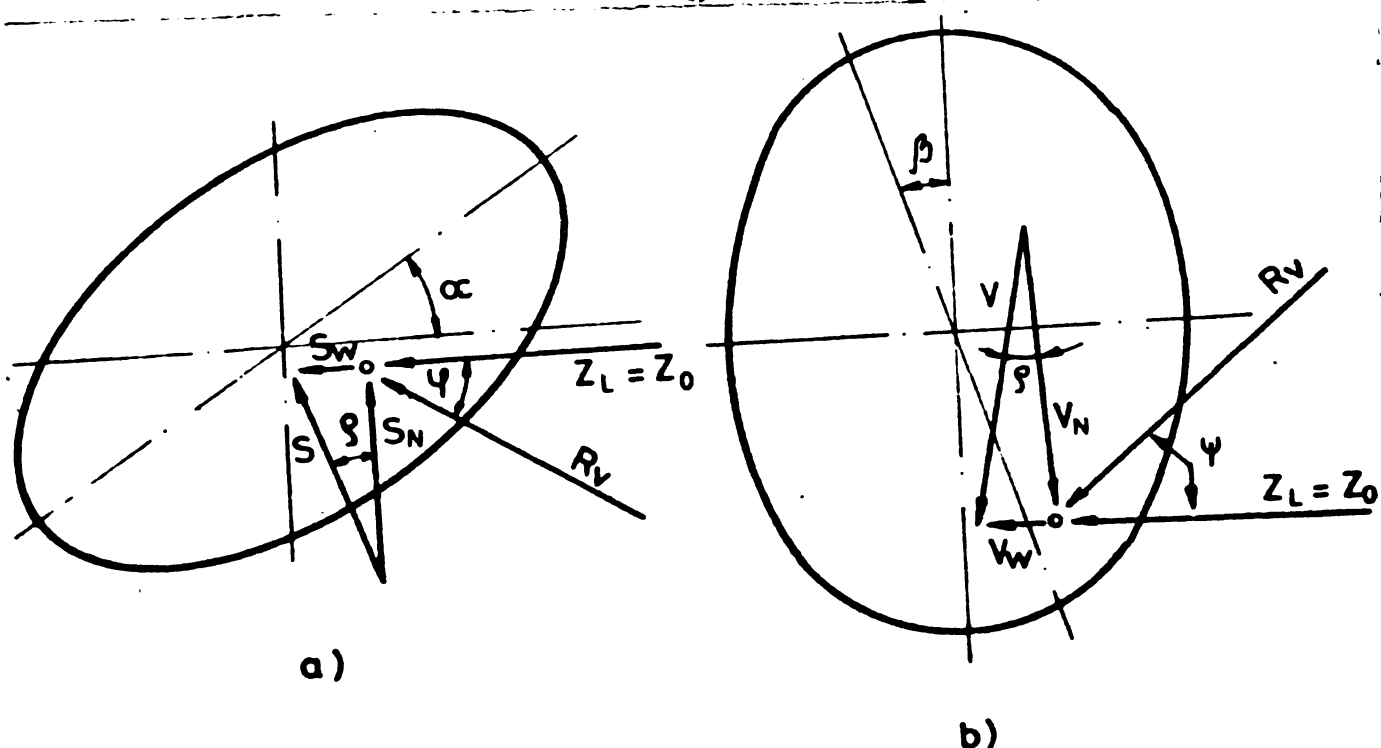


Fig.52. Forțele de rezistență ce apar la discul plugului.

a - plan orizontal

b - plan vertical.

$$\text{Forța laterală : } S_N = S \cos \zeta \quad (120)$$

$$S_W = S \sin \zeta \quad (121)$$

$$\text{Forța verticală } V_N = V \cos \zeta \quad (122)$$

$$V = V \sin \zeta \quad (123)$$

$$\text{Rezultă } \operatorname{tg} \zeta = \mu = -\frac{V_W}{V_N} = \frac{S_W}{S_N} \quad (124)$$

în care μ este coeficientul de frecare exterioară a solului;
 ζ - unghiul de frecare; N - componenta normală, W - componenta de frecare.

Forța longitudinală (fără componenta forței de rezistență la răsucire de sprijin și fără influențe secundare pe direcția de înaintare, influențe care pot fi provocate de exemplu, de un reglaj incorect al plugului sau al ridicătorului) este dată de relația:

$$Z_L = Z_0 + V_W + S_W \quad (125)$$

în care L este forța longitudinală, 0 - fără frecare pe peretele sau fundul brazdei. Din fig. 31 rezultă:

$$Z_0 = N \cdot \cos \alpha \cdot \sin \beta - T_v \cdot \cos \beta - T_w \cdot \sin \alpha \cdot \sin \beta \quad (126)$$

Proiecția și direcția axei rezultantei forțelor de reacțiune ale solului se obțin prin calcul în felul următor:

După cum se cunoaște din literatura de specialitate, sistemul forțelor și al momentelor, în cazul plugurilor cu discuri, se reduce la o rezultantă Q și un cuplu M (fig.53). Fiind două forțe care se încrucișează dar nu se întalnesc, ele se pot înlocui printr-o cruce de forță.

Pentru că transformarea într-o elice de forță se apropie foarte mult de efectul unei singure forțe, forța Q și momentul M , pot fi transformate într-o elice de forțe a cărei axă determină un punct de suprafață organului activ, în care sînt reunite forțele spațiale, în forța rezultantă R_0 și momentul rezidual cel mai mic care se rotește în jurul lui R_0 .

Axa elicei de forțe va fi paralelă cu rezultanta Q situată la o distanță "d" de origine pe plan perpendicular la planul unde se găsește rezultanta Q și cuplul M .

$$d = |M| \sin \psi / |Q| \quad (127)$$

în care ψ este unghiul între vectorii M și Q .

$$|Q| = (L^2 + S^2 + V^2)^{1/2} \quad (128)$$

$$|M| = (R^2 + P^2 + Y^2)^{1/2} \quad (129)$$

în care L_1, S_1, V_1 și R_1, P_1, Y_1 sînt componente ale lui Q , respectiv M .

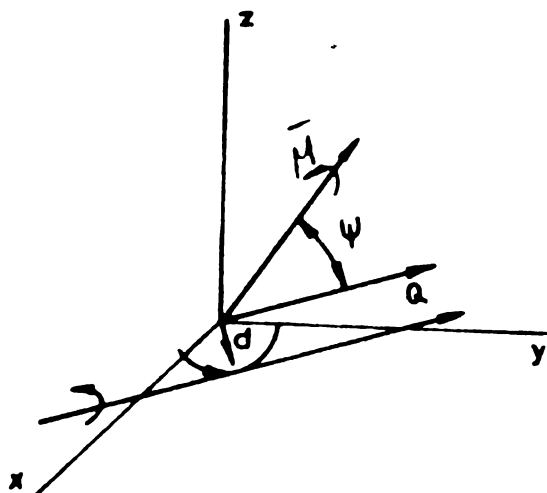


Fig.53. Elicea de forțe și momentul rezidual.

ca urmare poziția axei elicei de forțe din origine, în coordonate rectangulare este dată de relația :

$$dr = d (xi + yj + zk) \quad (133)$$

în care r este vectorul unitate.

Vectorul unitate este determinat prin împărțirea componentelor rectangulare ale produsului la mărimea acestuia, adică

$$x = LY - VR / |Q \cdot M| \quad (134)$$

$$y = VP - SY / |Q \cdot M| \quad (135)$$

$$z = SR - LP / |Q \cdot M| \quad (136)$$

unde $|Q \cdot M| = |Q| \cdot |M| \sin \psi$

Proiecția axei elicei de forțe este dată de coordonatele:

Se cunoaște că scalarul sau produsul a doi vectori este dat de mărimea vectorilor și cosinusul unghiului dintre ei. Deci:

$$Q \cdot M = |Q| \cdot |M| \cos \psi \quad (130)$$

Produsul scalar, al celor doi vectori, în coordonate rectangulare, este dat de :

$$Q \cdot M = LR + VY + SP \quad (131)$$

deci:

$$\psi = \cos^{-1} (LR + VY + SP) / |Q| \cdot |M| \quad (132)$$

Vectorul sau produsul vectorial este un vector perpendicular pe planul unde se află aceștia, așa dar

vectorul va avea aceeași direcție cu brațul momentului „d” de mai sus și

ca urmare poziția axei elicei de forțe din origine, în coordonate rectangulare este dată de relația :

$$dr = d (xi + yj + zk) \quad (133)$$

în care r este vectorul unitate.

Vectorul unitate este determinat prin împărțirea componentelor rectangulare ale produsului la mărimea acestuia, adică

$$x = LY - VR / |Q \cdot M| \quad (134)$$

$$y = VP - SY / |Q \cdot M| \quad (135)$$

$$z = SR - LP / |Q \cdot M| \quad (136)$$

unde $|Q \cdot M| = |Q| \cdot |M| \sin \psi$

Proiecția axei elicei de forțe este dată de coordonatele:

dx, dz în planul orizontal

dy, dz în planul vertical perpendicular pe direcția de înaintare

dx, dz în planul vertical paralel cu direcția de înaintare.

Direcția axei elicei de forțe poate fi dată de unghiul de proiecție a axei elicei și direcția de înaintare și anume:

$\text{tg}^{-1} S/L$ în planul orizontal

$\text{tg}^{-1} V/L$ în planul vertical, paralel cu direcția de înaintare.

Direcția elicei de forțe în planul vertical, perpendicular pe direcția de înaintare este dată de unghiul făcut de proiecția axei elicei de forțe și axa verticală :

$\text{tg}^{-1} S/V$

Din cele arătate mai sus se poate determina rezistența solului, pornind de la tăiere precum și de la suprafețe active ale discului (Z_0) în felul următor:

$$Z_0 = R_e \cdot \cos \psi \cdot \cos \varphi \quad (137)$$

în care R_e este rezistența rezultantă a solului ;

ψ - unghiul de deviere în planul orizontal = $\text{tg}^{-1} S/L$;

φ - unghiul de deviere în planul vertical = $\text{tg}^{-1} V/L$

Rezistența orizontală la tracțiune a plugului este dată de:

$$Z_L = R_e \cdot \cos \psi \cdot \cos \varphi + V_w + S_w \quad (138)$$

de aici se poate scrie:

$$R_e = \frac{Z_L - V_w - S_w}{\cos \psi \cos \varphi} = \frac{Z_0}{\cos \psi \cdot \cos \varphi} \quad (139)$$

Din relațiile (120, 121, 122, 123, 124) se obține

$$V_w = V_N \mu \quad (140)$$

$$S_w = S_N \mu$$

Din figura 52 se constată că :

$$V_N = R_{e_v} \sin \varphi \text{ și} \quad (141)$$

$$S_N = R_{e_N} \sin \varphi \quad (142)$$

sau
$$V_N = Z_0 \operatorname{tg} \varphi \quad (143)$$

și
$$S_N = Z_0 \operatorname{tg} \varphi \quad (144)$$

Prin înlocuire în ecuațiile (140) se obține

$$V_w = \mu Z_0 \operatorname{tg} \varphi \quad (145)$$

și
$$S_w = \mu Z_0 \operatorname{tg} \varphi \quad (146)$$

Înlocuind în relația (139) rezultă:

$$R_e = \frac{Z - \mu Z_0 (\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \psi)}{\cos \varphi \cos \psi} \quad (147)$$

Din ecuația (125) se obține

$$Z_0 = Z_L - V_w - S_w \quad (148)$$

în care Z_0 este rezistența orizontală a solului la tăiere și sub acțiunea activă a discului

Relația (117) ne dă:

$$Z_0 = k S'$$

Deci rezistența specifică^w a solului este:

$$k = \frac{Z_L - V_w - S_w}{S} \quad (149)$$

și rezistența specifică la tracțiune

$$w_2 = \frac{Z_L}{S} \quad (150)$$

Din cele arătate mai sus se obține relația pentru rezistența la tracțiune a plugului cu discuri, prin înlocuirea relațiilor (145) și (146) în (125) după cum urmează:

$$Z_L = Z_0 [1 + \mu (\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \psi)] \quad (151)$$

§.2. Forța de rezistență a solului la tăiere sub acțiunea tăieșului discului.

Pentru calculul acestei forțe se poate aprecia că

solul este perfect omogen iar rotirea discului în planul deplasării se face datorită unei rostogoliri fără alunecare. În această ipoteză rezistența specifică a solului, la tăiere este uniform repartizată pe lungimea tăișului.

Considerând o lungime elementară dl a tăișului în planul ZOx din fig. 54 vom scrie rezistența elementară dR_t față de centrul de rotație instantaneu L.

$$dR_t = k_t \cdot dl = k_t \cdot \frac{D}{2} d\theta \quad (152)$$

în care k este rezistența specifică a solului la tăiere;

$dl = \frac{D}{2} d\theta$ lungimea elementară a tăișului ; $d\theta$ - unghiul la centrul corespunzător arcului dl .

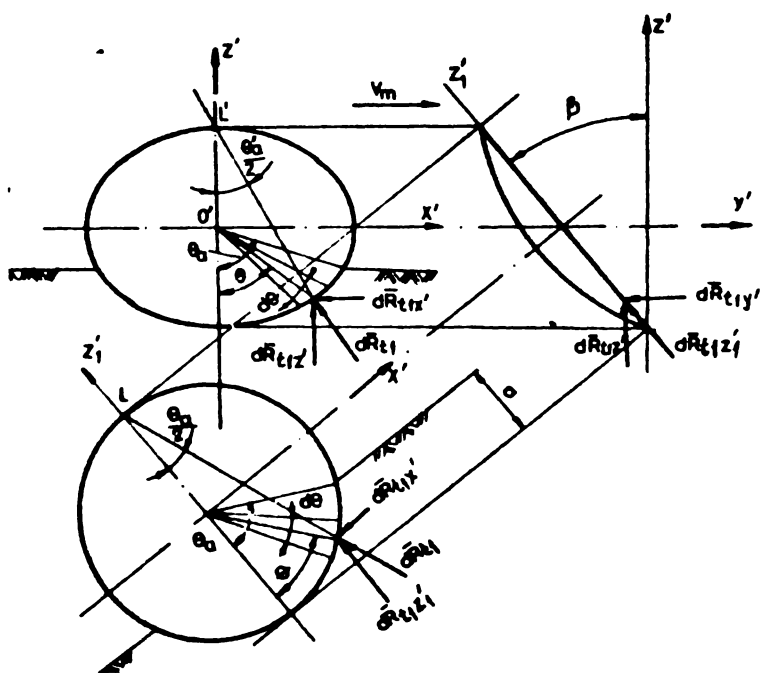


Fig.54. Schema forțelor de rezistență a solului la tăiere.

Proiecțiile pe cele două axe ale rezistenței elementare la tăiere a solului se obțin din:

$$dR_{t1x1} = k_t \cdot \frac{D}{2} \sin \frac{\theta}{2} d\theta \quad (153)$$

$$dR_{t1z1} = k_t \cdot \frac{D}{2} \cos \frac{\theta}{2} d\theta \quad (154)$$

Proiectarea acestor valori în sistemul trioc-togonal X'O'Y' rezultă în următoarele valori ale rezistenței la tăiere

$$dR_{t1x'} = k_t \cdot \frac{D}{2} \cdot \sin \frac{\theta}{2} \cdot d\theta \quad (155)$$

$$dR_{t1y'} = dR_{t1z1} \cdot \sin \beta \quad (156)$$

$$dR_{t1z'} = dR_{t1z1} \cdot \cos \beta \quad (157)$$

Observând în fig. 54 în care discul inclinat se rotește față de O cu unghiul α putem scrie:

$$dR_{tx} = dR_{t_1x} + dR_{t_1y} \cdot \sin \alpha \quad (158)$$

$$dR_{ty} = dR_{t_1y} + dR_{t_1x} \cdot \sin \alpha \quad (159)$$

$$dR_{tz} = dR_{t_1z} \cdot \cos \alpha \quad (160)$$

Din înlocuire rezultă:

$$dR_{tx} = k_t \cdot \frac{D}{2} \cdot \cos \alpha \cdot \sin \frac{\theta}{2} d\theta + k_t \cdot \frac{D}{2} \sin \alpha \cos \beta \cos \frac{\theta}{2} d\theta \quad (161)$$

$$dR_{ty} = k_t \cdot \frac{D}{2} \cdot \cos \alpha \cos \beta \cos \frac{\theta}{2} d\theta + k_t \cdot \frac{D}{2} \sin \alpha \sin \frac{\theta}{2} d\theta \quad (162)$$

$$dR_{tz} = k_t \cdot \frac{D}{2} \sin \beta \cdot \cos \alpha \cos \frac{\theta}{2} d\theta \quad (163)$$

Prin integrarea expresiilor dinainte în domeniul $0 - \theta_a$ se obține :

$$R_{tx} = \int_0^{\theta_a} dR_{tx} \quad (164)$$

$$R_{ty} = \int_0^{\theta_a} dR_{ty} \quad (165)$$

$$R_{tz} = \int_0^{\theta_a} dR_{tz} \quad (166)$$

Exprimînd funcțiile trigonometrice $\cos \theta_a$ și $\sin \theta_a$ în funcție de parametrii constructivi și funcționali ai discului din fig. 54 rezultă:

$$\cos \theta_a = \frac{D - 2a}{D} \quad (167)$$

$$\sin \theta_a = \frac{2\sqrt{a(D-a)}}{D} \quad (168)$$

în care:

θ_a este unghiul la centru corespunzător lungimii tăieșului care execută tăierea solului.

Folosind formulele trigonometrice ale jumătății de unghi, din relațiile de mai sus avem:

$$\cos \frac{\theta_a}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos \theta_a}{2}} = \sqrt{1 - \frac{a}{D}} \quad (169)$$

$$\sin \frac{\theta_a}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos \theta_a}{2}} = \sqrt{\frac{a}{D}} \quad (170)$$

Valorile rezistentelor la tăiere după axele de coordonate după integrare sînt;

$$R_{tx} = k_t \cdot \cos \alpha \left(D - \sqrt{D(D-a)} \right) + k_t \cdot \sin \alpha \cos \beta \sqrt{D \cdot a} \quad (171)$$

$$R_{ty} = k_t \cdot \cos \alpha \cos \beta \sqrt{D \cdot a} + k_t \cdot \sin \alpha \left(D - \sqrt{D(D-a)} \right) \quad (172)$$

$$R_{tz} = k_t \cdot \sin \beta \cdot \cos \alpha \sqrt{a \cdot D} \quad (173)$$

§ 3. Forța necesară pentru deformarea solului pe suprafața anterioară a discului.

La deplasarea pe direcția de înaintare, discul exercită o presiune asupra solului. Direcția acestei presiuni este în funcție de unghiul de atac, de unghiul de înclinație și de raza de curbură.

Ca rezultat al deplasării organului de lucru, solul va fi comprimat. Comprimarea solului va continua pînă cînd presiunea exercitată pe sol va fi egală cu presiunea de forfecare.

În cazul că presiunea este mai mare sau egală cu valoarea presiunii de forfecare, solul se va rupe în planuri de forfecare, la circa 45° față de verticală, fig.55.

Planurile de forfecare ce apar ca o consecință a presiunii discului asupra solului, sînt de două feluri și anume;

- Planurile principale de forfecare, care sînt datorate presiunii paralele cu direcția de înaintare. Ele sînt primele planuri ce apar și sînt la distanțe egale între ele. Mărimea acestei distanțe este condiționată de tipul și proprietățile fizice ale solului.

- Planurile secundare de forfecare sînt datorate forței perpendiculare pe direcția de înaintare. Se constată că, în cazul discului vertical plan, solul este forțat de presiunea orizontală să alunece după planuri de forfecare, adică în acest caz (raza de curbură fiind infinită), nu apare componenta verticală. În cazul discului sferic, cavitatea rezultă în componenta verticală și solul este forțat de jos în sus. Mișcarea particulelor de sol pe suprafața organului activ este condiționată de

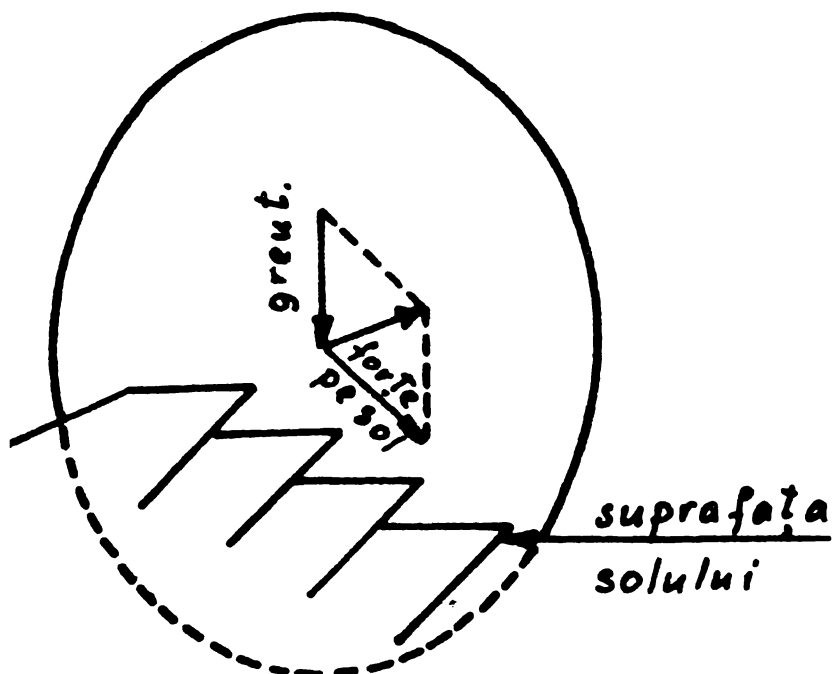


Fig.55. Forțele ce acționează pe disc și planurile de forfecare.

presiunea exercitată pe suprafața solului și de rezistența acestuia la mișcarea discului. Atât unghiurile de așezare ale discului, cât și raza de curbură a acestuia dau naștere la o accelerare a mișcării laterale ale solului, ce rezultă în planurile secundare de forfecare.

După cum se știe, linia de forfecare ce rezultă la deplasarea cuțitului în sol, este forma unui triunghi pe suprafața solului. În cazul discului sferic plasat înclinat atât față de di-

recția de înaintare, cât și față de verticală, se vor obține două triunghiuri (fig.56).

Considerând că apar mai întâi planurile de forfecare perpendiculare pe direcția de înaintare și apoi apar și planurile de forfecare paralele cu direcția de înaintare.

În ceea ce privește deformarea solului prin forfecare, este evident că teorema lui Coulomb este aplicabilă în cazul mașinii agricole pentru prelucrarea solului. Conform acestei teoreme, solul se va destrăma atunci când presiunea de forfecare pe o suprafață oarecare ajunge la o valoare dată de:

$$S = C + \sigma \operatorname{tg} \phi \quad (174)$$

unde S - presiunea de forfecare;

σ - presiunea normală;

C - coeziunea aparentă ;

ϕ - unghiul de rezistență la forfecare, egal cu unghiul de frecare interioară.

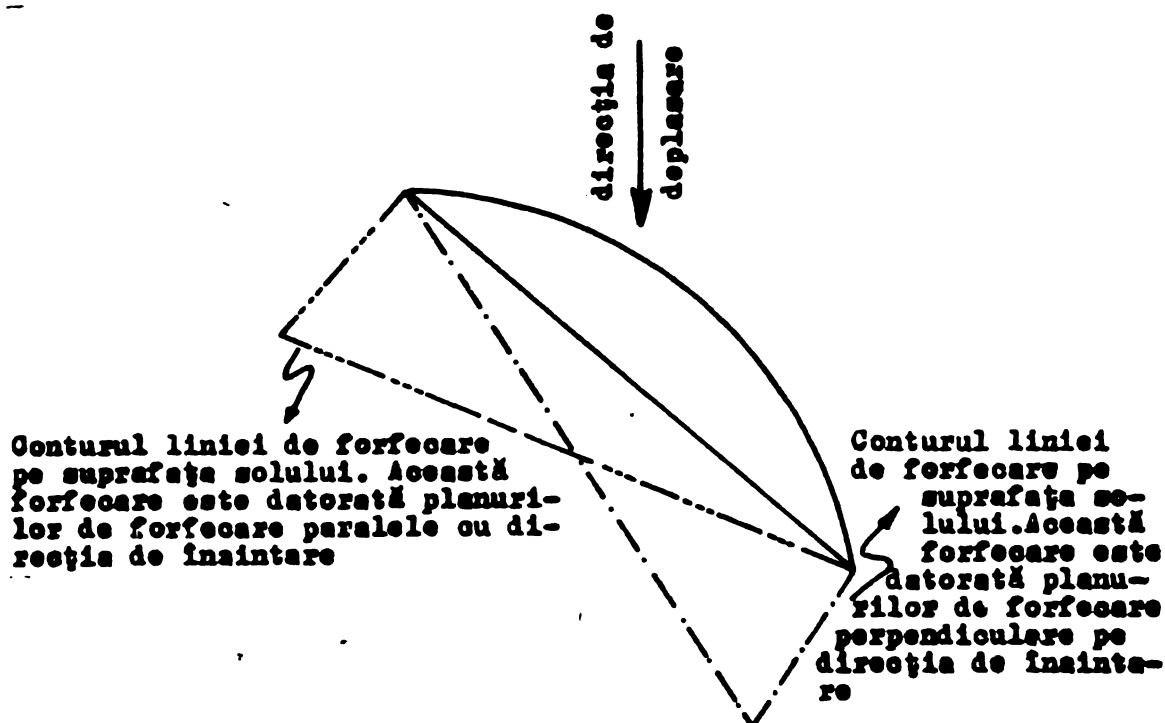


Fig.56. Planuri principale și secundare de forfecare la disc de la plugul cu discuri.

§ 4. Stabilirea parametrilor constructivi și funcționali corespunzătorii reducerii forței de rezistență la tracțiune a discului sferic concav.

În lucru, rezistența la tracțiune a discului în sol este condiționată de forța de tracțiune la deplasarea plugului, (de apăsarea specifică pe disc) și respectiv componenta orizontală de rezistență opuse de sol la deplasarea discului în procesul de lucru.

Forțele de rezistență opuse de sol la deplasarea discului în procesul de lucru se compun din:

- forțe de rezistență a solului la tăiere sub acțiunea tăișului R_t
- forțe de rezistență a solului la deformare sub acțiunea suprafeței anterioare a discului, R_a
- forțe de rezistență a solului la deformare sub acțiunea suprafeței posterioare a discului, R_p .
- forța de frecare dintre sol și suprafața activă a discului, F .
- forța datorită excedentului de impuls comunicat solului după tăiere, F_E .

Componenta orizontală (după direcția de înaintare) a forței de tăiere sub acțiunea tăigului, cum s-a arătat în ecuația (171) este:

$$R_{tx} = k_t \cdot \cos \alpha \cdot \left(D - \sqrt{(D-a)} \right) + k_t \cdot \sin \alpha \cos \beta \sqrt{D \cdot a}$$

în care : a este adâncimea de pătrundere a discului în sol;
 D - diametrul discului; k_t - rezistența specifică a solului la tăiere.

În ceea ce privește forța de rezistență la deformare, sub acțiunea suprafeței anterioare a discului, multitudinea de factori care condiționează determinarea acestei forțe fac imposibile determinarea aceasta pe care analitică.

Pentru a o aproxima suficient de exact, pentru ai pune în concordanță valoarea cu factori constructivi și funcționali se va căuta să se determine stabilind ipotezele:

- forța acționează în planul axei verticale de simetrie a discului.

- forța de compresiune exercitată de disc asupra solului să dea naștere la un efort de sol ce nu-l deformează.

Pentru ilustrarea valorilor eforturilor de compresiune din soluri ce nu provoacă deformații se să domeniul de valori orientative pentru o multitudine de tipuri de sol

$$G_{ac} = (5 - 1) \text{ kgf/cm}^2$$

Se aproximează această forță folosind relația dintre efortul de compresiune și suprafața pe care se aplică aceasta.

În figura 57 considerînd că forța R_a acționează după direcția $O_1 E$ se poate determina cu suficientă aproximație ecuațiile acesteia după axele de coordonate:

Dacă se scrie:

$$\overline{OE} = \frac{a}{\cos \beta} \quad (175)$$

se află unghiul δ_4

$$\sin \delta_4 = \frac{\frac{D}{2} - \overline{OE}}{\frac{D}{2} \cos \delta_0} \quad (176)$$

în care δ_0 este un unghi caracteristic discului;

Deci:

$$\delta_4 = \arcsin \frac{\frac{D}{2} - \frac{a}{\cos \beta}}{\frac{D}{2} \cos \delta_0} \quad (177)$$

In continuare se observă că, în $O'O_1M$ sînt următoarele valori pentru unghiurile:

$$\sphericalangle O_1O_1'M = \beta$$

$$\sphericalangle O_1O_1'M = \delta_4$$

$$O_1MO' = 180 - \beta - \delta_4$$

ceea ce se arată că, direcția forței R_a considerată face cu planul OXY un unghi $\beta - \delta_4$. Această observație se va folosi în cele ce urmează.

Se scrie ariile următoarelor suprafețe:

$$S_{AOB} = \frac{1}{2} \left(\frac{D}{2}\right)^2 \left(\frac{\pi \theta_a}{120} - \sin \theta_a\right) \quad (178)$$

unde

$$\theta_a = \arccos \frac{\frac{D}{2} - \frac{a}{\cos \beta}}{\frac{D}{2}}$$

și

$$S_{ARB} = \frac{1}{2} \left(\frac{D}{2}\right)^2 \left(-\frac{\pi \delta}{180} - \delta\right) \quad (179)$$

(pt. δ vezi fig. 58.)

Apoi se proiectează aceste suprafețe pe planul XOY în următorul mod:

$$S_{(AOB)XOY} = S_{AOB} \cdot \sin \beta \quad (180)$$

$$S_{ADB} = S_{ARB} = \frac{1}{\cos(\beta - \delta_4)} \quad (181)$$

Intrucît exprimarea suprafeței feliei din calota sferică a discului ce acționează prin comprimare asupra solului este de utilizat se folosește expresia proiecției acesteia pe planul XOY care se identică cu suma:

$$S_{(AOB)XOY} + S_{ADB} = S_a \quad (182)$$

cu ajutorul acesteia se determină valoarea forței de rezistență a solului la deformare sub acțiunea suprafeței anterioare a

discului după direcția Z :

Rezultă:

$$R_{az} = C_{az} \cdot S_a \cdot \sigma_{ac} \quad (133)$$

unde $C_{az} \approx 1.1.$

Apoi se determină:

$$R_a = \frac{R_{az}}{\cos(90 - \beta - \delta_4)} \quad (134)$$

$$R_{ax} = R_a \cos(\beta - \delta_4) \cdot \cos(90 - \alpha) \quad (135)$$

$$R_{ay} = R_a \cos(\beta - \delta_4) \cdot \cos \alpha \quad (136)$$

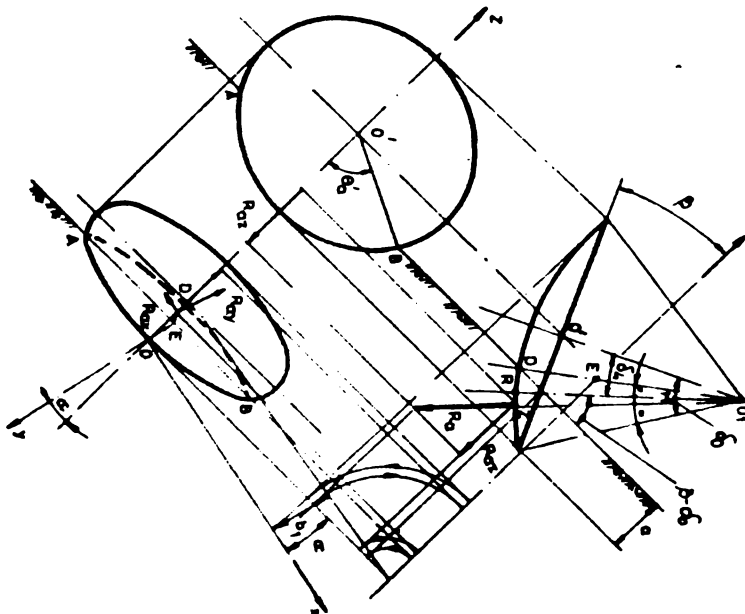


Fig. 57. Schema forțelor de rezistență a solului la deformarea sub acțiunea anterioară.

În ceea ce privește forța de rezistență a solului la deformarea sub acțiunea suprafeței posterioare, această forță are posibilitatea de a fi determinată aproximativ dacă se face ipoteza că:

- efortul la compresiune sub care se deformează la acțiunea discului este σ_{ac} .

Pentru descrierea acestei forțe prin ecuații se urmărește fig. 58. se scrie conform arcelor, observate din figură:

$$AB = 2 - \frac{D}{2} (1 - \cos \theta_a) \quad (137)$$

$$\int \text{arc sin} \frac{2R}{D(1 - \cos \theta_a)} \quad (138)$$

$$\delta_1 = \frac{360-2\delta}{2} = 180 - \delta \quad (189)$$

$$\delta_2 = 2\delta - 2\alpha \quad (190)$$

$$\frac{BC}{2} = 2R \sin \frac{\delta_2}{2} = 2R \sin (\delta - \alpha) \quad (191)$$

Apoi se proiectează BC pe planul XOY și rezultă:

$$BC' = 2R \sin (\delta - \alpha) \cdot \frac{1}{\cos \beta} \quad (192)$$

Se observă deasemenea că:

$$b_1 = \frac{\frac{D}{2} \cos \alpha}{\cos \beta} \quad (193)$$

$$GH = (\bar{GO})_{xoy} \cdot \operatorname{tg} \alpha = b_1 \operatorname{tg} \alpha \quad (194)$$

unde $(\bar{GO})_{xoy}$ este proiecția dreptei \bar{GO} pe planul xoy.

Se poate scrie cu o foarte bună aproximație:

$$\bar{GB} \hat{=} GH + \frac{EC}{2} \quad (195)$$

sau,

$$\bar{GB} \hat{=} b_1 \operatorname{tg} \alpha + R \sin (\delta - \alpha) \frac{1}{\cos \beta} \quad (196)$$

Segmentele GO și BC sînt perpendiculare și drept urmare suprafața triunghiului OGB cu aria

$$S_{OGB} = \frac{GO \cdot GB}{2}$$

sau,

$$S_{OGB} = \frac{b_1}{\cos \beta} (b \operatorname{tg} \alpha + R \sin (\delta + \alpha)) \frac{1}{\cos \beta} \quad (197)$$

Pe suprafața aceasta se repartizează forța de compresiune exercitată ca reacțiune asupra discului. Forța aceasta se poate scrie:

$$R_p = \sigma_{ac} \cdot S_{OGB} \quad (198)$$

Dar intrucît de la începutul ca efortul σ_{ac} poate fi depășit mai ales la deformarea solurilor compacte neafinate se scrie:

$$R_p = C_p \cdot \sigma_{ac} \cdot S_{OGB} \quad (199)$$

Pentru a exprima ecuațiile rezistenței la deformarea solului sub acțiunea suprafeței posterioare se folosește ca direcție de acțiune a forței R_p direcția $O_1 E$ ceea ce simplifică foarte mult expresia acestuia și se corectează prin coeficienți.

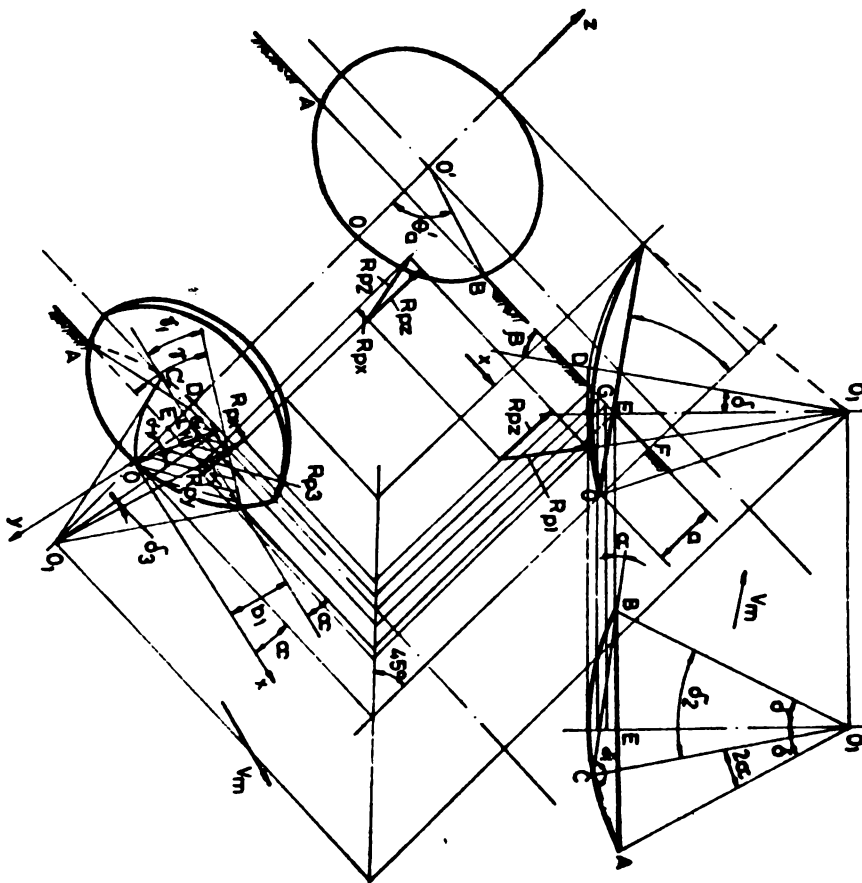


Fig. 58. Schema forțelor de rezistență a solului la deformare sub acțiunea suprafeței posterioare.

Expresiile acestor ecuații privind fig. 57. și 58 se pot scrie astfel;

$$R_{px} = C_{p1} \cdot R_p \cdot \sin \delta \cdot \cos (\beta + \delta_4) \quad (200)$$

$$R_{py} = C_{p2} \cdot R_p \cdot \cos \delta \cdot \cos (\beta + \delta_4) \quad (201)$$

$$R_{pz} = C_{p3} \cdot R_p \cdot \sin (\beta + \delta_4) \quad (202)$$

unde

$$C_{p1} \approx 0,3 \cdot 0,95$$

$$C_{p2} \approx 1,3 \cdot 0,95$$

$$C_{p3} \approx 1,1 \cdot 0,95$$

Descrierea forței de frecare a discului cu solul este și ea ca și celelalte reacțiuni ale solului la acțiunea discului

destul de greu de exprimat printr-o formulă, mai ales că pe conturul brazdei sau pe partea concavă a discului forța de frecare nu se poate considera uniform repartizată. De aceea se urmărește această forță și modul cum ea poate acționa după componentele ortogonale ale forțelor ce dau naștere la frecare pe suprafața discului.

Forța de rezistență la frecare F a solului este influențată de coeficientul de frecare. În general putem scrie forța de frecare astfel:

$$F = \mu_g R_p + \mu_g R_a \quad (203)$$

unde μ_g este coeficientul de frecare.

În cazul când discul este blocat rezistența de frecare F este mai mare decât în cazul când discul se rotește, coeficientul în acest caz fiind diferit. Experimental s-a determinat coeficientul de frecare în acest caz $\mu'_g = \frac{2}{3} \mu_g$

Ecuatiile acestei forțe în sistemul de coordonate sînt:

$$F_x = \mu'_g R_{px} + \mu'_g R_{ax} \quad (204)$$

$$F_y = \mu'_g R_{py} + \mu'_g R_{ay} \quad (205)$$

$$F_z = \mu'_g R_{pz} + \mu'_g R_{az} \quad (206)$$

locul de aplicație al acestor componente ale forței de frecare este în punctul P situat în planul tășului și la distanța X de centrul discului Fig.59.

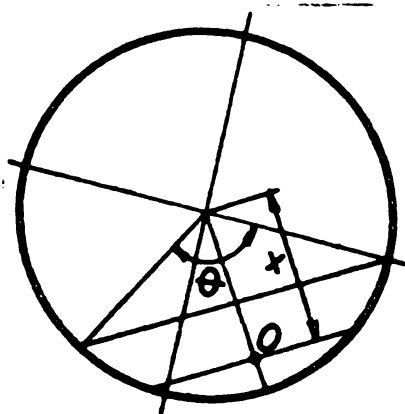


Fig.59. Schema de determinare a centrului de greutate a zonei de lucru a discului.

distanța X se află cu formula:

$$X = \frac{R \sin \frac{\theta}{2}}{\text{arc} \frac{\theta}{2}} \quad (207)$$

Forța excedentară de impuls comunicată solului datorită vitezei de deplasare a plugului cu discuri.

Deși această forță se manifestă asupra solului după toate cele trei direcții ale axelor de coordonate, se va discuta numai cazul acestei forțe dirijate după direcția OX întrucât aceasta se repercutează direct asupra forței de tracțiune a plugului.

Dacă se consideră un element de brazdă de lățime L putem spune conform figurii 60 că diferența impulsurilor comunicate masei de sol între secțiunile I-I și II-II se poate scrie

$$M \cdot V - F_x^0 = MV \cos \theta'_x \quad (203)$$

unde
$$M = \frac{\omega}{g} \cdot S \cdot V$$

S = secțiunea brzdei

$V_m = V =$ viteza de deplasare a plugului.

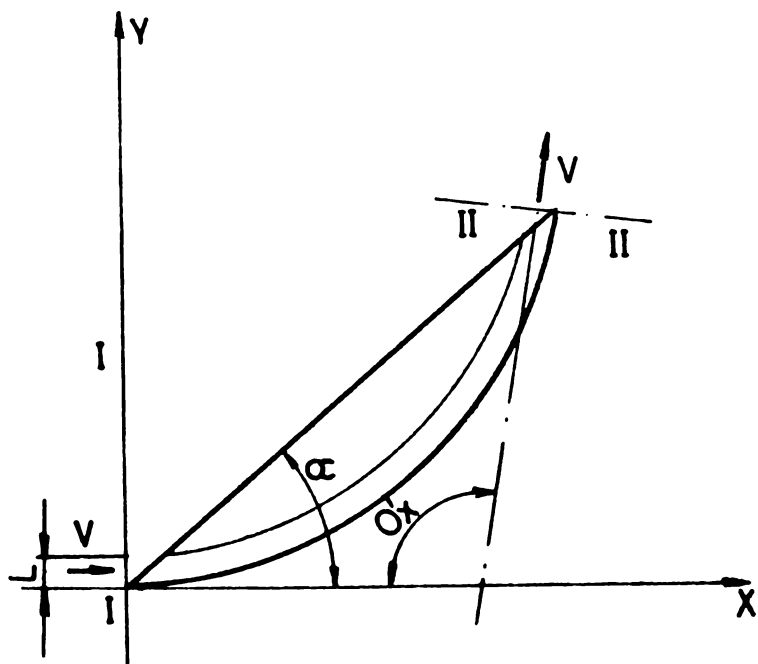


Fig.60.

Această egalitate dă valoarea forței F_x sub forma

$$F_x^0 = \frac{S}{g} V^2 (1 - \cos \theta'_x) \quad (209)$$

sau:

$$F_x^0 = K_0 (bh - B) \cdot V^2 \quad (210)$$

unde $S = (bh - B)$ cum s-a arătat în ecuația (119). Forța F_x^0 raportată la întreaga lățime a brzdei dă chiar componenta orizontală a forței de deformare și se solului sub acțiunea discului

Însă, se exprimă părți din această forță necesară cerințelor agrotehnice printr-o deplasare laterală și răsturnare corespunzătoare și de aceea relația forței F_x^0 se scrie;

$$F_x^0 = K \cdot (bh - B) V^2 \quad (211)$$

în care $K = K_0 \cdot K_1$, iar K_1 este un coeficient obținut în urma măsurărilor experimentale.

Utilizând integrala puterii motoarelor cât și posibilitatea folosirii a cât mai multe discuri pe plug reclamă o forță F_x^0 rațional aleasă și de aceea se consideră că K_1 nu poate lua valoare mai mare decât 0, 20.

Forța de tracțiune a plugului, formula generală a acestei forțe folosind relațiile anterioare se poate scrie

$$R = (R_{tx} + R_{ax} + R_{px} + F_x + F_x^0) n \quad (212)$$

unde n este numărul discurilor.

Urmînd modul cum termenii acestei formule variază funcție de variabile funcționale și constructive ale plugului se face printr-un program de calcul electronic care în prima instanță înaintea de corecturile necesare de executat după confruntarea datelor experimentale cu cele de calcul, poate da o indicație suficient de apropiată de realitate asupra alegerii dimensiunilor și unghiurilor corespunzătoare de funcționare ale plugului.

PARTEA III-a

CONTRIBUTII EXPERIMENTALE PRIVIND PROCESUL
TEHNOLOGIC DE LUCRU AL PLUGURILOR CU DISCURI
SFERICE CONCAVE

PARTEA III-a

CONTRIBUTII EXPERIMENTALE PRIVIND PROCESUL TEHNOLOGIC
DE LUCRU AL PLUGURILOR CU DISCURI SFERICE CONCAVE.

C A P I T O L U L I

CERCETARI PRIVIND REALIZAREA CONSTRUCTIEI PLUGULUI
EXPERIMENTAL.

§.1. Realizarea variantelor constructive pentru modifi-
carea unghiurilor „ de atac” și „de înclinație”

1.1. Descrierea și caracteristicile plugului.

Plugul cu discuri PDU 4-25, reprezentat în fig(61, 62,
63 și 64), este de tip purtat. Plugul se compune din următoarele
părți principale :

- cadru ;
- dispozitivul de prindere pe tractor ;
- organele de lucru;



Fig.61.Plugul cu discuri PDU 4-25(vederea laterală dreaptă)

Cadrul plugului este o construcție metalică sudată și are forma unui triunghi dreptunghic, a cărui ipotenuză este o țeavă cu secțiune patrată, care constituie elementul principal de rezistență, pe care se montează organele de lucru; celelalte două laturi ale triunghiului cadrului, sînt constituite dintr-o bară cu secțiunea dreptunghiulară.



Fig.62. Plugul cu discuri PDU 4-25, (vedere laterală stînga.).

Dispozitivul de prindere al plugului pe tractor este format dintr-un suport vertical pentru cuplarea la tirantul central și un ax cu manetoane ce poate fi rotit cu un mecanism cu șurub, care se prinde la tiranții longitudinali ai tractorului. Rigidizarea ansamblului cadru-dispozitiv de prindere este realizată cu doi tiranți cu lungime variabilă.



Fig.63. Plugul cu discuri PDU 4-25 (vedere din față.).

Organele de lucru ale plugului sînt formate din patru discuri sferice concave (fig.65).



Fig.64. Plugul cu discuri PDU 4-25 (vedere din spate).

Pentru evitarea lipirii solului pe suprafața de lucru a discurilor și pentru răsturnarea satisfăcătoare a brazdei, între discuri sînt prevăzuți întorcători de tip cormană, montați câte unul pe suportul discului prin intermediul unor suportți fixați cu ajutorul a două șuruburi. Fiecare întorcător (tip cormană) este prevăzut cu două laturi de lucru ceea ce permite inversarea întorcătorului cu cealaltă latură în caz de uzură.

Discurile se montează cu șuruburi cu cap înecat pe flanșa axului care la rîndul său asigură rotirea întregului ansamblu prin intermediul a doi rulmenți conici fixați în butucul bîrsei. Ansamblul discului se montează într-un suport care este fixat pe cadru cu ajutorul unei bride.

Planul rotativ (fig.66) se fixează la partea posterioară a cadrului prin intermediul unui suport special prevăzut cu o articulație dublă, ceea ce asigură posibilitatea de reglare a discului, contribuindu-se astfel la îmbunătățirea stabilității plugului în plan orizontal - în primul rînd, precum și în plan vertical.

Plugul este prevăzut cu un suport de sprijin, confecționat din țevă pentru a se asigura stabilitatea atunci cînd este decuplat de tractor.

Alegerea diferitelor valori de unghiuri de atac se face după cum urmează :



Fig.65. Organele de lucru ale plugului PDU 4-25.

- montarea bridei în perechea corespunzătoare de găuri practicate în placa suportului.
- montarea șuruburilor în găurile corespunzătoare practicate în latura triunghiului cadrului paralelă cu direcția de înaintare.
- rotirea axului cotit cu ajutorul tijei filetate a mecanismului de reglare pe dispozitivul de prindere pe tractor. Pentru obținerea diferitelor valori de unghiuri de înclinație față de verticală s-a construit pana tetraedică, cu ajutorul căreia se obține o variație de 4° . Prin introducerea acestei pene între suprafața inferioară a țevii și placa suportului (fig.67), odată din față

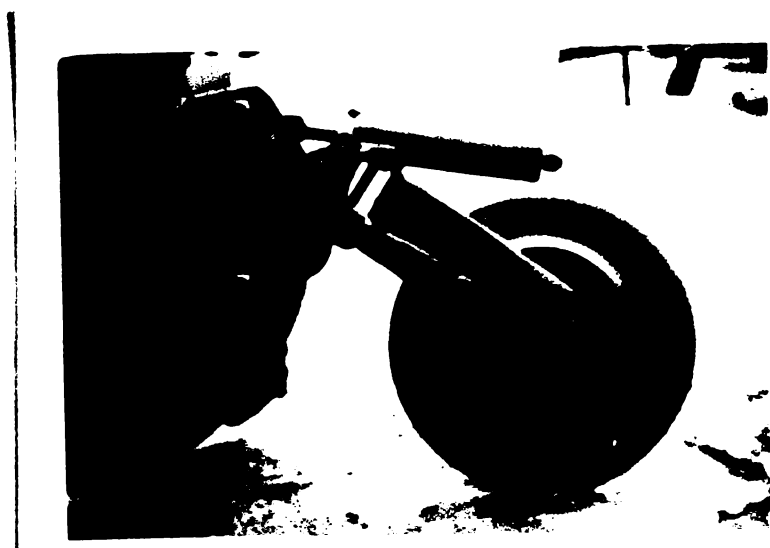


Fig.66. Planul rotativ

și apoi inversată, rezultă unghiurile necesare.



Fig.67. Pana tetraedică.

Procesul de lucru al plugului cu discuri PDU-4-25 constă în tăierea, murunțirea, afînarea și resturnarea brazdei decupată de către discurile, precum și în tăierea și îngroparea resturilor vegetale, operații executate de către discurile sferice care prin tractarea plugului în procesul de lucru sînt antrenate prin contactul direct al acestora cu solul.

Funcționarea corespunzătoare a plugului cu discuri PDU-4-25 în procesul de lucru este asigurată prin executarea următoarelor reglaje :

- Reglarea adîncimii de lucru care se realizează de la instalația hidraulică a tractorului prin așezarea în poziție corespunzătoare a manetei de comandă a ridicătorului hidraulic montat pentru control automat al forței de tracțiune.

- Reglarea lățimii de lucru se realizează prin montarea bridei în perechea corespunzătoare de găuri practicate în placa suportului, prin rotirea axului cotit cu ajutorul tijei filetate a mecanismului de reglare de pe dispozitivul de prindere pe tractor și prin montarea șuruburilor în găurile corespunzătoare practicate în latura triunghiului cadrului paralelă cu direcția de înaintare.

- Reglarea poziției plazului rotativ în plan orizontal și

impunând pe o parte reducerea consumului de energie mecanică iar pe de altă parte mării vitezei de deplasare a agregatului ținând cont de cerințele agrotehnice.

Pentru experimentări s-au realizat 5 variante experimentale de disc având următorii parametrii geometrici

TABELUL 1

Nr. variantei	Unghiul de atac α în grade	Unghiul de înclinație β în grade
V ₁	35	30
V ₂	40	26
V ₃	45	22
V ₄	50	18
V ₅	55	14

ceilalți parametrii geometrici au fost păstrați aceiași la fiecare variantă. Schimbarea valorii unghiului și a unghiului este justificată din punctul nostru de vedere, deoarece mărimea acestora are o influență hotărâtoare asupra procesului tehnologic la plugul cu discuri (sau asupra forței de rezistență la tracțiune și respectiv asupra capacității de mărirea vitezei de deplasare a plugului).

§ 2. Concluzii

1 - Studiul teoretic efectuat în partea II-a asupra optimizării organelor active de la pluguri cu discuri sferice concave arată că unghiurile de așezare ale discului sînt parametrii hotărîtori în prelucrarea diferitelor tipuri de sol și la diferite viteze de deplasare.

2 - Funcționarea corespunzătoare a plugului cu discuri în procesul de lucru necesită variația acestor unghiuri în funcție de cerințele agrotehnice impuse și de proprietățile fizico-mecanice ale solului.

3 - Soluția adoptată pentru schimbarea unghiurilor de așezare a plugului cu discuri din 5 în 5 grade a unghiului de atac α și din 4 în 4 grade a unghiului de înclinație β dă posibilitatea varierii ușoare a parametrilor discurilor în funcție de cerințele impuse și o precizie mare de lucru.

4 - Acest studiu experimental oferă posibilitatea stabilirii parametrilor optimi de lucru ai discului sferic concav în procesul de lucru la diferite regimuri de exploatare și de asemenea determinarea condițiilor optime de folosire a plugului în vederea obținerii unor indici calitativi de lucru și energetici, cei mai corespunzători.

C A P I T O L U L II

METODICA EXPERIMENTALA

§.1. Alegerea și organizarea parcelelor de experiență.

1.1. Desfășurarea încercărilor

Scopul încercărilor constă în verificarea experimentală a concluziilor teoretice precizate în referatul nr.2 cu privire la îmbunătățirea procesului tehnologic de prelucrare mecanică a solului cu plugul cu discuri, la diferite viteze de lucru, la care să fie adoptată soluția propusă pentru realizarea variației crescătoare a unghiului de atac și descrescătoare a unghiului de înclinație.

Reducerea forței de rezistență la tracțiune și respectiv îmbunătățirea bilanțului energetic al agregatului plug tractor este una din problemele de bază ale mecanizării agriculturii, rezolvarea ei depinzând în mare măsură de cunoașterea factorilor de influență.

Asupra forței de tracțiune influențează diferiți factori cum ar fi :

- Factori legați de sol (umiditatea, distribuția și mărimea particulelor de sol (incluzând tipul materialului coloidal, compoziția chimică a solului, , starea compactității sau densitatea, structura solului etc). Acești factori modifică proprietățile fizico-mecanice ale solului (forfecare, frecare, valoarea efortului de compresiune, coeziunea și adeziunea);

- Factori legați de geometria și construcția organelor de lucru (parametrii geometrici ai discurilor, materialul utilizat, starea suprafețelor de lucru și starea tehnică a discului)

- Parametri funcționali ai agregatului (viteza de lucru, lățimea și adâncimea de lucru).

Factorii legați de sol sînt variabili, putîndu-se schimba continuu, dar parametri geometrici sînt constanți pentru o anumită variantă. Astfel, o atenție deosebită s-a acordat alge-rii variantelor de încercare.

Proiectarea, construcția și stabilirea optimă a variantelor

îmbunătățește calitatea lucrului și contribuie la reducerea forței de rezistență la tracțiune.

Cercetările efectuate se axează pe studiul influenței parametrilor geometrici (α și β) și a parametrului funcțional (viteza) ai discului asupra forței de tracțiune, în vederea optimizării acestora. Incercările experimentale se fac pe cele 5 variante așa cum s-a arătat anterior. Totodată încercările experimentale se fac pentru urmărirea influenței unghiurilor de atac și înclinație fiecare la valori crescătoare la o valoare fixă a celuilalt unghi.

Experimentări în condiții de laborator - câmp au scopul de a se determina caracteristicile funcționale ale variantei, precum și principalii indici calitativi și energetici ce caracterizează lucrarea executată pe variantă.

Înainte de începerea încercărilor s-a făcut pregătirea variantei prin executarea următoarelor operațiuni de pregătire:

a) S-au executat întrețineri tehnice zilnice conform instrucțiunilor de utilizare.

b) S-au executat probe în gol ca: deplasarea pe o distanță de 5 km a agregatului, pentru a se constata stabilitatea lui și manevrabilitatea.

c) S-au executat un număr de 20 de cuplări ale plugului la tractor, pentru a se constata ușurința cuplărilor și eventualele defecțiuni.

d) S-au executat arături la o adâncime medie de 20 - 25 cm, pe o suprafață de circa 1 hectar, pentru a se lustrui suprafețele discului și a se constata și remedia eventualele defecțiuni.

e) S-au verificat funcțional reglajele plugului.

1.2. Caracteristicile parcelei.

Suprafața totală necesară pentru o parcelă destinată încercării pentru o variantă în condițiile de lucru date trebuie să asigure posibilitatea de executare a întregului volum de determinări prevăzute de încercările de laborator-câmp.

Parcela a fost împărțită în trei loturi principale (fig.69) și anume :

- lotul A, pentru încercări de reglare ;
- lotul B, pentru determinarea indicilor calitativi de lucru

- lotul C, pentru determinarea indiciilor energetici.
Suprafața lotului S se determină cu formula:

$$S = k.B.F.n (L + 2.e) m^2 \quad (215)$$

în care:

- k - este un coeficient de rezervă a terenului; $k=1,5$;
- B - lățimea de lucru a plugului, în m
- F - numărul de experiențe rezultate pe baza modificării diferitelor caracteristici ale experimentării.
- n - numărul de parcurhuri complete necesare pentru fiecare experiență
- l - lungimea cursei de încercare, în m
- e - lățimea fișiei de întoarcere și de pătrundere în brazdă a plugului, în m

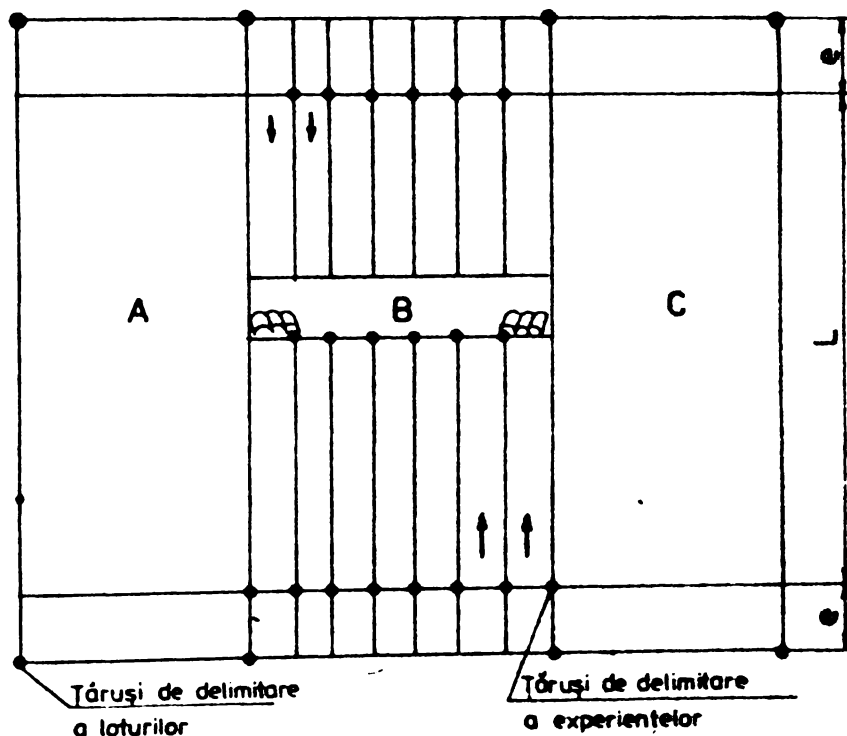


Fig.68. Planul parcelei experimentale

Suprafețele loturilor experimentale au delimitat cu țărushi și jaloane conform schemei (fig.68).

Caracteristica generală a fiecărei parcele este după cum urmează:

- a. - Experimentările s-au efectuat la Stațiunea Experimentală Didactică, a Institutului Agronomic din Timișoara, situată în NV. municipiului Timișoara.
- b. - Tipul solului - cernoziom, nisip lutos mijlociu. Rezistența specifică la arat este $0,6-0,8 \text{ daN/cm}^2$.
- c. - Adâncimea apei freactice = $1,5 - 2,5 \text{ m}$.
- d. - Umiditatea solului în timpul executării încercărilor a fost de 19% în stratul 0-12 cm și 21% în stratul 12-25 cm.

Determinarea calitatii
araturi

Determinarea indicilor
energetici

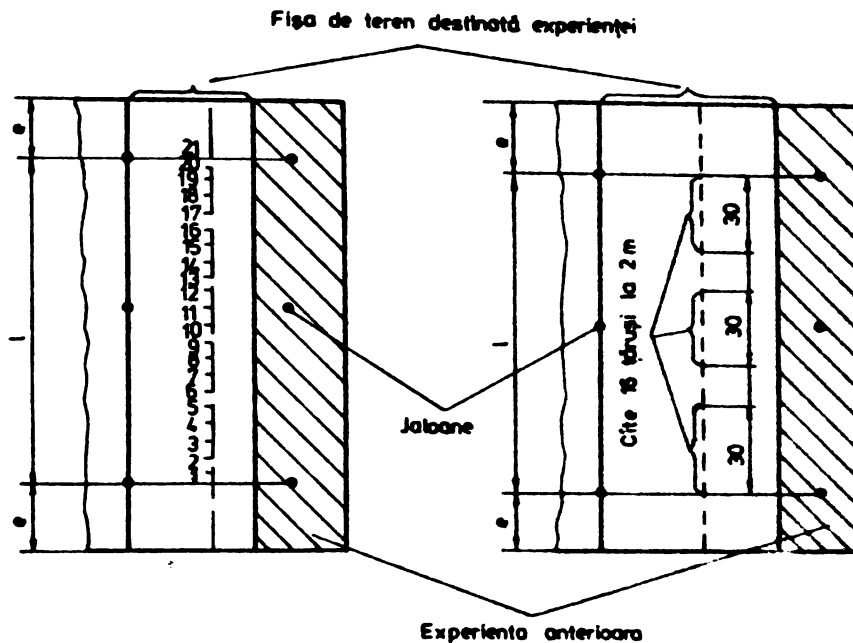


Fig.69. Schema de jalonare a parcelei.

e. - Compoziţia botanică:

- burueni care se dezvoltă în timpul anului sînt: **ma-
tricarea inodora; delphinum consolida; centaoria cianos, cirsium
arvenze ; rubus cesius; amarantus sp;**

f. - Lucrările anterioare ale solului ce s-au făcut anul
trecut sînt după cum urmează: discuirea pentru distrugerea res-
turilor vegetale; arătură de însămînţare de 20-25 cm; urmată de
grapă; două discuri perpendiculare una pe cealaltă; urmată de gray
și lama de nivelat; s-au administrat îngrășăminte complexe pe ba-
ză de fosfor și azot în cantitate de 124 kg/ha azot substanță
activă și 60 kg fosfor substanță activă; s-a executat grăparea
cu grapa cu colți reglabili; s-a executat semănatul; s-a execu-
tat ierbicidatul cu sare amină; s-a recoltat cu combina.

Cultura anterioară a fost grfu.

Prezentarea sumară a condițiilor climatice și meteoro-
logice este după cum urmează: temperatura medie anuală = 10,8°C;
suma gradelor de temperatură în perioada vegetației a plantelor
= 3656°C; precipitații medii anuale = 643 mm.

§.2. Utilaje, aparatură, instrumente de măsură și materis
le folosite la experimentări.

Utilaje: Plug cu discuri; tractor de 65 CP cu patru roți;
motrice egale, U-651 M.

Aparatura: rama dinamometrică; dinamograf hidraulic;
aparat pentru determinarea profilului solului; rama patrată cu
latura de 1 m; aparat de fotografiat, aparat pentru determinarea

umidității solului în timpul însoririlor, cu termostat la 105° ; laborator pentru determinarea caracteristicilor solului; aparat pentru determinarea consumului de combustibil

Instrumente de măsură:

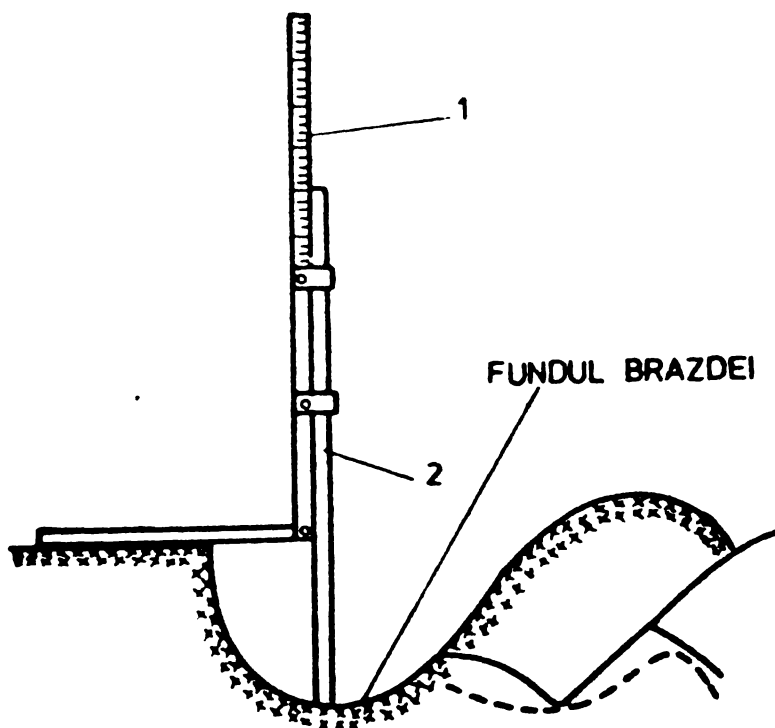
Panglica de 100 m; ruleta 20 m; ruleta 2 m; cântăre zecimale speciale, pentru cântărirea plugului pe trei puncte de sprijin; cântar cu taler de 20 kg; sublere și micrometre; cronometru, compas de câmp -de 2 mm, nivelă cu bulă de aer; riglă 0,5 m; echer; fir de plumb; raportor, mașină de calculat.

Scule: trusa chei completă

Materiale necesare: sondă pentru ridicarea probelor de sol; capsule și parafină pentru probe de sol; compactimetru; țărugi; jaloane, fanioane și fluer de semnalizare; etichete cu picior pentru organizarea parcelelor experimentale, saci de hîrtie; pungi de hîrtie.

Brazdometrul (fig.70) este format din rigla gradată (1) și

rigla mobilă (2). Pentru măsurarea adîncimii de lucru se curăță fundul brazdei de pămînt și se înlătură marginea afînată a suprafeței nearate. Se așează rigla gradată pe suprafața nearată a cîmpului și se coboară rigla mobilă pe fundul brazdei.



Apartul pentru determinarea profilului solului (fig. 71) se compune dintr-un suport reglabil ce se fixează în sol la locul probei stabilite cu ajutorul suportului putîndu-se regla poziția planșei de hîrtie la o înălțime potrivită

Fig.70. Brazdometrul față de sol pentru a se putea urmări cu ușurință profilul solului cu ajutorul mecanismului articulată, la extremitatea căruia este montat un palpator. Profilul solului urmărit de palpator se înregistrează cu ajutorul creionului de marcare la o scară convenabilă, bine determinată pe hîrtia fixată pe planșeta aparatului.

Pentru determinarea corectă a profilului solului se va asigura orizontalitatea suportului reglabil (folosind o nivelă de bulă de aer)

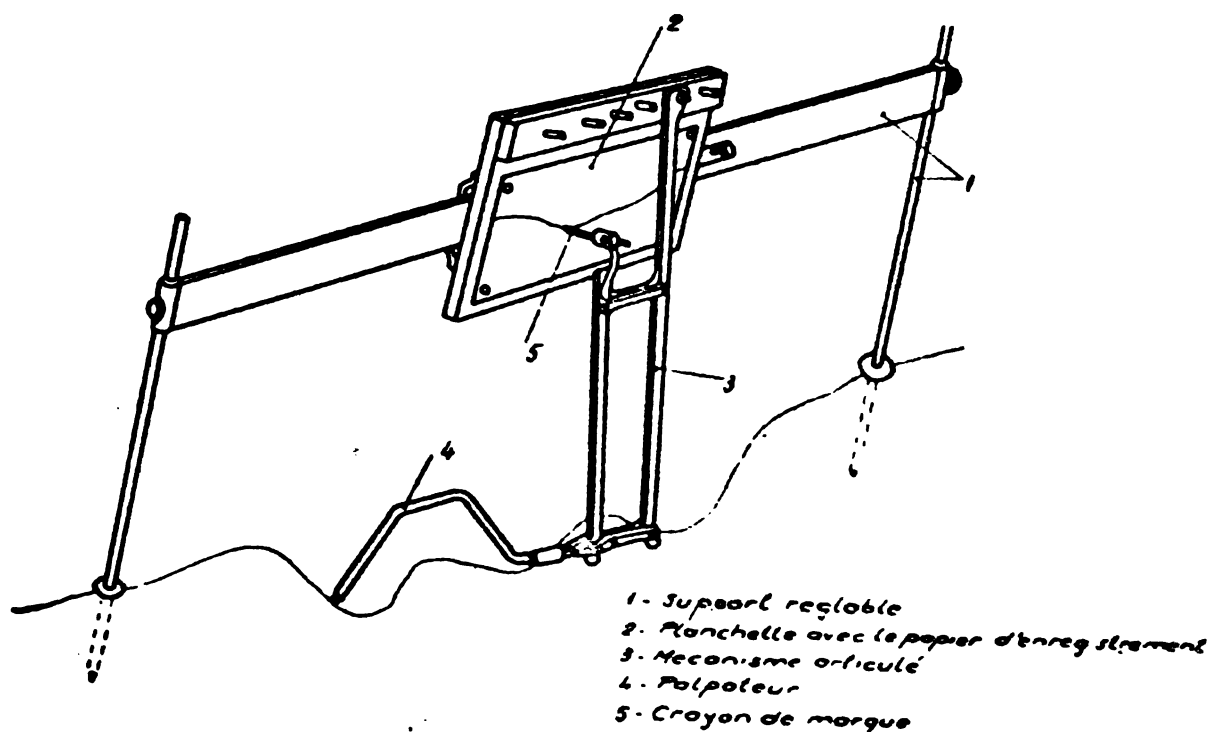


Fig.71. Aparat pentru determinarea profilului solului.

Volumul de combustibil consumat de motorul tractorului în timpul încercărilor se măsoară cu ajutorul traductorului de debit (fig.72).Aparatul este format din bazinele (1) și (2) care comunică între ele prin intermediul țevilor (3). Aparatul se montează în circuitul sistemului de alimentare, făcând legătura cu acesta prin intermediul robinetului cu trei căi. Nivelul combustibilului din aparat se citește pe tubul de nivel (4).

Pentru citirea nivelelor de la începutul și sfârșitul probelor este necesar ca tractorul cu traductorul cu tub de nivel să fie așezat pe teren perfect orizontal.

Deoarece această cerință este greu de respectat în condițiile de lucru, soluția adoptată în construcția traductorului prevede compartimentarea rezervorului într-un număr de 6 tuburi dispuse radial în jurul tubului de nivel plasat în mijlocul acestora.

Acest lucru asigură precizia de măsurare a traductorului și în cazul citirii indicațiilor când tractorul este oprit pe teren ușor denivelat .

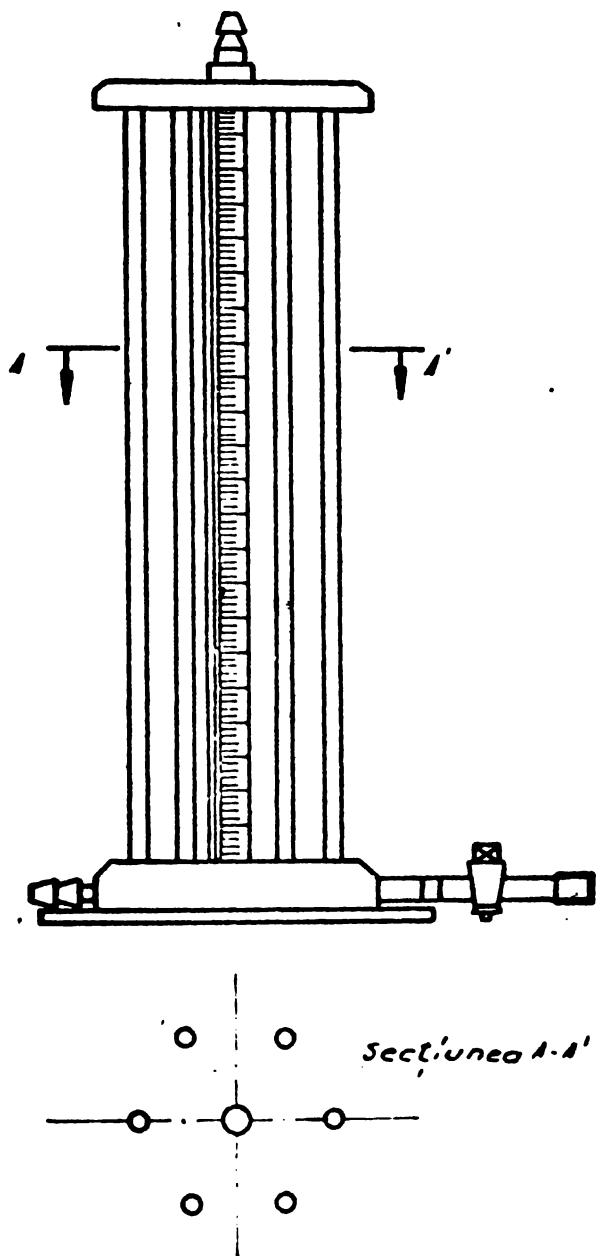


Fig. 72. Traductor de debit

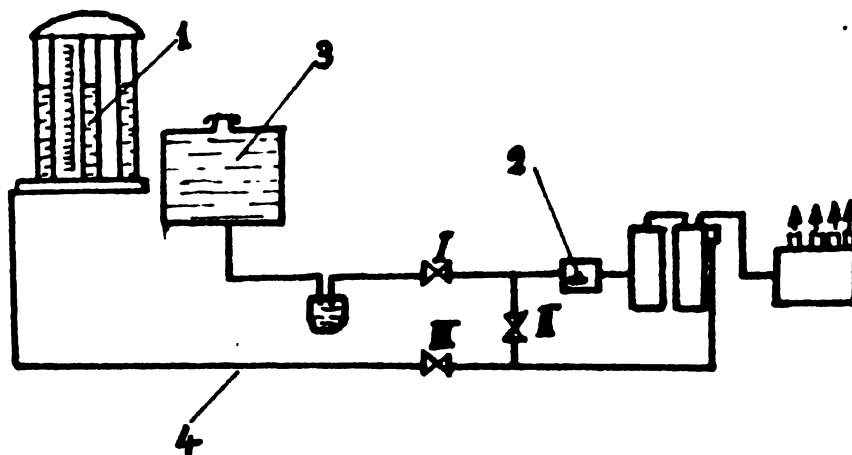


Fig. 73. Aparatul pentru măsurarea consumului de combustibil cu tub de nivel, așezat în sistemul de alimentare.

Modul de lucru este următorul : când nu se efectuează măsurători de consum (fig. 74 poziția a), motorul consumă din rezervorul principal 3, căile I și II sînt deschise, iar calea

Volumul de combustibil ce corespunde unui mm din înălțimea tubului gradat reprezintă constanta aparatului.

În fig. 73 este arătată schema sistemului de alimentare și a aparatului pentru măsurarea consumului cu tub de nivel.

Aparatul compus dintr-un rezervor gradat 1 prevăzut cu un robinet cu trei căi I, II și III, se montează pe șasiul tractorului și se intercalează în circuitul de combustibil, în amonte de pompa de alimentare 2.

III este închisă. Pentru umplerea rezervorului se trece robinetul cu trei căi pe poziția de umplere, în care caz căile I și III (fig.74 poziția b) sînt deschise, iar calea II este închisă. Motorul continuă să consume din rezervorul principal, dar combustibilul din conducta de retur 4 este dirijat spre cilindrul gradat 1 pe care-l umple. Umplerea cilindrului gradat din conducta de retur prezintă două avantaje : presiunea din conducta de retur permite situarea cilindrului gradat la un nivel superior rezervorului de combustibil, iar combustibilul fiind în prealabil filtrat asigură o funcționare mai ușoară robinetului cu trei căi. După umplerea cilindrului de măsură (nivelul lichidului a ajuns în dreptul diviziunii zero), se trece robinetul cu trei căi în poziția normală, arătată în figura 76 poziția a.

Pentru efectuarea unei măsurători, robinetul cu trei căi se trece pe poziția "măsurare" pornind în același timp și un cronometru. În acest caz motorul va consuma numai din rezervorul de măsură (fig.74 poziția c) la terminarea măsurării (după un anumit parcurs, sau după un anumit timp în funcție de scopul măsurării) se trece robinetul cu trei căi în poziția de mers normal, oprind totodată cronometrul. Notînd cu V volumul în cm^3 corespunzător gradației la care se găsește nivelul combustibilului din cilindrul de măsură și cu t durata operațiunii de măsurare în secunde indicată de cronometru, debitul mediu în cm^3/s se determină făcînd raportul celor două citiri

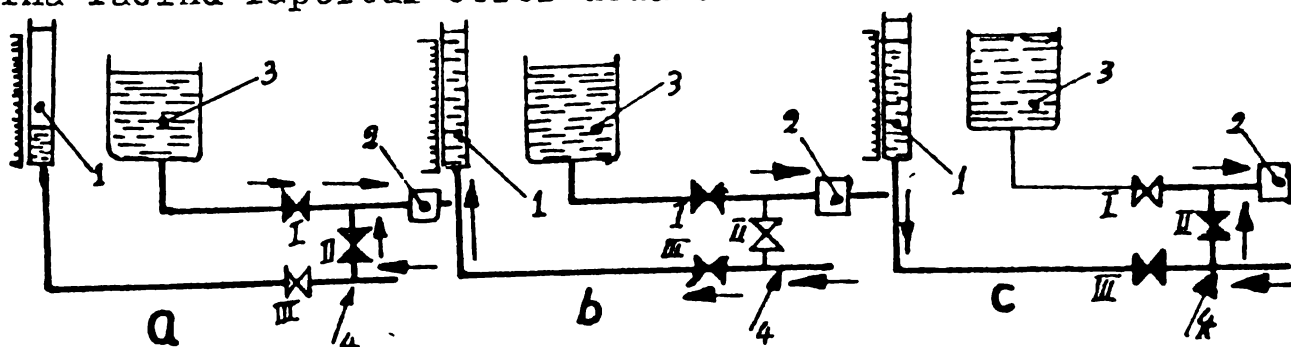
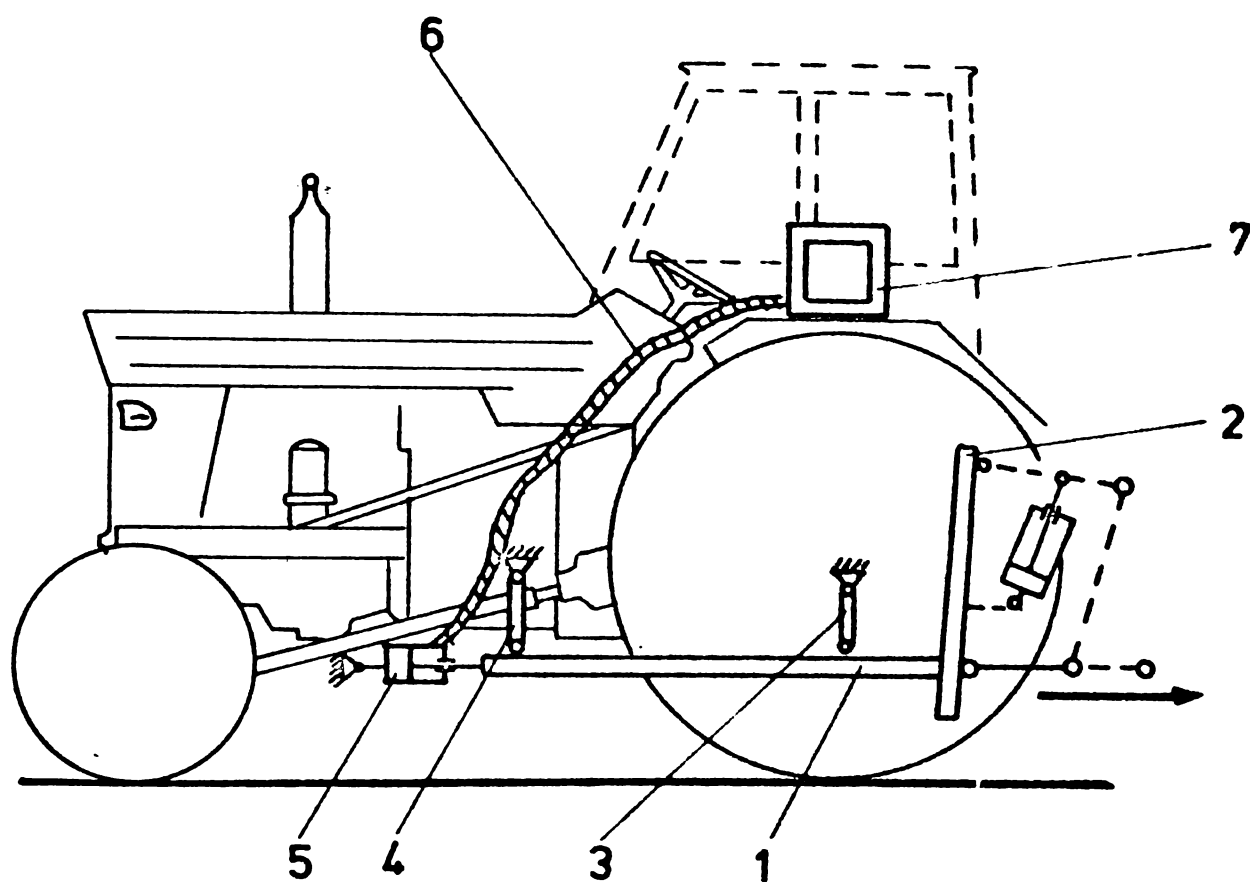


Fig.74. Funcționarea aparatului pentru măsurat combustibil.

Aparat pentru determinarea forței de rezistență la tracțiune:

Pentru a măsura forța de rezistență la tracțiune a variantelor încercate se folosește rama dinamometrică (fig.75) formată din două lojeroane orizontale (1) și doi suportți verticali (2) montați în părțile laterale ale tractorului. Suportții (2) și lojeroanele (1) formează împreună o ramă care se fixează pe cadrul tractorului prin intermediul articulațiilor (3) și (4). În partea inferioară, între carterul transmisiei și suportul vertical (2) se cuplează cilindrul de forță al dinamografului (5). Pe suportții

varticali se montează mecanismul de ridicare și coborîre al instalației hidraulice. Sub acțiunea forței de tracțiune (F_t) rama tinde să se deplaseze în sensul invers de deplasare a tractorului, și odată cu ea și pistolul din interiorul cilindrului. Acesta trimite uleiul prin furtunul (6) la mecanismul de înregistrare (7). Cu ajutorul ramei dinamometrice se măsoară direct forța de rezistență la tracțiune a variantelor de plug cu discuri experimentate.



1. LONJEROANE ORIZONTALE , 2. LONJEROANE VERTICALE , 3,4 ARTICULAȚIILE , 5. DINAMOGRAFUL , 6. FURTUNUL , 7. MECANISMUL DE ÎNREGISTRARE

Fig.75. Aparat pentru determinarea forței de rezistență la tracțiune.

Instalația pentru tararea statică a dinamografului (fig.76) este formată din corpul 1, mecanismul pentru încărcarea cilindrului de forță al dinamografului (format din roțile dințate 2 și 3, manivela 4 și tija filetată 5) și mecanismul pentru măsurarea forței de întindere a cilindrului (format din brațul 6, talerul 7 pentru greutăți, brațul 8 și tija 9). Contra greutatea 10 se utilizează pentru echilibrarea mecanismului înainte de începerea tarării dinamografului. Bridetele 11 și 12 servesc pentru fixarea cilindrului de forță al dinamografului ce urmează a fi tarat. Raportul dintre forța cu care este acționat

cilindrul de forță f_0 și forța datorită greutateilor de pe platan C_p este

$$\frac{F_c}{G_p} = \frac{l_1 l_3}{l_2 l_4}$$

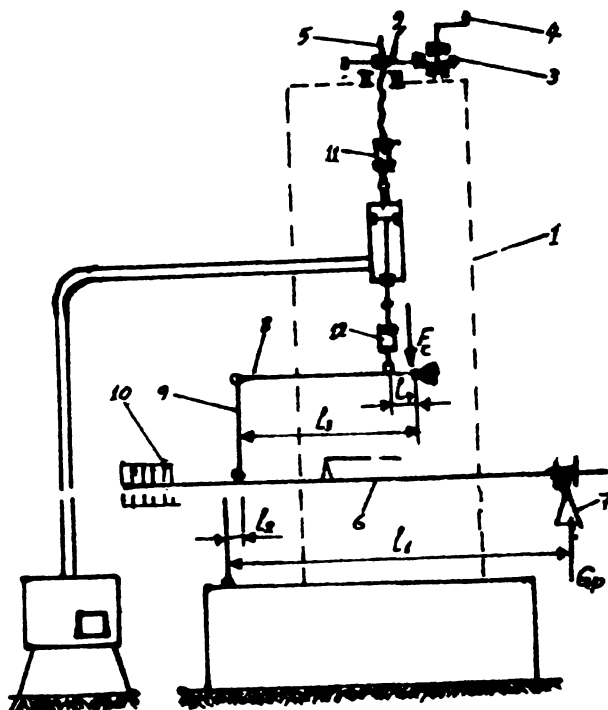


Fig.76. Instalația pentru tararea dinamografului.

§.3. Determinarea indicilor calitativi de lucru :

Aprecierea calitativă a procesului de lucru executat de fiecare variantă se va face prin determinarea indicilor calitativi de lucru. Acești indici se vor stabili prin încercări în cadrul lotului B (fig.69).

Înainte de începerea determinărilor pentru fiecare experiență s-a făcut pregătirea și reglarea plugului pe lotul A (fig.69) urmărindu-se obținerea indicilor ce caracterizează experiența respectivă.

Încercările comparative s-au executat într-un interval de timp cât mai scurt, pentru a nu modifica condițiile experimentale.

Măsurătorile s-au făcut în dreptul pichetilor distribuiți pe lungimea parcursului de încercare conform schemei (fig.70).

Indicii calitativi de lucru care s-au determinat sînt:

3.1. Lățimea de lucru

Lățimea de lucru se determină prin măsurători cu ruleta cu o precizie de 0,5 cm în dreptul fiecăruia din cei 21 țăruiși.

Lățimea medie de lucru (B_m) reprezentînd media aritmetică a valorilor măsurate în cele 21 puncte de probă luată se determină cu relația

$$B_m = \frac{\sum_{i=1}^{21} B_i}{n} \text{ cm} \quad (213)$$

unde:

B_i = lățimea de lucru măsurată pe proba [cm]

Abateră medie pozitivă și negativă ($\pm \delta_B$) a lățimii de lucru se calculează cu relația

$$\pm \delta_B = \pm \frac{\sum_{i=1}^{i=n} B_i - B_m}{n} \quad [\text{cm}] \quad (215)$$

Abateră accidentală maximă pozitivă ($+\Delta B$) și maximă negativă ($-\Delta B$) de la lățimea de lucru se determină cu relațiile

$$+\Delta B = (B_{\max} - B_m) \quad [\text{cm}] \quad (216)$$

$$-\Delta B = (B_{\min} - B_m) \quad [\text{cm}] \quad (217)$$

unde:

B_{\max} - lățimea de lucru maximă măsurată pe proba luată, în cm

B_{\min} - lățimea de lucru minimă măsurată pe proba luată, în cm.

Abateră medie pătratică (σ_B) a lățimii de lucru se determină cu relația

$$\sigma_B = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (B_i - B_m)^2}{n(n-1)}} \quad [\text{cm}] \quad (218)$$

Indicele de variație (V_B) a lățimii de lucru, în %, se determină cu relația

$$V_B = \frac{\sigma_B}{B_m} \cdot 100 \quad [\%] \quad (219)$$

3.2. Adâncimea de lucru

Adâncimea de lucru, se determină prin măsurători cu brazdometrul, cu o precizie de 0,5 cm, în dreptul fiecărui din cei 21 de țărushi așezați în lungul parcelei (fig.70). Adâncimea medie de lucru (a_m) reprezentând media aritmetică a valorilor adâncimii de lucru măsurate în cele 21 puncte pe proba luată, se determină cu relația:

$$a_m = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} \quad [\text{cm}] \quad (220)$$

unde:

a_i = adîncimea de lucru măsurată pe probă, [cm]

n = numărul măsurărilor efectuate.

Abateră medie pozitivă și negativă a adîncimii de lucru ($\pm \delta_a$) se calculează cu relația :

$$\pm \delta_a = \pm \frac{\sum_{i=1}^n a_i - a_m}{n} \quad [\text{cm}] \quad (221)$$

Abateră accidentală maximă pozitivă ($+\Delta_a$) și negativă ($-\Delta_a$) de la adîncimea de lucru se determină cu relațiile:

$$+\Delta_a = (a_{\max} - a_m) \quad [\text{cm}] \quad (222)$$

$$-\Delta_a = (a_{\min} - a_m) \quad [\text{cm}] \quad (223)$$

unde:

a_{\max} = adîncimea de lucru maximă măsurată pe proba luată în cm;

a_{\min} = adîncimea de lucru minimă măsurată pe proba luată în cm.

Abateră medie patrată (σ_a) a adîncimii de lucru, în cm, se determină cu relația :

$$\sigma_a = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - a_m)^2}{n(n-1)}} \quad [\text{cm}] \quad (224)$$

Indicele de variație (V_a) a adîncimii de lucru, în % se determină cu relația:

$$V_a = \frac{\sigma_a}{a_m} \cdot 100 \quad [\%] \quad (225)$$

Inălțimea creștelor fundului brazdei se determină cu ajutorul diagramei profilului solului prin măsurarea înălțimii ce apar pe fundul brazdei după trecerea plugului. Inălțimea medie (h_m) a creștelor fundului brazdei se determină cu relația:

$$h_m = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n} \quad [\text{cm}] \quad (226)$$

unde:

h_i = înălțimea măsurată pe proba luată a creștelor fundului brazdei în cm;

n = numărul măsurărilor efectuate

3.3. Gradul de mărunțire a solului

Gradul de mărunțire a solului (G_{ms}) pe adâncimea de lucru a plugului reprezintă procentul bulgărilor de sol cu dimensiunea maximă convențională mai mică de 5 cm în raport cu masa totală a solului din proba luată pe 1 m^2 . Probele se iau la lo repetiții, în dreptul țărășilor nr.1, 6,11, 16, 21 de o parte și alta a trecerilor. Relația de calcul:

$$G_{ms} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{M_{ci}}{M_{ti}}}{n} \cdot 100 \quad [\%] \quad (227)$$

unde:

M_{ci} = greutatea bulgărilor de sol cu dimensiunea maximă convențională mai mică de 5 cm din proba de sol luată în kg;

M_{ti} = greutatea întregii probe de sol luată în kg.

3.4. Gradul de afânare a solului

Gradul de afânare a solului (G_{as}) în % se determină în aceleași puncte în care se ridică profilul arăturii. Relația de calcul:

$$G_{as} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{S_{fi} - S_{ii}}{S_{ii}}}{n} \cdot 100 \quad [\%] \quad (228)$$

în care S_{ii} este suprafața secțiunii transversale a brazdei măsurată la o probă înainte de trecerea plugului, în cm^2 ;

S_{fi} - suprafața secțiunii transversale a brazdei măsurată la o probă după trecerea plugului, în cm^2 .

3.5. Gradul de acoperire a resturilor vegetale

Gradul de acoperire cu sol a masei vegetale (G_{av}) în % se determină prin măsurarea masei vegetale la suprafața solului, înainte și după trecerea plugului, pe o probă de 1 m^2 .

G_{av} se determină în dreptul Picheților nr. 3; 6; 9; 11, 15 și 17.

Relația de calcul :

$$G_{av} = \frac{\sum_{i=1}^n (G_{ti} - G_{si})}{n} \cdot 100 \quad [\%] \quad (229)$$

unde :

G_{si} = greutatea măsurată a masei vegetale rămasă la suprafața solului, pe proba luată, după trecerea plugului, în kg.

G_{ti} = greutatea totală măsurată a masei vegetale de la suprafața solului înainte de trecerea plugului în kg.

3.6. Determinarea profilului arăturii

Profilul arăturii se determină printr-o secțiune transversală prin arătură, din care să rezulte profilul și nivelul cîmpului înainte de trecerea plugului și după trecerea lui (suprafața arăturii și fundul brazdei). Secțiunea va cuprinde pe lățime o trecere a plugului, o brazdă de la trecerea anterioară, precum și profilul brazdei rămase deschise.

Profilul arăturii se ridică în 8 repetiții pentru o experiență și anume câte 2 la fiecare din cele 2 curse de încercare (pe partea dreaptă și stîngă a parcelei). Locul de profilare se alege în dreptul țărășilor nr. 4 și 12. la prima cursă și respectiv 8 și 16 la cursa următoare. Profilul arăturii se va prezenta la scara (1:5).

§. 4. Determinarea vitezei de lucru

Viteza medie efectivă de lucru (V_m) se determină prin cronometrarea timpului necesar pentru parcurgerea probei. Relația de calcul

$$V_m = \frac{\sum_{i=1}^n S_{pi}}{n} \quad [m/s] \quad (230)$$

unde:

S_{pi} = spațiul parcurs în timpul unei probe, în m.

T_i = timpul necesar pentru parcurgerea probei, în sec.

n = numărul măsurărilor efectuate.

§5. Determinarea indicilor energetici

În cadrul experimentărilor pentru determinarea indicilor energetici se fac măsurători concomitente asupra următoarelor elemente:

5.1. Rezistența la tracțiune

Forța de rezistență la tracțiune s-a determinat cu ajutorul unui dinamograf hidraulic, atașat într-un dispozitiv care se fixează de tractor și susține ridicătorul hidraulic împreună cu plugul purtat (rama dinamometrică). Forța medie de rezistență la tracțiune (R_{plm}) se determină cu relația:

$$R_{plm} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} \quad [N] \quad (231)$$

unde:

R_i = rezistența fiecărei măsurători (N)

Abaterea medie patrată (σ_{Rpl}) a forței de rezistență la tracțiune se determină cu relația:

$$\sigma_{Rpl} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - R_{plm})^2}{n(n-1)}} \quad [N] \quad (232)$$

- Indicele de variație (V_{Rpl}) a forței de rezistență la tracțiune se determină cu relația:

$$V_{Rpl} = \frac{\sigma_{Rpl}}{R_{plm}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (233)$$

Rezistența specifică k a solului la arat se determină cu relația:

$$K = \frac{R_{plm}}{a_m \cdot B_m} \quad [N/cm^2] \quad (234)$$

unde

A_m = adîncimea medie de lucru, în cm

B_m = lățimea medie de lucru, în cm

Prelucrarea statistică a datelor va fi efectuată în continuare astfel:

Calculul distribuției normale se face plecînd de la ipoteza că distribuția empirică urmează legea distribuției normale, înlocuindu-se parametri populației cu indicii distribuției empirice. Deci:

- Valoarea medie este dată de:

$$\mu = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (235)$$

unde: x_i - valoarea individuală a măsurătorilor;

n - numărul măsurătorilor efectuate.

Abaterea medie patrată este calculată cu ajutorul relației:

$$\sigma^2 = s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n}}{n-1} \quad (236)$$

- Abaterea standard este calculată cu ajutorul relației:

$$\sigma = s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n}}{n-1}} \quad (237)$$

- Coeficientul de variație este calculat cu ajutorul relației:

$$V = S \% = \frac{\sigma}{\mu} 100 = \frac{\sigma}{\bar{x}} 100 \% \quad (238)$$

Densitatea de probabilitate, în cazul distribuției normale, este dată de funcția:

$$f(x) = C e^{-h^2(x-a)^2} \quad (239)$$

în care $C = \frac{h}{\sqrt{\pi}}$ (240)

Distribuția definită de funcția (239) se numește distribuție normală sau distribuția lui Gauss.

Calculul mediei μ și a varianței σ^2 a distribuției normale arată că

$$\mu = a \quad (241)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{2h^2} \quad (242)$$

Pe de altă parte, $h = \frac{1}{\sigma\sqrt{2}}$

Înlocuind în funcția (1) constantele C , a și h cu valorile din formulele (2, 3 și 4) se obține funcția de densitate:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (243)$$

sau

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (244)$$

Inlocuind pe $\frac{x-\mu}{\sigma}$ cu U , se obține:

$$\varphi(U) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{U^2}{2}} \quad (245)$$

care multiplicată cu σ , conduce la funcția distribuției normale sau standardizate a lui Gauss :

$$\varphi(U) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{U^2}{2}} \quad (246)$$

Ordinatele curbei normale definite prin funcția (245) sînt date în tabelele statistice.

- Testul χ^2 (hi patrat) se calculează cu ajutorul formulei :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{m-1} \frac{(f_i - \varphi_i)^2}{\varphi_i} \quad (247)$$

unde :

f_i - frecvența observată ;

φ_i - frecvența teoretică ;

m - numărul tuturor intervalelor pe care s-au efectuat măsurători.

Se pleacă de la ipoteza nulă, potrivit căreia între distribuția empirică și cea teoretică nu există niași o deosebire.

Examinarea semnificației valorilor χ^2 calculate se face cu ajutorul unei tabele, în care sînt arătate valorile χ^2 diferitelor probabilități de transgresiune.

Ipoteza nulă în cazul cînd probabilitatea de transgresiune corespunzătoare valorii χ^2 calculate, citită din tabel, pentru gradul de libertate dat, este mai mică decît probabilitatea de transgresiune $\alpha = 5\%$ și dimpotrivă, este acceptată dacă probabilitatea respectivă este mai mare decît probabilitatea $\alpha = 5\%$.

5.2. Consumul de combustibil

Consumul specific de combustibil se determină cu ajutorul unui traductor de debit, valoarea medie (Q_v , med) a debitului

de combustibil se determină cu relația:

$$Q.v.med. = \frac{V}{\Delta t} \quad (248)$$

unde

V = variația volumului

t = variația timpului

5.3. Puterea necesară pentru agregare

Puterea la tracțiune a plugului cu discuri reprezintă produsul între forța de rezistență la tracțiune a plugului cu discuri R(N) și viteza de deplasare a acesteia V (m/s) exprimată cu relația

$$P_t = \frac{R.V}{1000} \quad (KW) \quad (249)$$

§. 6. Determinarea indicilor de exploatare

6.1. Indicii de productivitate

În baza coeficienților de folosire a timpilor schimbului se determină următorii indici de productivitate

Productivitatea orară a mașinii la timpul net de lucru:

$$W_1 = \frac{U}{T_1} \quad (250)$$

în care: U este volumul lucrării executate de plug

T₁ - timpul net de lucru, în ore

Productivitatea orară a mașinii la timpul operativ de lucru.

$$W_{o2} = \frac{U}{T_{o2}} \quad (251)$$

unde T_{o2} - timpul operativ de lucru al plugului, în ore

Productivitatea orară a plugului la timpul de producție

$$W_{o4} = \frac{U}{T_{o4}} \quad (252)$$

unde: T_{o4} - timpul de producție a plugului în ore

Productivitatea orară a plugului la timpul de lucru al schinului fără defecțiuni :

$$W_{\text{schimb}} = \frac{U}{T_{\text{schimb}}} \quad (253)$$

în care:

T_{schimb} - timpul de lucru al plugului, într-un schimb fără defecțiuni, în ore.

$$T_{\text{schimb}} = T_1 + T_2 + T_3 + T_5 + T_6 + T_7$$

- Productivitatea orară (de exploatare) la timpul total de lucru al plugului

$$W_{07} = \frac{U}{T_{07}} \quad (254)$$

unde:

T_{07} - timpul total de lucru (de exploatare) al plugului, ore

$$T_{07} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 \quad (255)$$

în care :

T_1 - timpul net de lucru ;

T_2 - timpul auxiliar

T_3 - timpul pentru deservirea tehnică a mașinii care se încearcă

T_4 - timpul pentru înlăturarea personalului de deservire

T_5 - timpul pentru repausul personalului de deservire

T_6 - timpul pentru deplasarea în gol

T_7 - timpul pentru îngrijirea tehnică zilnică a mașinilor care lucrează în agregat cu mașina care se încearcă

Pentru aprecierea posibilităților maxime de lucru a agregatului se determină productivitatea orară efectivă, care reprezintă cantitatea de lucru ce o poate realiza agregatul într-o oră efectivă de lucru, adică

$$W_e = 0,36 B_1 V_1 \quad \text{ha/h} \quad (256)$$

6.2 Comportarea plugurilor în exploatare

Comportarea plugului din punct de vedere constructiv și funcțional se verifică în următoarele condiții :

- La deplasarea agregatului cu plugul în poziția de transport, în condițiile drumurilor întâlnite curent în exploatare pe o

distanță de 100 km, la viteza indicată în instrucțiunile de folosire.

- la executarea unor lucrări care fac eventual obiectul destinației secundare a plugului ;
- la încercări ale plugului în agregate complexe ;
- la executarea de lucrări în condiții deosebit de grele dar care se întâlnesc în exploatare și pentru care este necesară folosirea plugului încercat, ca de exemplu, soluri foarte grele, umidități sub valoarea coeficientului, mediu de higroscopicitate, teren puternic întelenit, sol cu pietre etc.

În timpul încercărilor de exploatare se vor face observații privind :

- Influența pe care o are plugul asupra posibilităților de conducere a tractorului ;
- posibilitatea și comoditatea de cuplare a plugului la tractor, reglare, introducere și scoatere din brazdă.
- stabilitatea în mers a plugului și a tractorului (în mers și în lucru) în funcție de configurația terenului ;
- posibilitatea de supraveghere în timpul lucrului a plugului ;
- posibilitatea și ușurința de executare a îngrijirilor tehnice și a reparațiilor ;
- condițiile de igienă și securitate a muncii (pericol de răsturnare, oboseală la conducere, gradul de încordare a atenției tractoristului, pericol de accidente din cauza reglării, siguranței sau funcționarea defectuoasă a plugului);
- gradul de tehnicitate necesare pentru deservirea plugului.

§.7. Concluzii

1 - Scopul încercărilor constă în verificarea experimentală a concluziilor teoretice precizate în partea II-a cu privire la îmbunătățirea procesului tehnologic de prelucrare mecanică a solului cu plugul cu discuri, pentru diferite viteze de lucru la care să fie adoptată soluția propusă de autor, pentru realizarea variației crescătoare a unghiului de atac și descrescătoare a unghiului de înclinație.

2 - În vederea caracterizării solului asupra căruia se acționează ca mediu s-au determinat cele mai importante proprietăți fizico-mecanice ale acestuia, utilizându-se metode și aparate

care asigură o precizie ridicată a măsurătorilor.

3 - Aparatura utilizată pentru încercări reprezintă o realizare la nivelul tehnicii actuale și permite determinarea și înregistrarea simultană a mărimilor necesare de măsurat.

4 - Metodica statistică utilizată pentru interpretarea încercării reprezintă o prelucrare de înaltă precizie și permite determinarea indicilor consultați cu erori minime.

C A P I T O L U L III

REZULTATELE EXPERIMENTALE PRIVIND INCERCAREA PLUGULUI CU DISCURI SFERICE CONCAVE.

§.1. Rezultatele experimentale privind indicii calitativi de lucru ai plugului cu discuri sferice concave:

După parcurgerea etapelor pregătitoare s-a trecut la efectuarea măsurătorilor propriu zise.

În cadrul încercărilor de laborator-cîmp, variantele de pluguri cu discuri PDU-4-25 au fost experimentate la lucrări de arat în vederea pregătirii patului germinativ pentru semănat. Încercările s-au efectuat pe soluri mijlocii, (în județul Timiș, cu caracteristicile parcelelor prezentate în capitolul anterior).

Ca sursă energetică pentru acționare, a fost utilizat tractorul U 65 M de 65 CP, cu patru roți motrice egale.

Rezultatele experimentale privind indicii calitativi de lucru ai plugului cu discuri sferice concave :

Aprecierea calității lucrării executate cu variantele experimentale ale plugului cu discuri s-a făcut prin determinarea următorilor indici calitativi : lățimea medie de lucru, adîncimea medie de lucru, gradul de mărunțire, a solului, gradul de afinare a solului și gradul de acoperire cu sol a resturilor vegetale.

Acești indici au fost determinați pentru un sol acoperit cu miriște, la diferite unghiuri de atac, de înclinație și la viteze diferite.

Încercările s-au repetat de trei ori în condiții identice de sol, de reglaj a unghiului de așezare și viteză de deplasare.

Înainte de determinarea indicilor calitativi (la diferite variante experimentale), s-a urmărit influența unghiului de atac asupra indicilor calitativi, la valori constante ale unghiului de înclinație ($\beta = 22^\circ$) și vitezei de plasare ($V = 5,5 \text{ Vm/h}$). Rezultatele privind adîncimea și lățimea de lucru funcție de unghiul de atac sînt prezentate în tabelul nr.2.

TABELUL 2

Nr.	grade α	Lățimea medie cm	Adâncimea medie cm
1	35°	96,3	17,4
2	40°	99,9	18,1
3	45°	110,3	19,2
4	50°	125,3	20,1
5	55°	130,2	21,0

In mod asemănător s-a studiat variația adâncimii și lățimii de lucru, funcție de unghiul de inclinație la o valoare constantă a unghiului de atac (α) și a vitezei de deplasare. Rezultatele privind adâncimea și lățimea de lucru, funcție de unghiul de inclinație, sînt date în tabelul 2. Calculul statistic al adâncimii și lățimii de lucru pentru unghiul de atac și pentru unghiul de inclinație este inclus în anexa nr.1.

TABELUL 3.

Nr.	grade β	Lățimea medie cm	Adâncimea medie cm
1	14°	111,4	16,5
2	18°	114,7	17,8
3	22	116,3	19,2
4	26	118,6	20,6
5	30	126,1	21,0

După ce s-a urmărit influența unghiului de atac și cel de inclinație asupra adâncimii și lățimii de lucru, s-a trecut la determinarea indicilor calitativi de lucru pentru varietățile experimentale ale plugului cu discuri.

Rezultatele experimentale privind lățimea de lucru, la cei cinci variante, la viteze de deplasare diferite, sînt date în tabelul nr.4.

TABELUL 4.

Nr.	Varianta	Viteza [Km/h]	Lățimea [cm]	σ_B [cm]	V_B %	$+\delta_B$ [cm]	$-\delta_B$ [cm]	$+\Delta_B$ [cm]	$-\Delta_B$ [cm]
1	V_1	IIR 5,54	75,5	2,2	2,9	+7,2	-8	+10,5	-19,5
2	$\alpha = 35^\circ$	IIIR 6,15	75,8	2,4	3,2	+9,3	-7,6	+25,2	-15,8
3	$\beta = 30^\circ$	IVR = 8,67	75,1	1,5	2,0	+3,3	-5,76	+7,9	-25,1
1	V_2	IR = 5,33	95,0	2,1	2,2	8,1	-6,7	+22	-17,0
2	$\alpha = 40^\circ$	IIR = 6,55	89,7	4,0	4,5	15,0	-17,6	+26,3	-19,7
3	$\beta = 26^\circ$	IVR = 8,18	91,9	2,8	3,0	8,3	-13,3	+23,1	-26,9
1	V_3	IIR = 5,7	98,4	2,3	2,3	+8,9	-8,9	+16,6	-18,4
2	$\alpha = 45^\circ$	IIIR = 7,1	101,3	1,1	1,1	+4,7	-3,8	+8,7	-6,3
3	$\beta = 22^\circ$	IVR = 7,4	99,9	3,2	3,2	-11,1	-9,8	+25,1	-16,9
1	V_4	IIR = 5,54	116,4	3,2	2,8	+13,2	-9,7	+18,6	-22,4
2	$\alpha = 58^\circ$	IIIR = 7,2	107,4	2,4	2,3	+7,3	-9,0	+21,6	-15,4
3	$\beta = 18^\circ$	IVR = 8,50	114,2	2,7	2,4	+10	-11,1	+15,8	-14,2
1	V_5	IIR = 5,37	134,4	3,0	2,2	+8,7	-11,6	+20,6	-24,4
2	$\alpha = 55^\circ$	IIIR = 7,78	135,9	3,6	2,6	+14,0	-12,4	+32,1	-20,5
3	$\beta = 14^\circ$	IVR = 8,18	136,1	2,6	1,9	+14	-7,0	+24,0	-14,1

Rezultatele experimentale privind adîncimea de lucru, la cele cinci variante, la vitezele de deplasare diferite, sînt date în tabelul nr.5.

TABELUL 5

Nr.	Varianta	Viteza [Km/h]	Adîncimea medie [cm]	σ_a [cm]	V_a %	$+\delta_a$ [cm]	$-\delta_a$ [cm]	$+\Delta_a$ [cm]	$-\Delta_a$ [cm]
1	V_1	IIR=5,54	17,0	0,58	3,4	+2,27	-2,55	+6,5	-5,0
2	$\alpha = 35^\circ$	IIIR=6,15	17,5	0,52	3,0	+1,89	-1,38	+3,4	-3,7
3	$\beta = 30^\circ$	IVR=8,67	18,0	0,76	4,2	+2,68	-3,0	+5,5	-6,5
1	V_2	IIR 5,33	18,0	0,58	3,2	+2,5	-1,95	+6,0	-3,0
2	$\alpha = 48^\circ$	IIIR 6,55	18,4	0,30	1,7	+1,2	-1,25	+1,6	-2,4
3	$\beta = 26^\circ$	IIIR 8,18	19,2	0,40	2,3	+1,8	-1,4	+3,8	-3,2

TABELUL 5 (continuare)

Nr.	Varianta	Viteza km/h	Adânci- mea mo- die [cm]	δ_a	V_a %	$+\delta_a$ (cm)	$-\delta_a$ (cm)	$+\Delta_a$ (cm)	$-\Delta_a$ (cm)
1	V_3	IIR = 5,7	19,2	0,5	2,8	+2,1	-2,1	+3,3	-3,2
2	$\alpha=45^\circ$	IIIR = 7,1	19,7	0,4	2,2	+1,5	-1,6	+3,3	-3,7
3	$\beta=22^\circ$	IVR = 7,35	20,0	0,6	3,1	+2,18	-2,66	+3,5	-3,5
1	V_4	IIR = 5,54	20,5	0,3	1,2	+0,9	-1,1	+2,5	-1,5
2	$\alpha=50^\circ$	IIIR = 7,2	21,3	0,6	2,8	+2,3	-2,55	+2,4	-3,8
3	$\beta=18^\circ$	IVR = 8,50	21,5	0,5	2,2	+1,3	-2,25	+2,5	-4,0
1	V_5	IIR = 5,37	22,0	0,5	2,2	+2,0	-1,4	+4,4	-2,6
2	$\alpha=55^\circ$	IIIR = 7,78	22,5	0,5	2,4	+1,8	-2,1	+4,1	-3,9
3	$\beta=14^\circ$	IVR = 8,18	23,0	0,5	2,2	1,5	-2,4	+2,9	-4,6

În vederea stabilirii efectului de mărunțire a celor cinci variante experimentale s-a determinat (procentual) greutatea bulgărilor (tabelul 6).

TABELUL 6.

Nr.	Umiditatea %	Varianta	Bolvani cu diametrul		
			20 cm și mai mare	20-10 cm	10 cm și mai mic
1	20%	V_1	6,6	3,0	90,4
2	20%	V_2	8,7	5,8	85,5
3	20%	V_3	12,0	7,4	80,6
4	20%	V_4	17,2	7,5	75,3
5	20%	V_5	20,2	9,0	70,8

Rezultatele experimentale din tabelul 5 s-au determinat la o viteză de deplasare de 5,5 km/h și la o umiditate a solului cuprinsă între 18-22%.

La umiditate și viteză de deplasare constante s-a determinat îngrăparea masei vegetale cu solul (tabelul 7).

TABELUL 7.

Nr.	Varianta	Gradul de în- gropare %
1	V ₁	90,0
2	V ₂	90,7
3	V ₃	91,9
4	V ₄	93,2
5	V ₅	94,3

§2. Rezultatele experimentale privind consumul de energie și creșterea vitezei de lucru

Pentru determinarea indicilor energetici, încercările s-au repetat de trei ori, în aceleași condiții de sol și de reglaje ale aparatelor de înregistrare, lucrându-se cu o viteză constantă pentru toate variantele încercate.

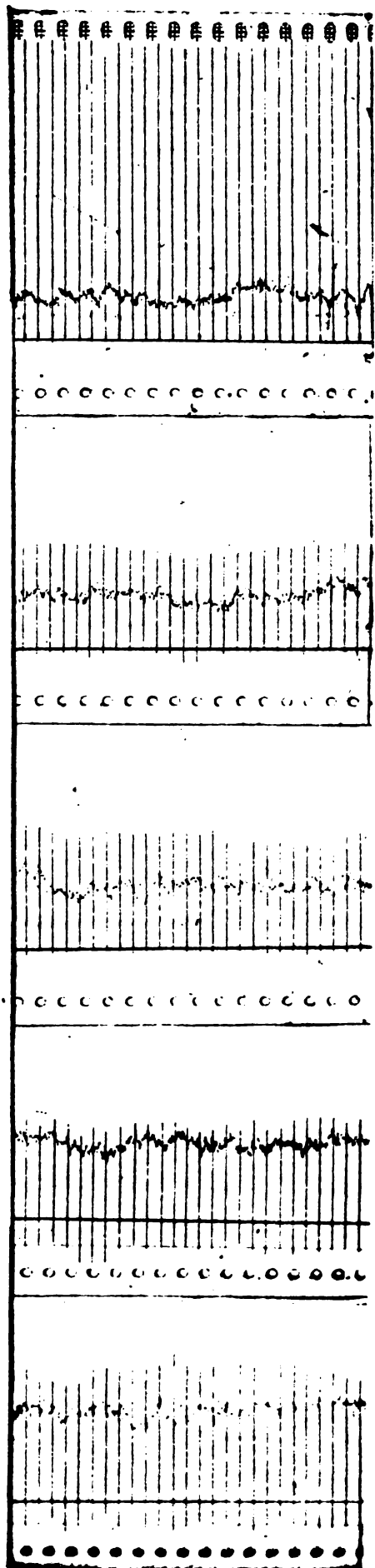
Tararea statică a dinamogramelor s-a executat cu ajutorul instalației prezentate în fig. 76

Cu ajutorul datelor măsurate sa stabilit scara dinamografului, forma oscilogramelor uneia din încercările efectuate cu cele cinci variante ale discului sînt date în fig. 77.

Înainte de determinării indicilor energetici ai celor cinci variante experimentale ale discului, s-a urmărit influența unghiului de atac „ α ” asupra rezistenței de tracțiune, la o valoare constantă a unghiului de înclinație ($\beta = 22^\circ$) și a vitezei de deplasare ($V = 5,5$ km/h). Variația unghiului de atac a fost din 5 în 5 grade, începînd cu 35° .

Înainte de determinării acestor indici energetici s-a urmărit influența unghiului de înclinație asupra rezistenței de tracțiune, la o valoare constantă a unghiului de atac ($\alpha = 45^\circ$) și a vitezei de deplasare a adîncimii de lucru. Variația crescătoare a valorilor unghiului de înclinație a fost din 4 în 4 grade.

Rezultatele experimentale privind influența unghiului de atac și a unghiului de înclinație asupra rezistenței la tracțiune sînt date în tabelele 8 și 9.



$$V_1: \alpha = 35^\circ, \beta = 30^\circ$$

$$V_2: \alpha = 40^\circ, \beta = 26^\circ$$

$$V_3: \alpha = 45^\circ, \beta = 22^\circ$$

$$V_4: \alpha = 50^\circ, \beta = 18^\circ$$

$$V_5: \alpha = 55^\circ, \beta = 14^\circ$$

Fig.77. Forma diăgramei a unor încercări efectuate cu cele cinci variante ale discului.

TABELUL 8

Nr.	Unghiul de atac α°	Rezistența la tracțiune [N]
1	35°	12686
2	40°	13276
3	45°	14036
4	50°	14465
5	55°	15164

TABELUL 9

Nr.	Unghiul de înclinație β	Rezistența la tracțiune [N]
1	14°	12200
2	18°	11640
3	22°	11050
4	26°	10310
5	30°	9812

După stabilirea influențelor unghiului de atac și a celui de înclinație, s-a trecut la determinarea indicilor energici ai celor cinci variante experimentale.

Rezultatele experimentale ale rezistenței la tracțiune ale celor cinci variante ale plugului lucrând cu vitezele crescătoare între 5 Km/h și 10 km/h, sînt centralizate în tabelul 10.

TABELUL 10

Nr.	Varianta	Viteza treapta [Km/h]	Rezistența medie la trac. [N]	R [N]	V_R [%]	K_s [N/cm ²]	Testul χ^2	
							val.	[%]
1	V_1	II R	13400	1425	10,8	10,2	1,609	95,0
2	$\alpha = 35^\circ$	III R	13800	1540	11,0	10,4	0,388	99,0
3	$\beta = 30$	IV R	14480	1630	11,0	10,7	1,304	97,5

TABELUL 10(continuare)

Nr.	Varianta	Viteza Treapta [Km/h]	Rezistența medie la trac. [N]	R [N]	V _R [s]	K _s [N/cm]	Testul val.	[%]
1	V ₂	II R	14070	1344	9,6	8,2	1,670	90
2	$\alpha = 40^{\circ}$	III R	14570	1440	9,9	8,7	2,787	70,
3	$\beta = 26^{\circ}$	IV R	15130	1565	10	8,5	1,348	97,
1	V ₃	II R	15350	1430	9,0	8,1	1,205	90,
2	$\alpha = 45^{\circ}$	III R	15940	770	4,8	8,1	-	-
3	$\beta = 22^{\circ}$	IV R	16210	1540	9,9	8,1	1,828	90,
1	V ₄	II R	16860	1720	10,2	7,1	1,981	90
2	$\alpha = 50^{\circ}$	III R	17800	1540	8,6	7,7	0,452	99,
3	$\beta = 18^{\circ}$	IV R	18430	1430	7,7	7,5	1,143	95,
1	V ₅	II R	17920	1680	9,4	6,1	2,508	90,
2	$\alpha = 55^{\circ}$	III R	18710	1600	8,5	6,1	1,978	90,
3	$\beta = 14^{\circ}$	IV R	19740	2000	10,1	6,3	1,827	97,

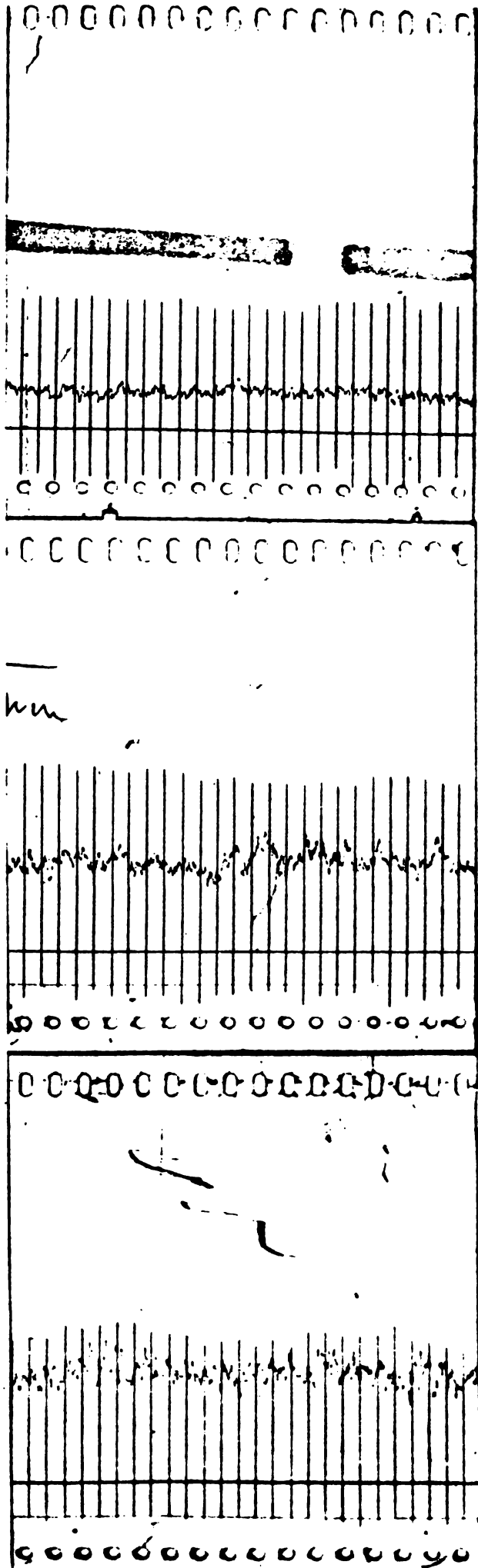
Forma oscilogramelor uneia din încercările efectuate cu o variantă experimentală la trei viteze de deplasare este dată în fig.(78).

Calculul statistic al rezistenței la tracțiune a celor cinci variante experimentale, la o viteză constantă de deplasare (V = II R) sînt prezentate în tabelele (11,12,13,14,15)

Calculul statistic al rezistenței la tracțiune a celor cinci variante experimentale la celelalte viteze de deplasare încercate sînt prezentate în anexa .

Calculul repartiției rezistenței la tracțiune cu ajutorul funcției lui Gauss, al celor cinci variante experimentale, la o valoarea constantă a vitezei de deplasare, este prezentat sub formă grafică în figurile nr. 79,80,81,82,83 .

Calculul repartiției rezistenței la tracțiune a celor cinci variante experimentale la celelalte viteze de deplasare încercate este prezentat sub forma grafică în anexa .



VITEZA II R.

VITEZA III R.

VITEZA IV R.

Fig.78. Forma dinamogramelor a unor încercări efectuate cu cele trei viteze încercate.

TABELUL 11

Calculul statistic al rezistenței la tracțiune a variantei V_1 (viteza II R)

rezistența la tracțiune R_1 [N]	Frecvența observată f_i	$a = R_1 - R_0$	$U = \frac{a-b}{s}$	$\Phi(U)$	$Y = \frac{n(\Phi U)_i}{n}$	f_i %	Y %	$d_i = f_i - Y$	$d_i^2 = (f_i - Y)^2$	$(f_i - Y)^2$
8910	1	-3960	-2,9684	0,00485	0,4751	0,7092	0,3374	1,5529	2,4115	0,6996
9900	4	-2970	-2,2737	0,03034	2,972	2,8369	2,1104			
10890	10	-1980	-1,5789	0,1145	11,2162	7,0922	7,9644	-1,2162	1,4791	0,1319
11880	23	-990	-0,8842	0,27086	26,5329	16,3121	18,8405	-3,5239	12,4814	0,4704
12870	40	00	-0,1895	0,39181	38,3809	28,3688	27,2535	+1,6191	2,6215	0,0683
13860	36	990	0,5053	0,35029	34,3137	25,5319	24,3655	1,6863	2,8436	0,0829
14850	20	1980	1,2000	0,19419	19,0224	14,1844	13,5074	0,9776	0,9557	0,0502
15840	6	2970	1,8947	0,06687	6,5504	4,2553	4,6513	-0,9159	0,8389	0,106
16830	1	3960	2,5895	0,01394	1,3655	0,7092	0,9696			
	141			140,829	100	100	100			1,6093 = $\sum Y^2$

$N = 141$

$R_{p1m} = 13140$ [N]

$\sum R^2 = 246436344$

$\frac{(\sum R)^2}{n} = 243591969$

$= 1425$

$V = 10,8$ %

$b = 270$

Probabilitatea = 95%

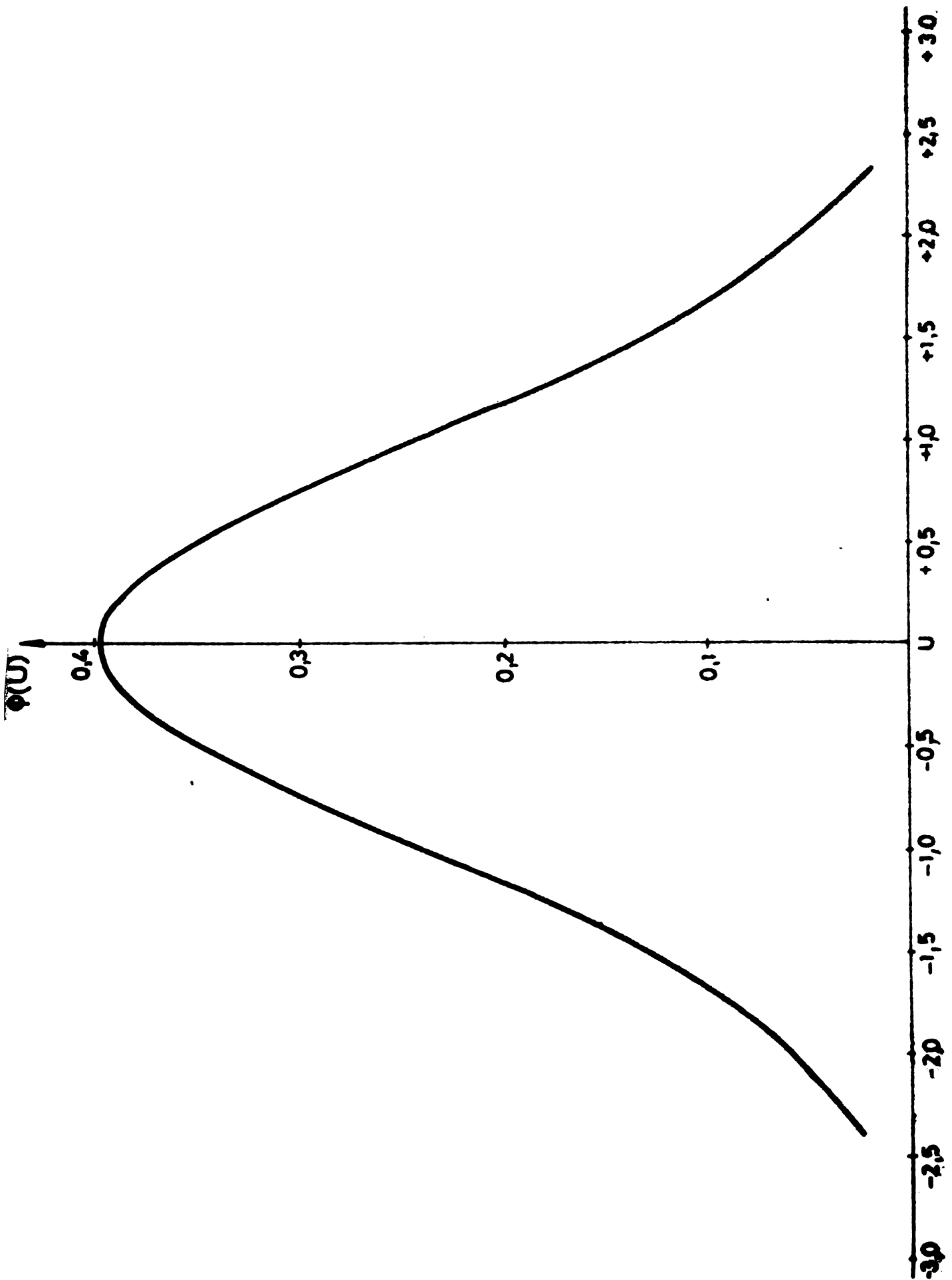


Fig.79. Repartiția rezistenței la tracțiune V_1 (viteza II R)

TABELUL 12

Calculul statistic al rezistenței la tracțiune a variantei V₂ (viteza II R)

Rezi- sten- ța la tracțiune R _l [N]	Frec- vențe obser- vate f _l	a = R _l - R ₀	U = $\frac{a-b}{\sigma}$	Φ(U)	Frecvențe teoretice Y = $\frac{n}{\sigma} \cdot \Phi(U)$ [%]	f _l [%]	Y [%]	Frecvențe teoretice Diferen- țiale d _i = f _l - Y	Pătratul diferenței d _i ² = (f _l - Y) ²
10890	1	-2970	-2,3660	0,02406	1,8786	0,9434	1,7873	-0,1294	0,0167
11880	9	-1980	-1,6295	0,10567	8,2508	8,4906	7,8496		
12870	22	-990	-0,8929	0,26848	20,903	20,7547	19,9437	40370	1,0754
13863	34	00	-0,1563	0,39387	30,7335	32,0755	29,2561	3,2462	10,5398
14850	22	990	0,5804	0,33718	26,3271	20,7547	25,0470	-4,3271	18,7238
15840	12	1980	1,3170	0,16000	12,4929	11,3208	11,8024	-0,4929	0,2450
16830	5	2970	2,0536	0,04879	3,8095	4,7170	3,6243	1,5549	2,4177
17820	1	3960	2,7902	0,00824	0,6356	0,9434	0,0047		
	106			Y=105,111	100	99,934			1,07022·σ ²

n = 106

R_{plm} = 14070 [N]

ΣR² = 211603590

$\frac{(\sum R)^2}{n} = 209707744$

σ = 1544

Y = 9,6 %

b = 210

Probabilitatea = 90 %

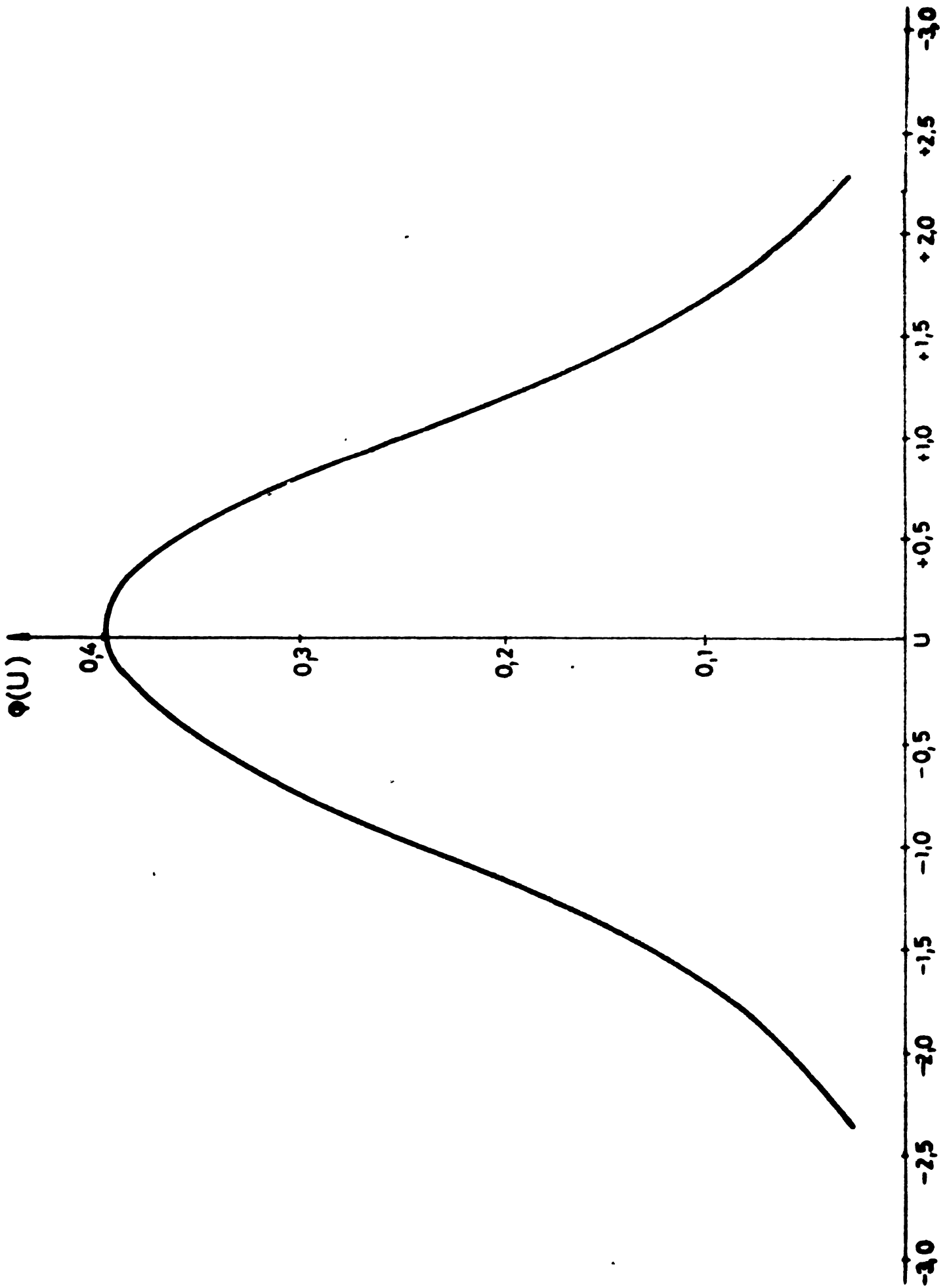


Fig.80. Repartiția rezistenței la tracțiune, V_2 (viteza II R)

TABELUL 13

Calculul statistic al rezistenței la tracțiune a variantei V_3 (viteza IIR)

Resistența la tracțiune R_1 [N]	Frecvența observată f_i	$a = R_1 - R_0$	$U = \frac{a-b}{s}$	$\Phi(U)$	Frecvența teoretică f_1 [%]	$Y = \frac{n}{N} \Phi(U) i$	Frecvența observată f_i [%]	Frecvența teoretică Y [%]	Diferența $d_i = f_i - Y$	Pătratul diferenței $d_i^2 = (f_i - Y)^2$
11880	1	-3960	-2,4266	0,02083	1,8026	0,8000	1,4493	1,4669	2,1518	0,2257
12870	10	-2970	-1,7343	0,08933	7,7305	8,0000	6,2151			
13860	20	-1980	-1,0420	0,2323	20,1029	16,0000	16,1621	-0,1029	0,0106	0,0005
14850	30	-990	-0,3497	0,37524	32,4727	24,0000	26,1070	-2,4727	6,114	0,1083
15840	35	00	0,3427	0,37654	32,5852	28,0000	26,1975	2,4148	5,8313	0,1790
16830	18	990	1,0350	0,2323	20,1029	14,4000	16,1621	-2,1029	4,4222	0,2200
17820	9	1980	1,7273	0,08933	7,7305	7,2000	0,2151	1,4228	2,0244	0,2114
1880	2	2970	2,4196	0,02134	1,8467	1,0000	1,4847			
	125						Y=124,583	100	99,9927	1,024922

$n = 125$

$R_{plm} = 15350$ [N]

$\Sigma R^2 = 29700920$

$(\Sigma R_i^2) / n = 294488216$

$\bar{b} = 1430$

$V = 3,6$

$b = -490$

probabilitatea = 90%

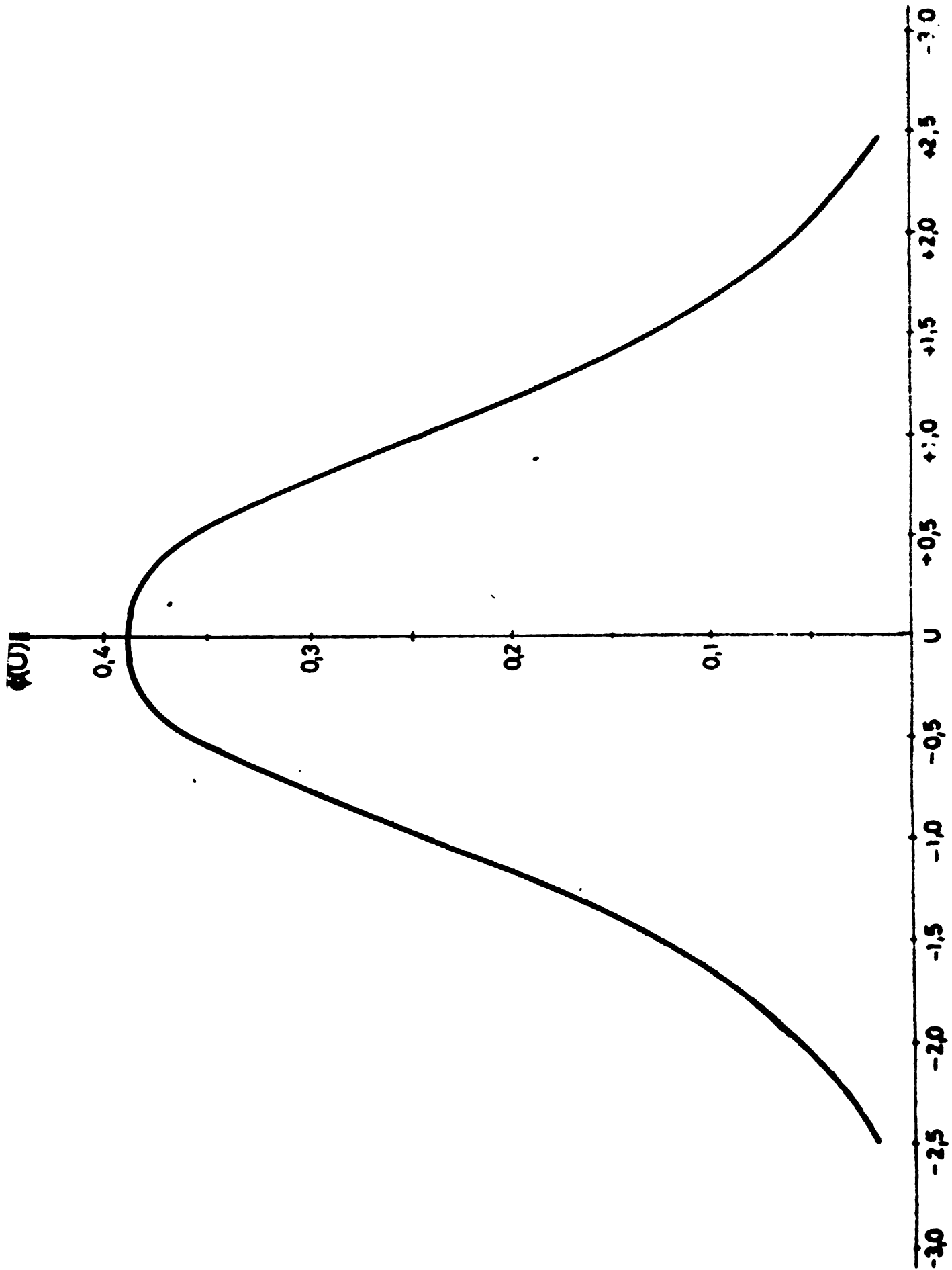


Fig.81.Repartiția rezistenței la tracțiune V_3 (viteza II R)

TABELUL 14

Calculul statistic al rezistenței la tracțiune a variantei V_4 (viteza II R)

Rezistența la tracțiune R_1 [N]	Frecvențe observate f_i	$a = R_1 - R_0$	$U = \frac{a-b}{s}$	$\Phi(U)$	Frecvențe teoretice $Y = \frac{n}{s} \Phi(U)_i$	Frecvențe observate f_i [%]	Frecvențe teoretice Y [%]	Diferența $d_i = f_i - Y$	Pătratul diferenței $d_i^2 = (f_i - Y)^2$	$(f_i - Y)^2$
12870	1	-3960	-2,3200	0,02705	1,8839	0,8264	1,5712	2,0012	4,0048	0,05007
13860	9	-2970	-1,7442	0,0878	6,1149	7,4380	5,1000			
14850	14	-1980	-1,1686	0,20121	14,0133	11,5702	11,6875	-0,0133	0,0002	0,00001
15840	21	-990	-0,5930	0,33521	23,3458	17,3554	19,47711	-2,3458	5,5028	0,2357
16830	30	0	-0,0174	0,39886	27,7787	24,7934	25,1082	2,2213	4,9342	0,1776
17820	20	990	0,5581	0,34105	23,7525	16,5289	19,8103	-3,7525	14,0813	0,5928
18810	16	1980	1,1337	0,21069	14,6736	13,2231	12,2382	1,3264	1,7593	0,1199
19800	8	2970	1,7267	0,00933	6,2214	6,6116	5,1888	1,7136	2,9364	0,3544
20790	2	3960	2,2849	0,02965	2,0650	1,6529	1,7223			
				$n = (2)$	$Y = 119,9$	100	$Y = 99,96$	$\Sigma (f_i - Y)^2 = 1,98111 = X^2$		

$n = 121$

$G = 1720$

$b = 30$

$R_{plm} = 16860 [N]$

Probabilitatea = 90 %

$\Sigma R^2 = 347612067$

$\frac{(\Sigma R)^2}{n} = 344005401$

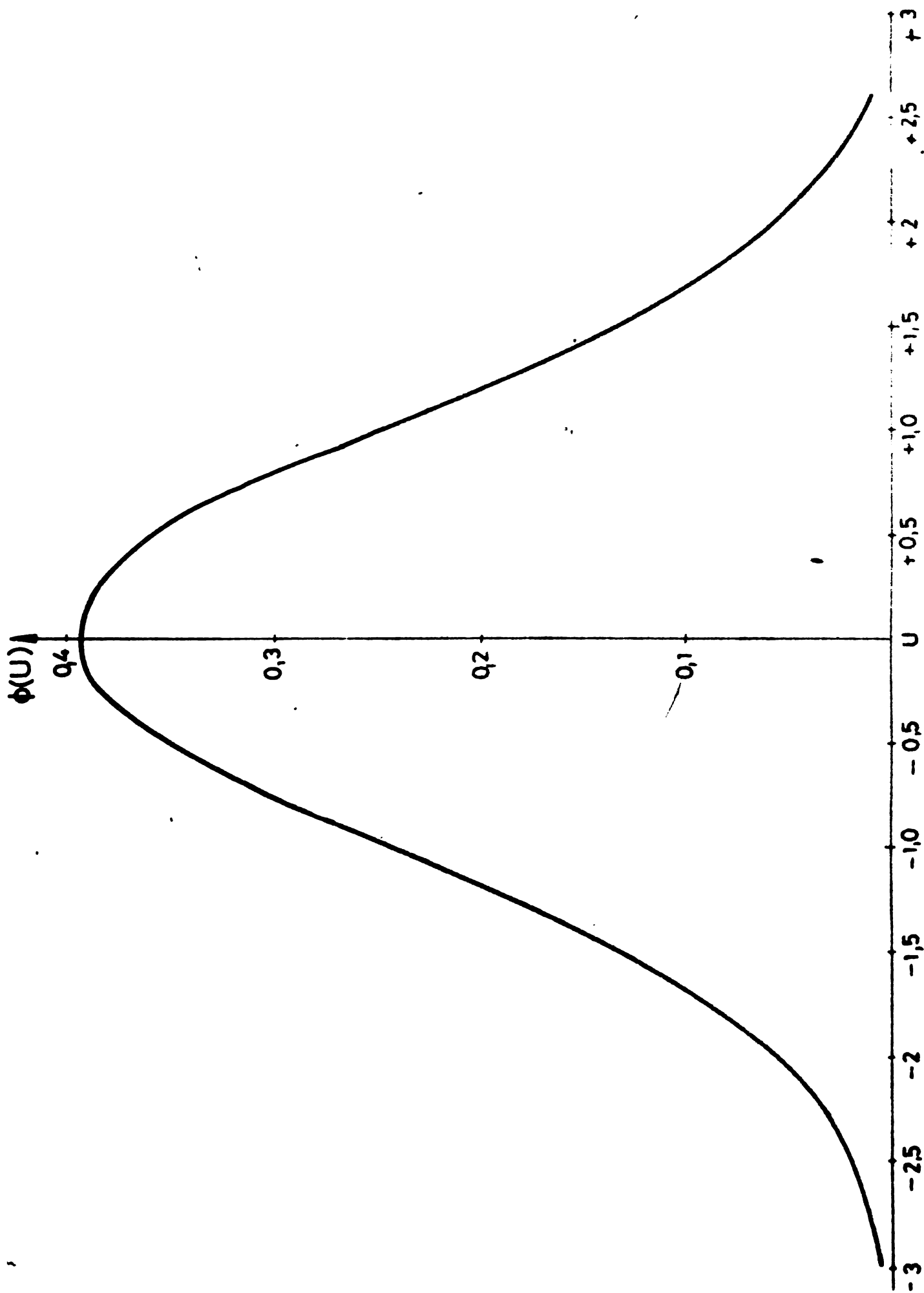


Fig.82. Repartiția rezistenței la tracțiune V_4 (viteza II R)

TABELUL 15

Calculul statistic al rezistenței la tracțiune a variantei V_5 (viteza II R)

Rezistența la tracțiune R_1 [N]	Frecvențe observate f_1	$a = R_1 - R_0$	$U = \frac{a-b}{s}$	$\Phi(U)$	Frecvențe teoretice $Y = \frac{n}{s}(\Phi U)_i$	Frecvențe observate f_i [%]	$d_i = f_i - Y$	Frecvențe teoretice Y [%]	Frecvențe observate f_i	Frecvențe diferențiale $d_i = f_i - Y$	Pătratul diferențiale $d^2 = (f_i - Y)^2$	$\frac{(f_i - Y)^2}{Y}$
13860	1	-3960	-2,4167	0,02134	1,9360	0,6494	2,278	1,2682	1,2682	5,1893	0,5920	
14850	10	-2970	-1,8274	0,074477	6,7854	6,4935	4,4436	4,4436	4,4436			
15840	19	-1980	-1,2381	0,18494	16,7833	12,3377	10,9910	10,9910	10,9910	4,9138	0,2928	
16830	25	-990	-0,6488	0,32297	29,3095	16,2338	-4,3095	19,1942	19,1942	18,5718	0,6336	
17820	34	00	-0,0595	0,39822	36,7385	22,0779	-2,1385	23,6663	23,6663	4,5732	0,1265	
18810	30	990	0,5298	0,34667	31,4603	19,4805	-2,1385	20,6027	20,6027	4,5732	0,1265	
19800	23	1980	1,1190	0,21307	19,3561	14,9351	-1,4603	12,6028	12,6028	2,1325	0,0078	
20790	11	2970	1,7083	0,09246	8,3907	7,1429	1,0584	5,4949	5,4949	1,0783	0,0524	
21780	1	3960	2,2976	0,02833	2,5709	0,0494		1,6820	1,6820			

154 $Y = 152,7$ 100 100 $2,2084 = \sum d^2$

$n = 154$ $b = 1680$ $b = 100$

$R_{plm} = 17920$ [N] $V = 9,4$ % $\text{Probabilitatea} = 90,0$

$\sum R^2 = 499027716$

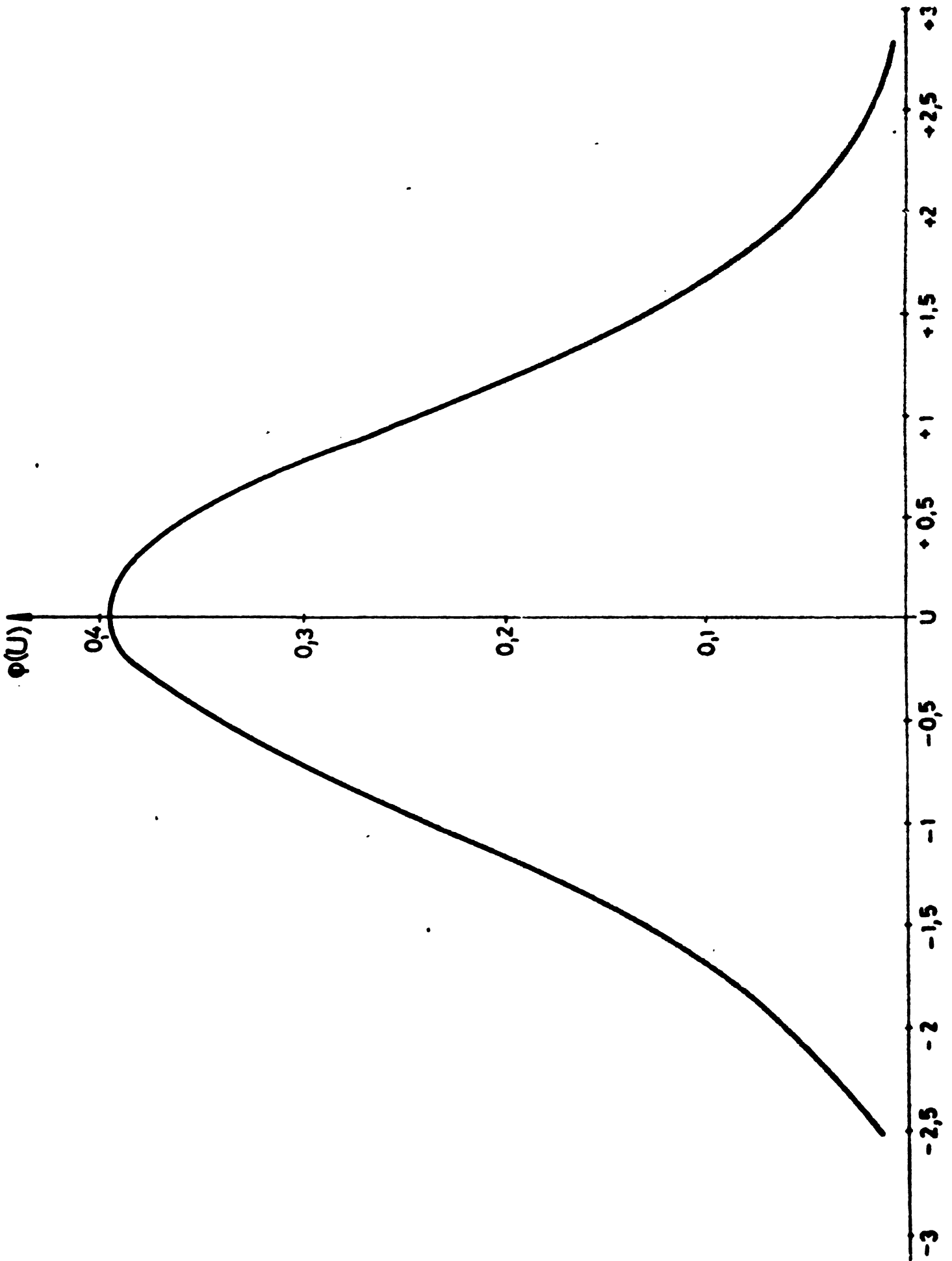


Fig.83. Repartiția rezistenței la tracțiune V_5 (viteza II R)

Rezultatele experimentale privind puterea necesară pentru antrenare, consumul orar de combustibil și productivitatea orară sînt centralizate în tabelul 16.

TABELUL 16

Nr.	Varianta	Viteza		Puterea kW	Consumul de com- bustibil L/h	Consum de com- bustibil L/h	Producti- vitatea ha/h
		Treapta	km/h				
1	V_1	II R	5,54	20,22	12,2	32,4	0,42
2	$\alpha = 35^\circ$	III R	6,15	23,78	13,0	28,4	0,47
3	$\beta = 30^\circ$	IV R	8,67	34,87	13,6	18,8	0,65
1	V_2	II R	5,33	20,83	12,4	26,3	0,51
2	$\alpha = 40^\circ$	III R	6,55	26,51	13,4	22,5	0,62
3	$\beta = 26^\circ$	IV R	8,18	34,38	13,8	17,0	0,83
1	V_3	II R	5,7	24,30	12,8	25,7	0,56
2	$\alpha = 45^\circ$	III R	7,1	31,44	13,8	18,6	0,72
3	$\beta = 22^\circ$	IV R	7,4	33,10	14,8	16,9	0,73
1	V_4	II R	5,54	25,95	13,0	22,0	0,65
2	$\alpha = 50^\circ$	III R	7,2	35,60	15,0	21,0	0,77
3	$\beta = 18^\circ$	IV R	8,5	43,50	16,5	15,8	0,92
1	V_5	II R	5,37	26,7	13,9	19,8	0,72
2	$\alpha = 55^\circ$	III R	7,78	40,43	15,9	14,6	1,06
3	$\beta = 14^\circ$	IV R	8,18	44,85	17,5	12,4	1,11

§ 3. Concluzii

1 - În cadrul încercărilor de laborator-cîmp variantele de plug cu discuri au fost experimentate la lucrări de arat în vederea pregătirii patului germinativ.

2 - Ca sursă energetică pentru acționare, a fost utilizat tractorul U 651 M de 65 CP, cu patru roți motrice egale.

Aprecierea calității lucrării executate cu variantele experimentale ale plugului cu discuri s-a făcut prin determinarea următorilor indici calitativi : lățimea medie de lucru, adîncimea medie de lucru, gradul de mărunțire a solului, gradul de afînare a solului și gradul de acoperire cu sol a resturilor vegetale.

Acești indici au fost determinați pentru un sol acoperit cu miriște, la diferite unghiuri de atac, de înclinație și la viteze diferite.

3 - După ce s-a urmărit influența unghiului de atac și cel de înclinație asupra adîncimii și lățimii de lucru, s-a trecut la determinarea indicilor calitativi de lucru pentru variantele experimentale ale plugului cu discuri.

Rezultatele experimentale privind indicii calitativi ai variantelor sînt centralizate în tabelele 4-7.

4 - Aprecierea consumului energetic s-a făcut prin determinarea indicilor energetici și anume: rezistența la tracțiune, consumul de combustibil, viteza de deplasare și puterea necesară pentru agregare.

Înainte de determinarea indicilor energetici s-a urmărit influența unghiului de atac și cel de înclinație, asupra rezistenței la tracțiune.

5 - După stabilirea influențelor unghiului de atac și a celui de înclinație, s-a trecut la determinarea indicilor energetici ale celor cinci variante experimentale.

6 - Rezultatele experimentale privind indicii energetici ale variantelor experimentale sînt centralizate în tabelele 7-10.

C A P I T O L U L I V

ANALIZA REZULTATELOR EXPERIMENTALE

§ 1. Analiza rezultatelor experimentale privind indicii calitativi de lucru.

Rezultatele experimentale privind indicii calitativi sînt prezentate în figurile (84-87)

Analiza rezultatelor experimentale arată că, marea majoritate a acestor măsurători s-au încadrat în limitele admise de literatura tehnică de specialitate.

Astfel, abaterile medii patratice ale adîncimii de lucru (σ_a) (fig.84) se încadrează în limitele admise ($\sigma_a \leq 0,08 a_m$). Indicii de variație a adîncimilor de lucru ($V_a \%$) se încadrează de asemenea în limitele admise ($V_a \% \leq 8\%$).

Abaterile medii pozitive și negative ale adîncimii de lucru ($\pm \delta_a$) nu se încadrează în totalitatea lor în limitele admisibile ($\pm \delta_a \leq 0,08 a_m$)

Abaterile accidentale maxime pozitive și negative ale adîncimii de lucru ($\pm \Delta_a$) nu se încadrează în limitele admisibile. (+ a $0,20 a_m$, - a $0,18 a_m$)

Depășirea limitelor admisibile ale abaterilor menționate se datorește sensibilității plugului cu discuri, care este influențată de natura solului și de regimul de viteză cu care s-a deplasat agregatul. Cînd plugul întîlnește porțiuni de teren cu neomogenități (de pildă în ceea ce privește compactitatea solului) se observă tendința de schimbare a adîncimii de lucru.

Rezultatele experimentale privind lățimea de lucru fig.85 arată următoarele :

Abaterile medii patratice ale lățimii de lucru (σ_B) se încadrează între limitele admise ($\sigma_B \leq 0,05 B_m$). Indicii de variație a lățimilor de lucru se încadrează complet între limitele admise ($V_B \% \leq 5\%$).

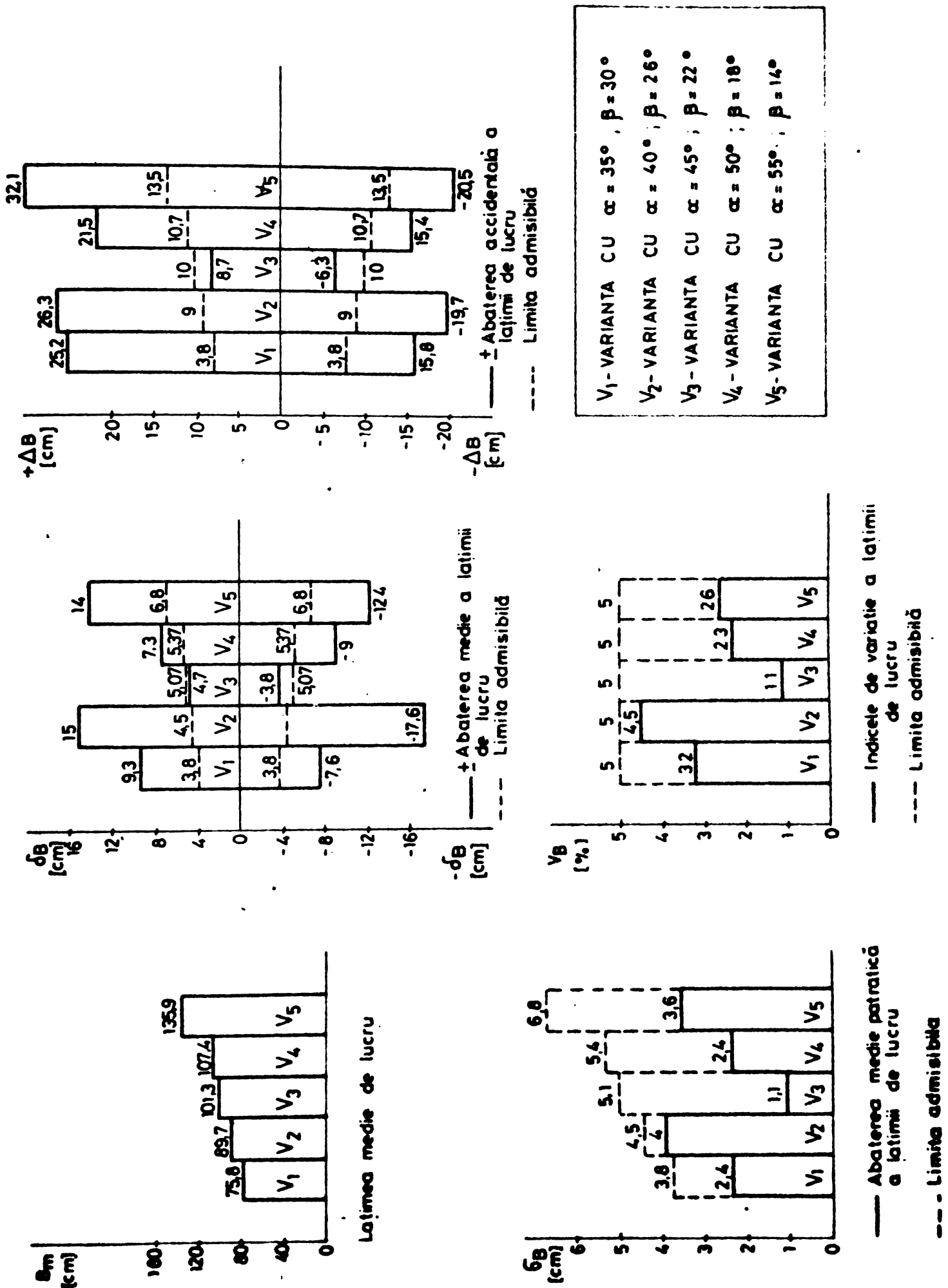


Fig.85. Rezultatele experimentale privind lățimea de lucru a variantelor încercate.

Abaterile medii pozitive și negative ale lățimilor de lucru ($\pm \delta_B$) nu se încadrează în totalitatea lor în limitele admisibile, la fel și abaterile accidentale maxime pozitive și negative ale lățimilor de lucru ($\pm \Delta_B \leq 0,10 B_L$)

Depășirea limitelor admisibile ale abaterilor menționate se explică prin sensibilitatea plugului cu discuri, care este influențată pronunțat de natura solului. Când plugul întâlnește porțiuni de teren cu neomogenități, se manifestă tendința de modificare a lățimii de lucru.

Rezultatele experimentale privind gradul de mărunțire a solului pe adâncimea de lucru sînt prezentate grafic în figura 86.

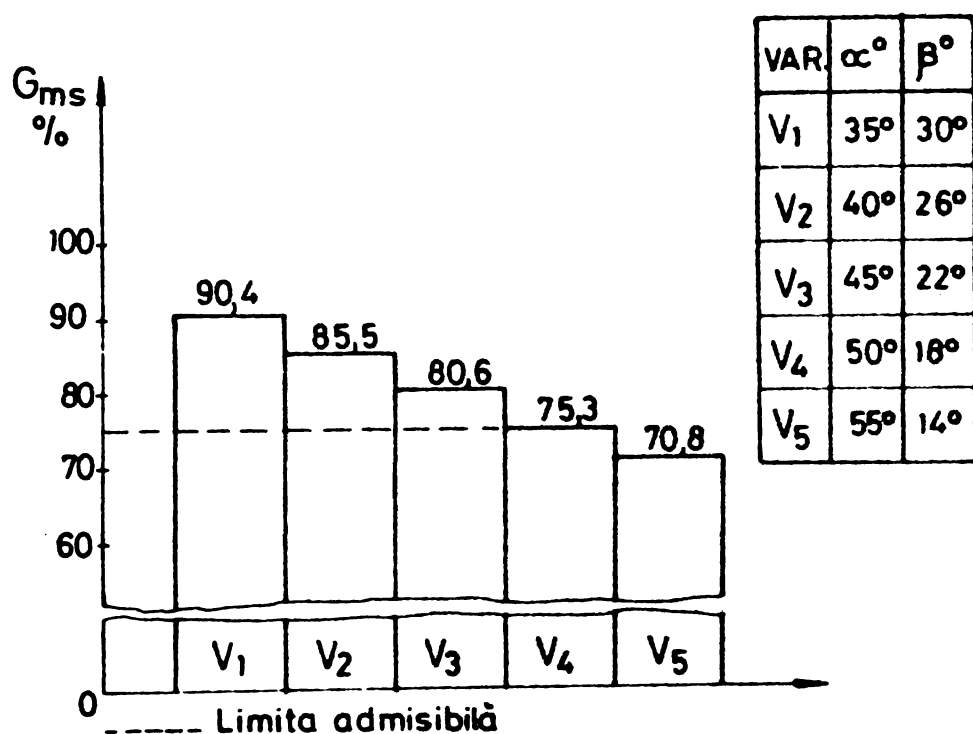


Fig.86. Rezultatele experimentale privind mărunțirea solului, pentru variantele de plug încercate.

Se constată că gradul de mărunțire a solului este satisfăcătoare pentru primele patru variante și **mulțumitoare** pentru a 5-a.

Rezultatele experimentale privind gradul de acoperire cu sol a masei vegetale sînt prezentate grafic în fig.87.

Se constată că gradul de acoperire cu sol a masei vegetale este satisfăcător.

Analizînd indicii calitativi ai procesului de lucru pentru toate variantele, se poate trage concluzia că, în condițiile de lucru existente în timpul experimentului s-au obținut performanțe corespunzătoare cerințelor agrotehnice impuse arăturii.

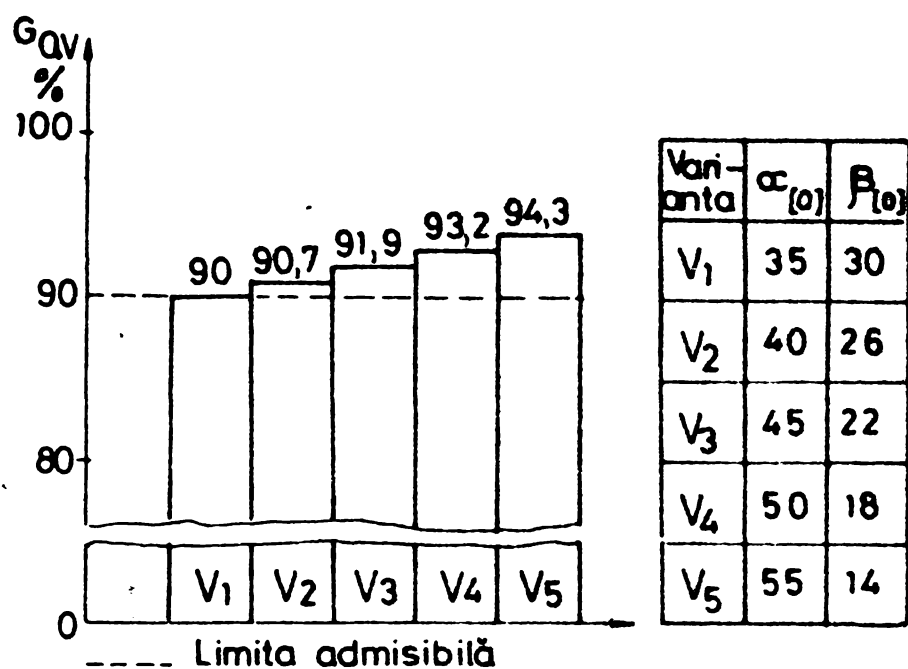


Fig.87. Rezultatele experimentale privind gradul de îngropare resturilor vegetale a variantelor de plug încercate.

§.2. Influența variației unghiurilor de atac (α) și de înclinație (β) asupra indicilor calitativi de lucru.

- Influența unghiurilor α și β asupra adâncimii de lucru:

Plugul cu discuri de arat solul, adâncimi de lucru cuprinse între 17,4 și 21,0 cm, valori corespunzătoare unghiurilor de atac de 35° la 55° și la o valoare constantă a unghiului de înclinație (tabelul 1 și fig.88)

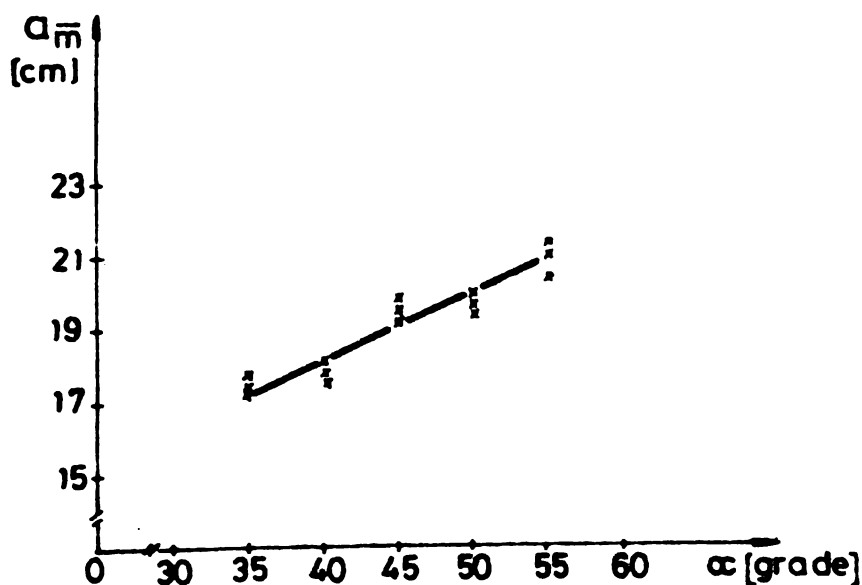


Fig.88. Variația adâncimii de lucru funcție de unghiul de atac.

Din fig.88 se constată că, odată cu creșterea unghiului de atac, crește adâncimea de pătrundere a discului în sol. Explicația acestui fenomen este aceea că componenta verticală a forței de rezistență a solului la deformare, sub acțiunea suprafețelor anterioare ale discului, componenta ce favorizează adâncirea discului în sol, este direct proporțională cu suprafața secțiunii transversale a stratului de sol decupat de către disc. Această suprafață este direct proporțională cu mărimea unghiului de atac.

Variația crescătoare a unghiului de înclinație (între 14° - 30°) la o valoare constantă a unghiului de atac (tabelul nr.2), conduce la adâncimi de lucru între 16,5 și 21 cm.

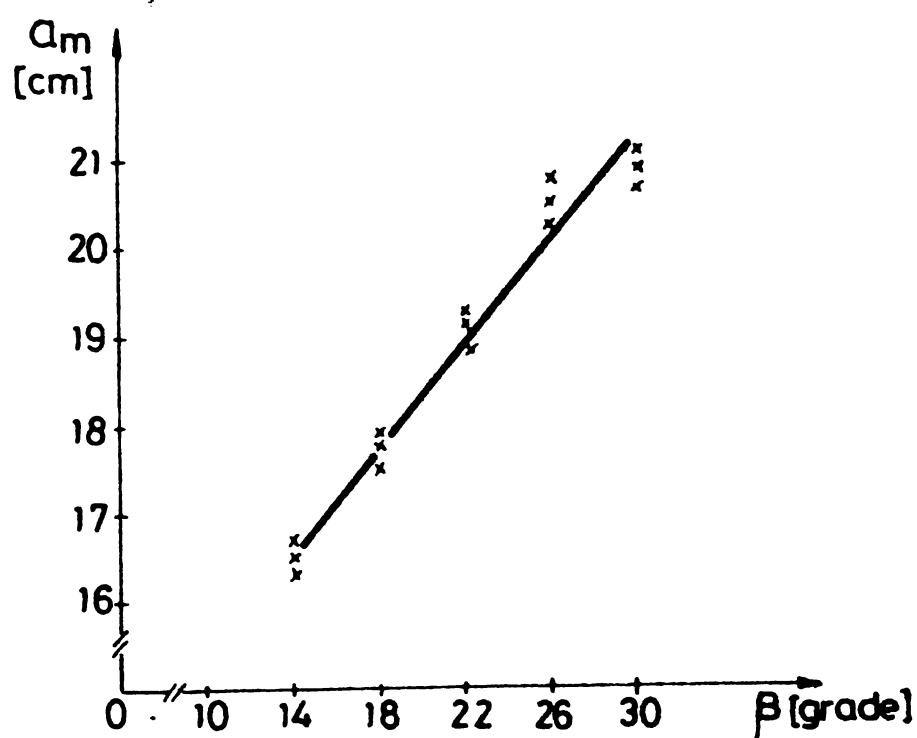


Fig.89. Variația adâncimii de lucru, funcție de unghiul de înclinație.

Din fig.89 se constată că odată cu creșterea înclinației discului față de verticală, se majorează și adâncimea de lucru. Explicația acestui fenomen este aceea că această înclinație asigură reducerea componentei verticale a reacțiunii solului, componentă ce tinde să se opună adâncirii discului în sol.

- Influența unghiurilor α și β asupra lățimii de lucru:

Plugul cu discuri încercat realizează la lucrările de arat lățimi de lucru cuprinse între 96,3 și 130,2 cm, valori corespunzătoare unghiurilor de atac de 35° la 55° și la o valoare constantă a unghiului de înclinație (tabelul 1).

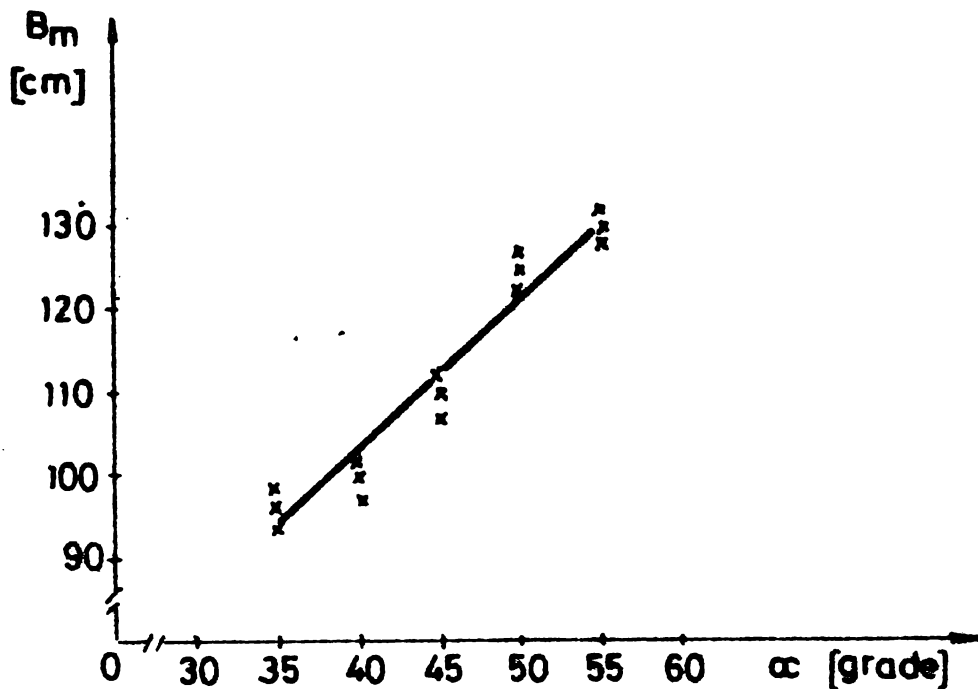


Fig.90. Variația lățimii de lucru funcție de unghiul de atac

Din fig.90 se observă că odată cu creșterea unghiului de atac, crește și lățimea de lucru, fapt datorat creșterii suprafeței secțiunii transversale a solului decupat de disc la creșterea unghiului de atac.

Totodată, lățimea de lucru a plugului cu discuri încercat crește de la 111,4 la 126 cm, la variația unghiului de înclinație între 14° și 30° (tabelul 3) Această creștere se datorește majorării suprafeței secțiunii transversale a solului decupat de disc.

-Influența unghiurilor α și β asupra gradului de mărunțire a solului.

În ceea ce privește gradul de mărunțire a solului la suprafață, valorile acestui indice au înregistrat variații descrescătoare la creșterea unghiului de atac (90% pentru unghiul de atac de 35 grade și cea de 70% pentru 55 grade). Explicația este faptul că, prin creșterea unghiului de atac, crește lățimea fișiei de sol supusă acțiunii discului, ceea ce conduce la micșorarea gradului de mărunțire a solului prin creșterea procentului de fracțiuni de sol cu dimensiuni peste 10 cm. Totodată, reducerea gradului de mărunțire a solului la creșterea unghiului de atac și ca atare la creșterea adâncimii de lucru, este determinată deplasarea agregatului. La aceste adâncimi, cu viteze de lucru scăzute, ceea ce conduce la reducerea accentuării procesului de mărunțire și mobilizare a solului. Totodată, gradul de mărunțire a solului a

înregistrat variații descrescătoare prin creșterea unghiului de înclinație. Explicația acestui fenomen, după cum s-a arătat în partea II-a, este dată de faptul că, la același unghi de atac și aceeași viteză de deplasare, discul cu înclinația mai mare față de verticală va tăia și întoarce solul cu o viteză mai mică decât discul cu unghiul de înclinație mic. De aici rezultă că, la valori mici ale unghiului de înclinație, amestecarea și afînarea solului este mai intensă decât la unghiuri mari.

- Influența unghiurilor α și β asupra gradului de îngropare a resturilor vegetale :

În ce privește gradul de îngropare a resturilor vegetale, din măsurătorile efectuate a rezultat în primul rând variația acestui indicator în funcție de masa resturilor vegetale rămase la suprafața terenului după recoltare ; valorile indicelui de calitate sînt cu atît mai mici, cu cît masa inițială a resturilor vegetale este mai mare. Pentru o masă a resturilor vegetale aproximativ constantă, gradul de îngropare a resturilor vegetale variază crescător odată cu majorarea unghiului de atac, întrucît prin creșterea acestuia se accentuează procesele de pătrundere a discului în sol și mobilizare a fișiei de sol lucrat. În cadrul determinărilor de laborator-cîmp, valorile gradului de îngropare a resturilor vegetale, valorile gradului de îngropare au înregistrat variații descrescătoare fig.91, la majorarea unghiului de atac.

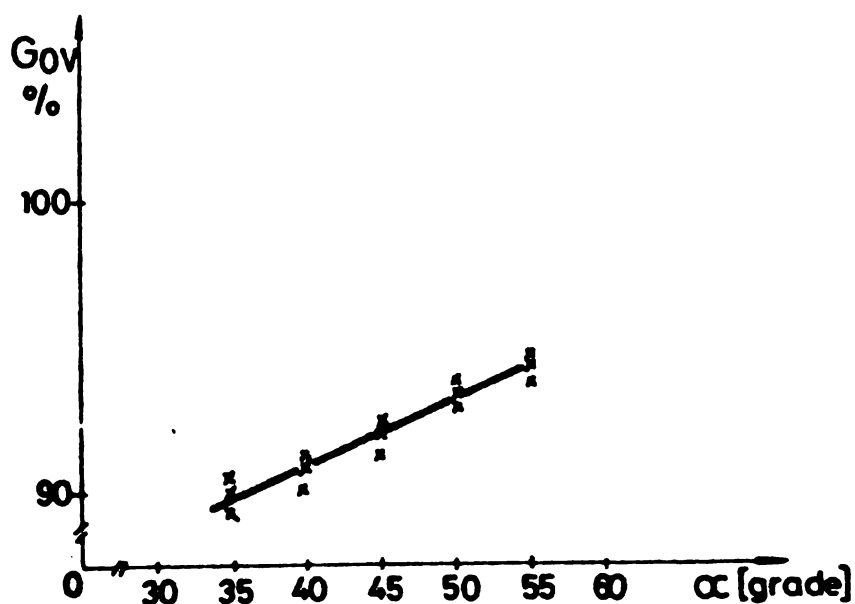


Fig.91. Variația gradului de îngropare a resturilor vegetale, funcție de unghiul de atac.

În cadrul încercărilor de laborator-cîmp s-a constatat că, odată cu creșterea unghiului de înclinație, gradul de îngropare este influențat defavorabil.

În ceea ce privește gradul de afînare a solului, s-au înregistrat valorile de 55-60% la variația unghiului de atac de la 35° la 55° . Creșterea gradului de afînare se explică prin golurile mari rămase între bulgării lăsați la lucrarea cu unghiul de atac mare.

§ 3. Influența vitezei asupra indicilor calitativi de lucru.

- Influența vitezei asupra adîncimii și lățimii de lucru :

Analiza rezultatelor experimentale privind influența vitezei de deplasare a plugului asupra adîncimii și lățimii de lucru (fig. 92 și 93) arată că odată cu mărirea vitezei de lucru (în cadrul limitelor încercate), adîncimea și lățimea de lucru cresc.

Creșterea adîncimii de lucru odată cu mărirea vitezei de deplasare se explică prin faptul că, odată cu mărirea vitezei de deplasare se imprimă solului tăiat și ridicat pe disc o viteză mai mare de deplasare laterală. Ca urmare, va crește componenta verticală a forței de rezistență a solului la deformare.. sub acțiunea suprafeței anterioare a discului, care fiind orientată de sus în jos, conduce la adîncirea discului în sol.

Creșterea lățimii de lucru se explică prin faptul că prin creșterea adîncimii de lucru crește și suprafața secțiunii transversale a solului, decupat de disc, ceea ce conduce la creșterea lățimii de lucru.

- Influența vitezei de deplasare asupra gradului de mărunțiri și de afînare a solului:

Creșterea vitezei de deplasare a plugului încercat între limitele 1-2,5 m/s a condus la îmbunătățirea gradului de mărunțire și de afînare a solului. Explicația acestui fenomen este aceea că viteza de rostogolire este funcție de viteza de deplasare, presupunînd că solul este perfect omogen ; rezultă că în limitele vitezelor încercate, gradul de mărunțire și afînare a solului variază crescător. Totodată, s-a constatat că la creșterea vitezei de deplasare a plugului s-au înregistrat ușoare variații ale deplasării laterale, al particulelor de sol.

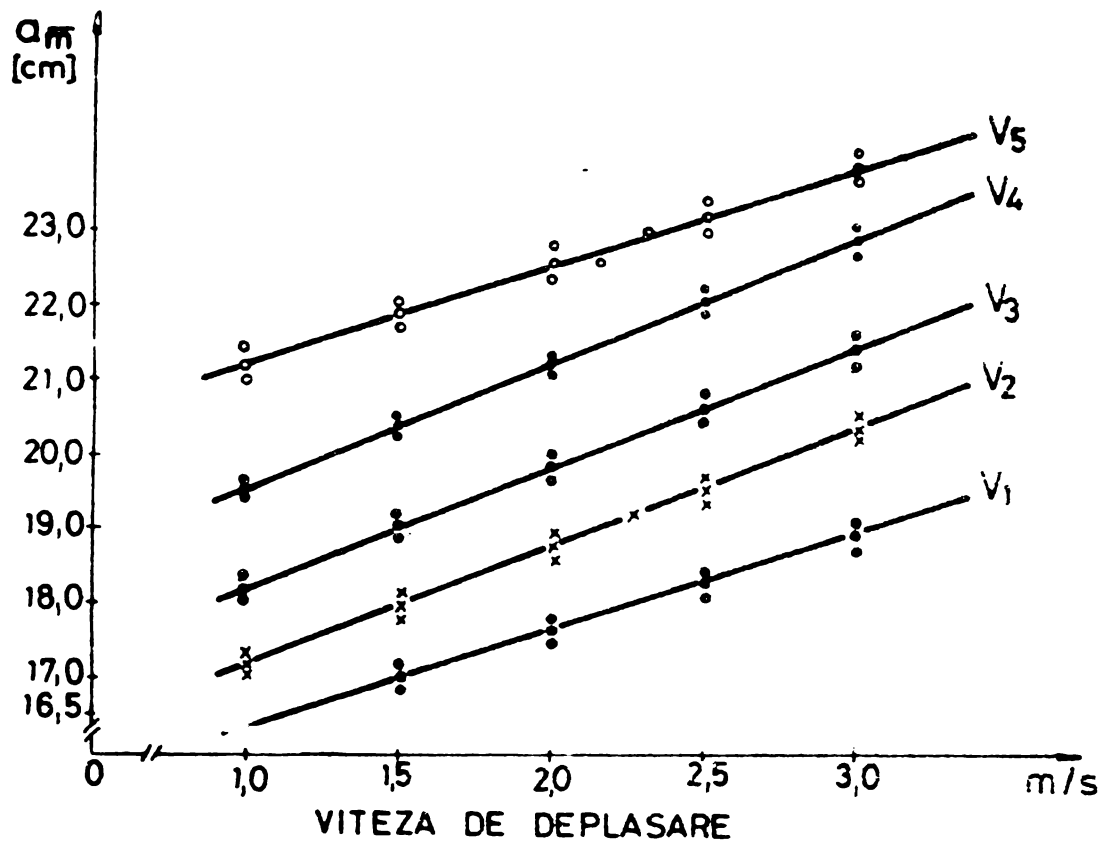


Fig.92. Variația adâncimii de lucru funcție de viteza de deplasare a agregatului.

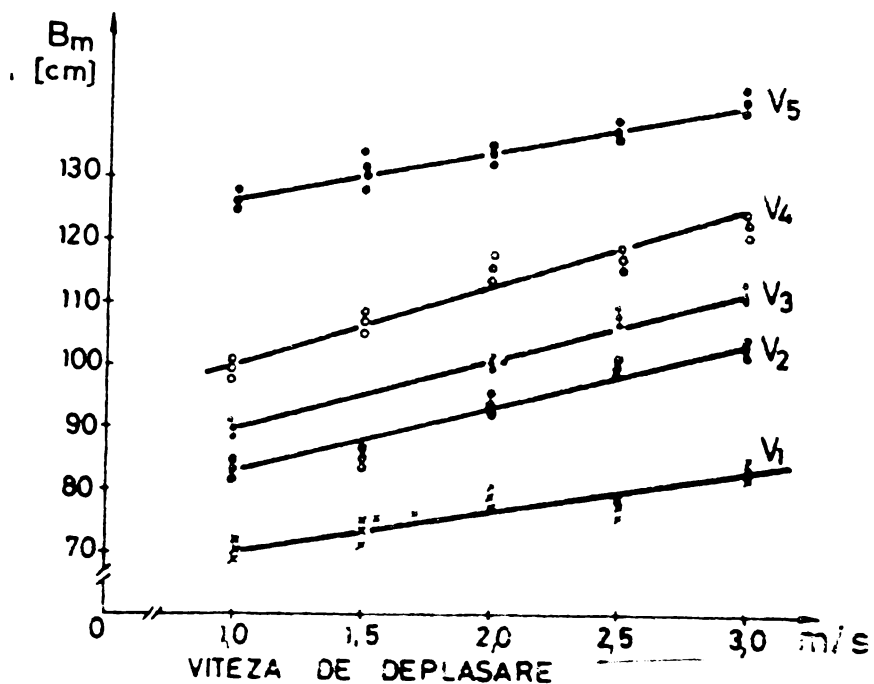


Fig.93. Variația lățimii de lucru în funcție de viteza de deplasare a agregatului.

§. 4. Analiza datelor experimentale privind indicii energetici de lucru:

§.4.1. Influența unghiurilor și asupra indicilor energetici

Pe baza valorilor medii a rezistenței la tracțiune arătate în tabelele 8 și 9 s-au întocmit graficele de variație a acestora în funcție de unghiurile de atac (α) și de înclinăție (β) (fig.94 și 95)

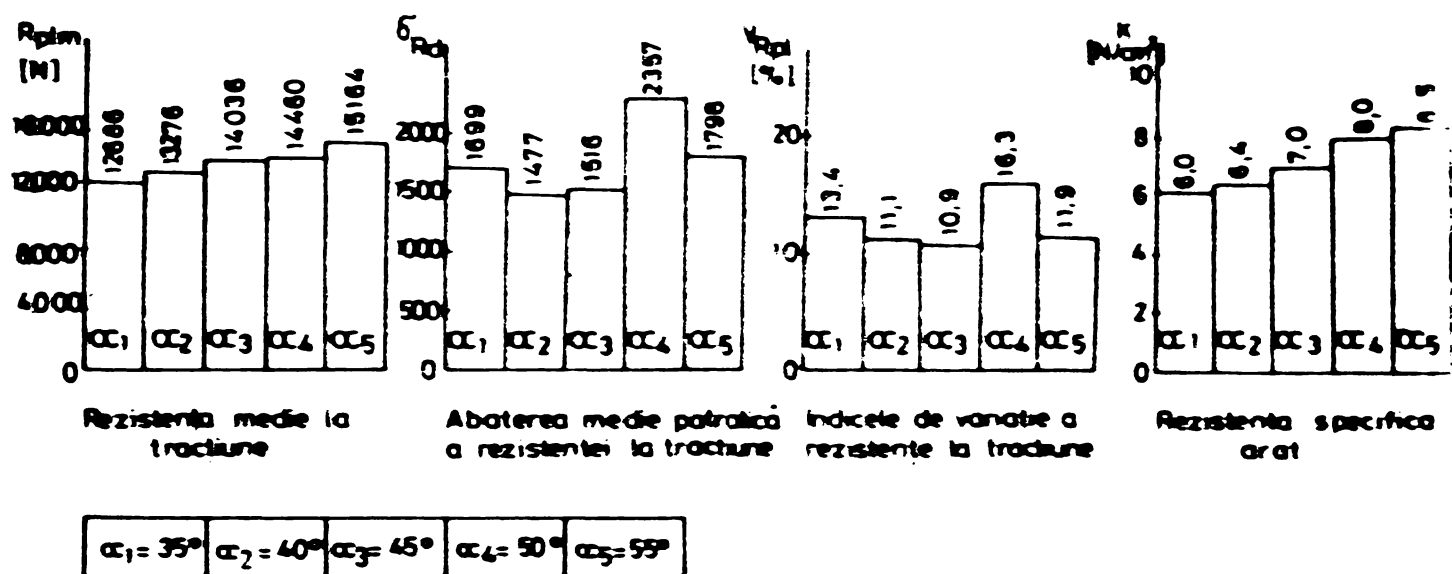


Fig.94. Influența unghiului de atac (α) asupra forței de rezistență la tracțiune.

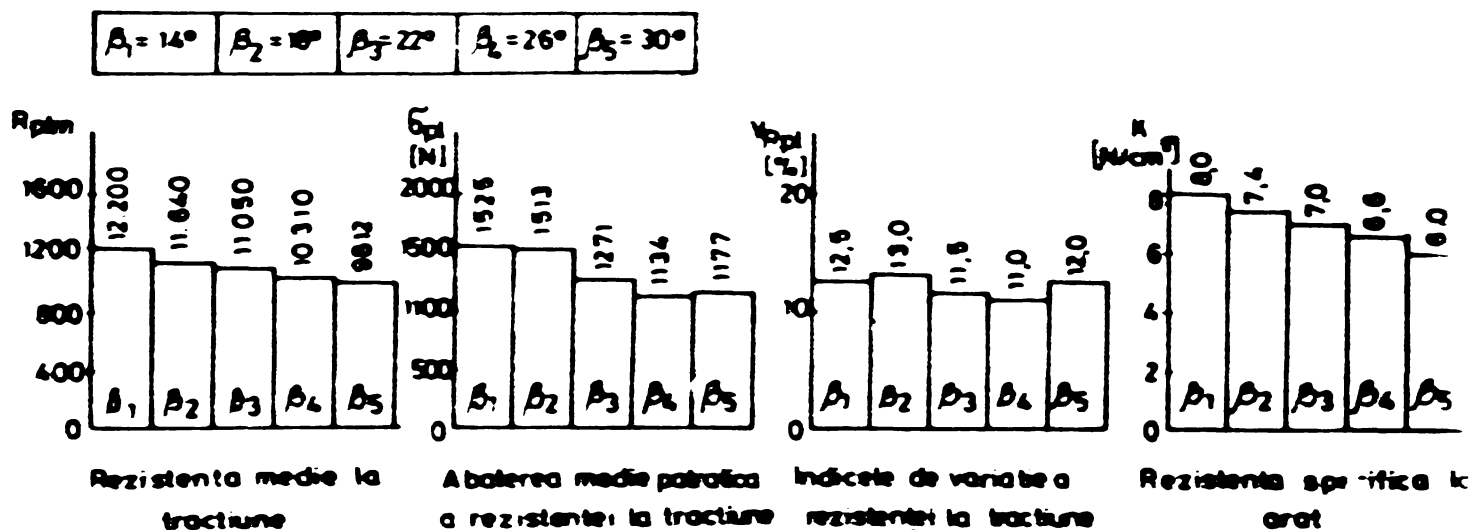


Fig.95. Influența unghiului de înclinăție (β) asupra forței de rezistență la tracțiune.

Din figuri rezultă că valorile unghiurilor α și β influențează asupra forțelor ce acționează pe disc. Forța de rezistență la tracțiune crește cu creșterea unghiului α și descrește cu creșterea unghiului β . În ceea ce privește influența unghiurilor α și β asupra consumului de combustibil s-a constatat că odată cu creșterea unghiului de atac α și descreșterea unghiului de înclinație β crește și consumul de combustibil (fig.96).

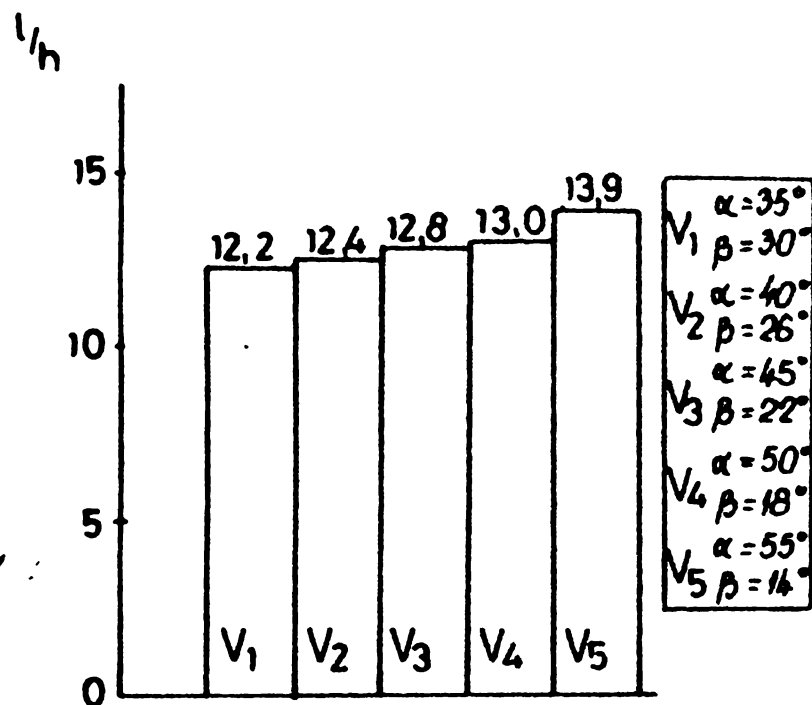


Fig.96. Rezultatele experimentale privind consumul de combustibil pentru variante încercate.

§ 3.1. Variația indicilor energetici în funcție de viteza de deplasare.

Pentru determinarea influenței vitezei de deplasare a plugului cu discuri, cele cinci variante realizate au fost încercate în aceleași condiții de sol și la cinci viteze cuprinse între 1 m/s și 2,5 m/s.

Pe baza valorilor obținute s-au trasat **graficele de variație a rezistenței la tracțiune în funcție de viteza de lucru** (fig.97).

Din aceste grafice (fig. 97) se constată că viteza de deplasare a plugului cu discuri influențează valorile forței de rezistență la tracțiune a plugului. Cu creșterea vitezei de deplasare crește pronunțat rezistența la tracțiune.

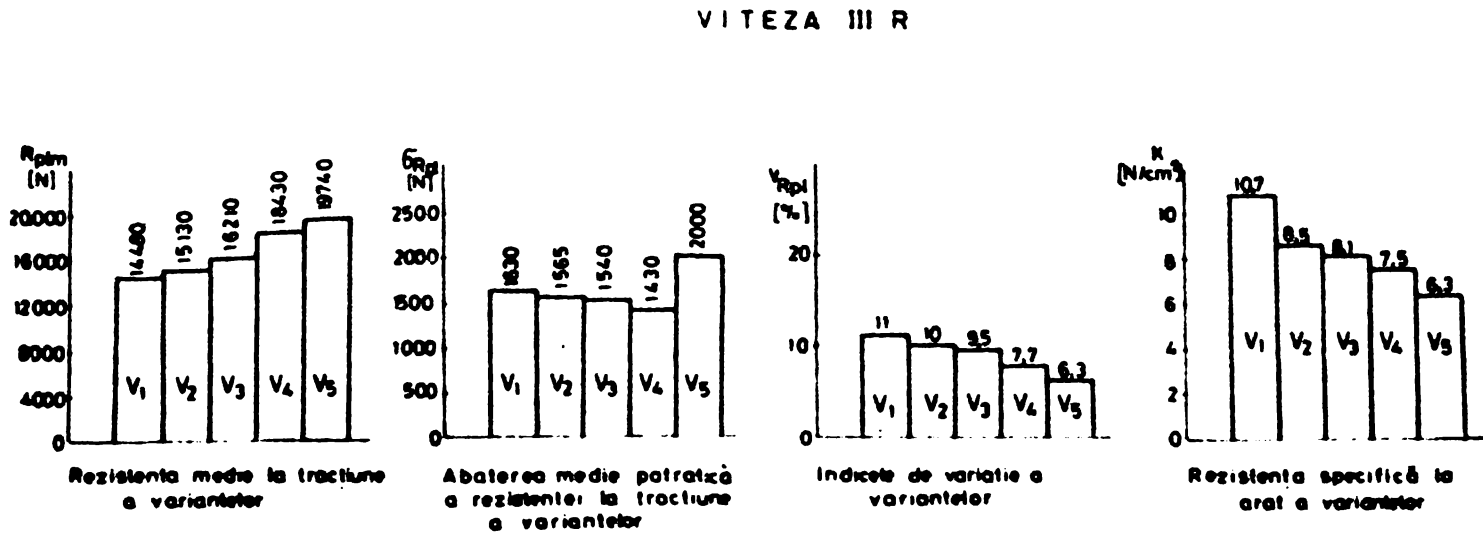
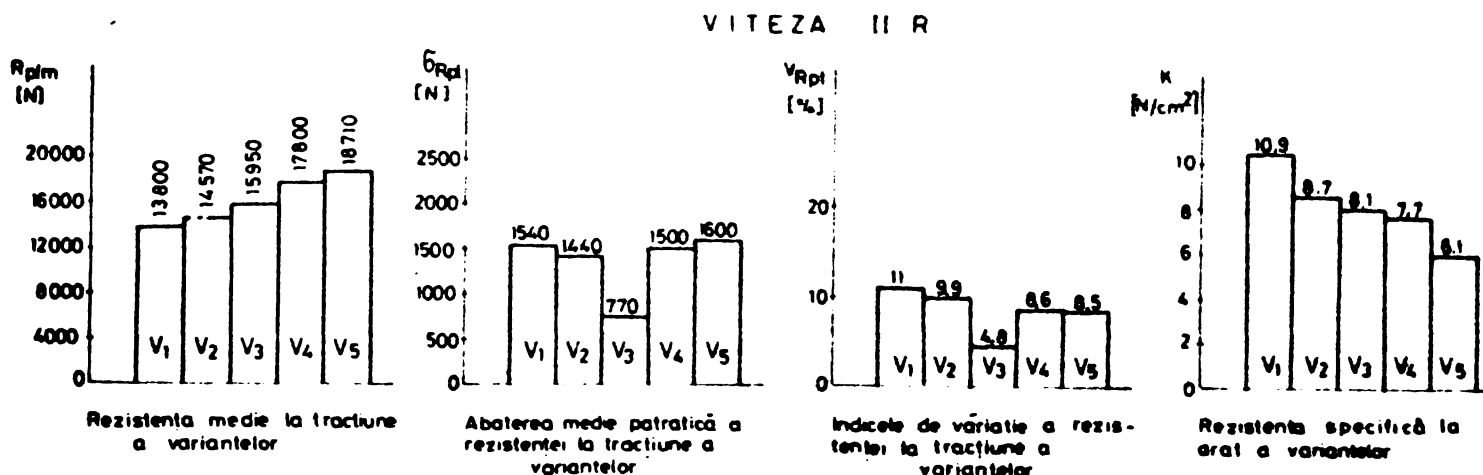
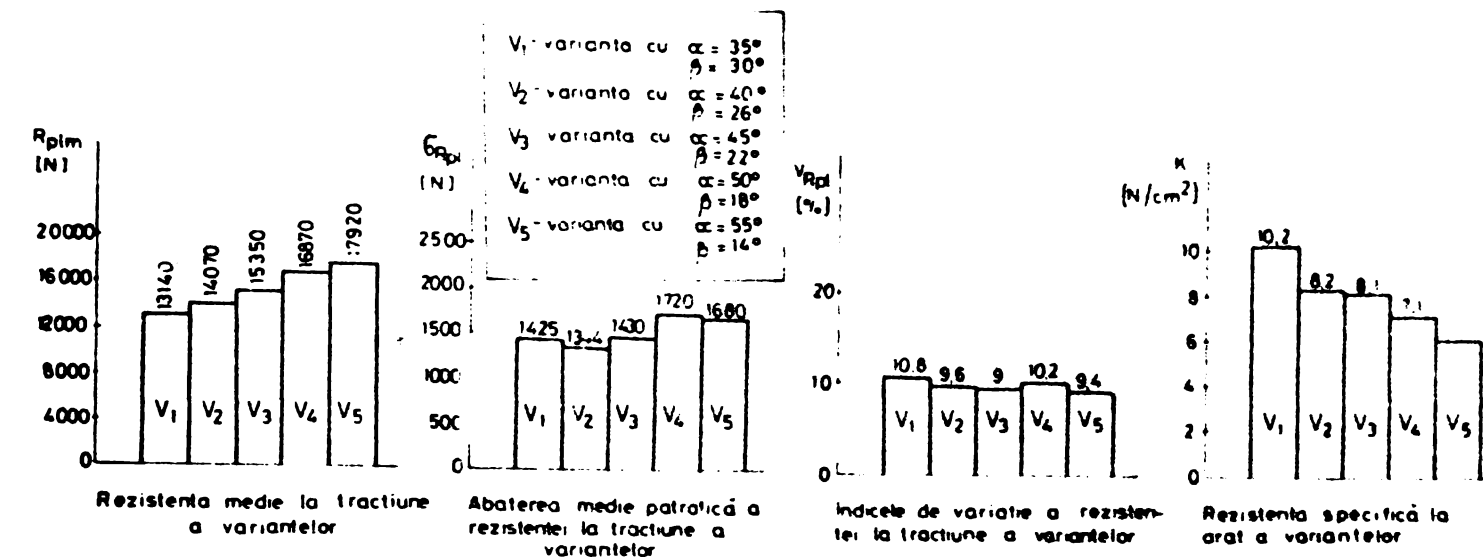
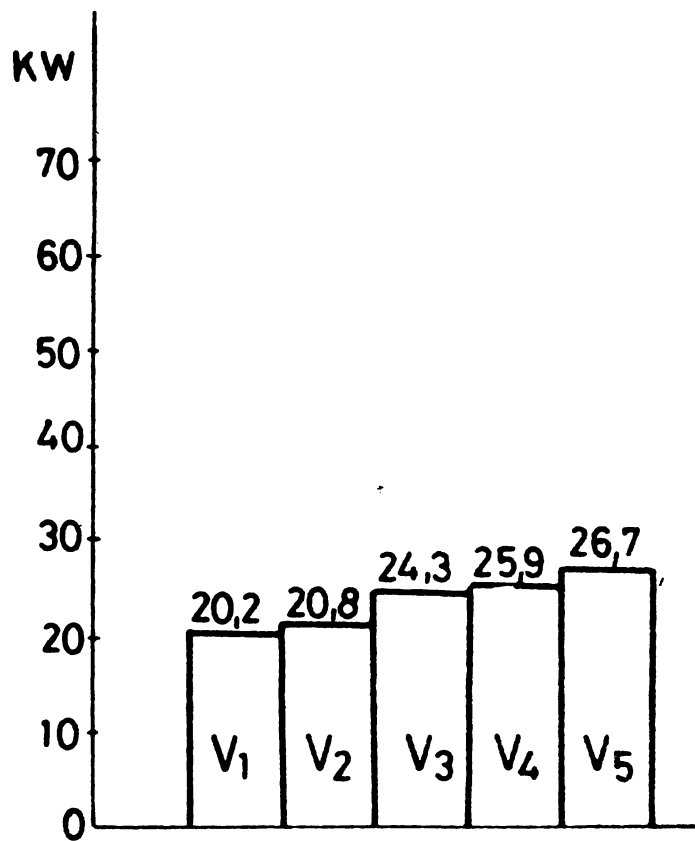
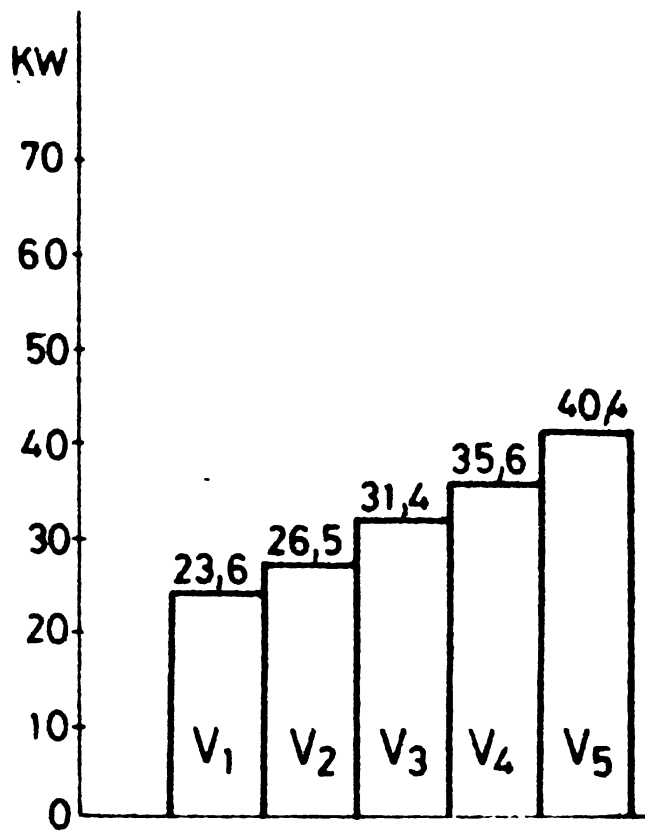


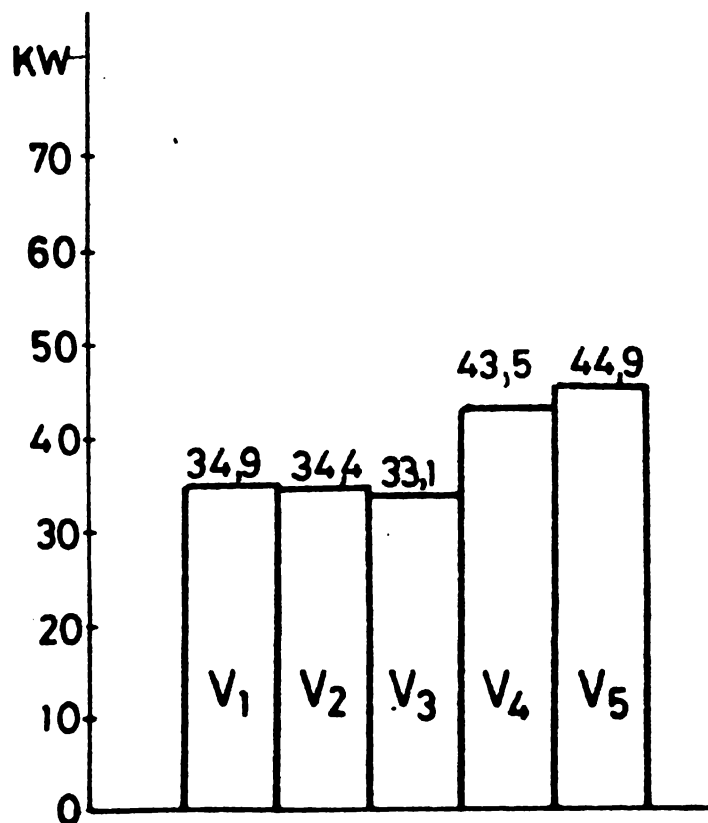
Fig.97. Variația forței de rezistență la tracțiune în funcție de viteza de deplasare.



II R



III R



IV R

V₁ - varianta cu $\alpha = 35^\circ$
 $\beta = 30^\circ$
V₂ - varianta cu $\alpha = 40^\circ$
 $\beta = 26^\circ$
V₃ - varianta cu $\alpha = 45^\circ$
 $\beta = 22^\circ$
V₄ - varianta cu $\alpha = 50^\circ$
 $\beta = 18^\circ$
V₅ - varianta cu $\alpha = 55^\circ$
 $\beta = 14^\circ$

Fig.98. Rezultatele experimentale privind puterea necesară pentru agregare a variantelor experimentate.

De asemenea se observă că valori mai mari are forța de rezistență la tracțiune la variantele cu unghiul α mare și β mic.

În ceea ce privește consumul de combustibil s-a observat că odată cu creșterea vitezei de deplasare a plugului între 1 și 3 m/s scade consumul de combustibil (fig.96).

În ceea ce privește puterea necesară pentru agregare (fig.98) s-a constatat, în limitele vitezelor încercate, că această putere crește odată cu creșterea vitezei de deplasare. Din figura 98 se observă că această creștere este mai pronunțată la valorile mari ale unghiului de atac și valori mici ale unghiului de înclinație, creșterea ce apropie puterea nominală de exploatarea nominală a motorului.

Așa cum s-a arătat în partea II-a dintr-un studiu amănunțit al coordonatelor și al valorilor forțelor ce acționează pe disc și a variației acestora în funcție de viteza de deplasare și de unghiurile de așezare a discului se pot stabili parametrii constructivi și funcționali corespunzători reducerii forței de rezistență a plugului cu discuri.

4.3. Stabilirea parametrilor corespunzători reducerii rezistenței la tracțiune.

Determinarea forței de rezistență la tracțiune a discului în procesul de lucru se poate face când se cunoaște traiectoria brazdei pe suprafața activă a discului, masa de sol ce se deplasează pe suprafața activă a discului într-o unitate de timp, lungimea tăișului, viteza de deplasare a plugului și coeficientul de frecare dintre sol și suprafața discului.

4.3.1. Determinarea traiectoriilor brazdei pe suprafața discului.

După cum s-a arătat în partea II-a coordonatele X_2 , Y_2 și Z_2 pentru elementele de sol pe suprafața discului sînt date în ecuațiile 81, 82 și 83.

Avînd ecuațiile ce reprezintă drumul parcurs de brazda pe suprafața discului, se pot determina vitezele și accelerațiile brazdei.

Componentele vitezelor după direcțiile x, y , și z se calculează prin derivare, astfel :

$$V_x = V_m \cos \beta - \lambda \cdot V_m \cdot \cos \beta \cos \alpha \cdot \cos \left(\frac{V_m \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}{R \sin \varphi} \cdot t \right) - V \sin \beta \sin \alpha \cos \alpha \cdot \cos \beta \sin \left(\frac{V_m \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}{R \sin \varphi} \cdot t \right) \quad (257)$$

$$V_y = \lambda \cdot V_m \cdot \sin \alpha \cos \alpha \cos \beta \cos \left(\frac{V_m \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}{R \sin \varphi} \cdot t \right) - \lambda \cdot V_m \cdot \cos \beta \sin \beta \cos^2 \alpha \cdot \sin \left(\frac{V_m \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}{R \sin \varphi} \cdot t \right) \quad (258)$$

$$V_z = \lambda \cdot V_m \cdot \cos^2 \beta \cdot \sin \alpha \cdot \sin \left(\frac{V_m \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}{R \sin \varphi} \cdot t \right) \quad (259)$$

Componentele accelerațiilor după direcțiile x,y,z se calculează prin derivarea în continuare a vitezelor. Considerând viteza de înaintare a plugului constantă avem :

$$a_x = \lambda \frac{V_m^2 \cos^2 \alpha \cdot \cos^2 \beta}{R \sin \varphi} \cdot (\cos \alpha \cdot \sin \left(\frac{V_m \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}{R \sin \varphi} \cdot t \right) - \sin \alpha \sin \beta \cos \left(\frac{V_m \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}{R \sin \varphi} \cdot t \right)) \quad (260)$$

$$a_y = -\lambda \cdot V_m^2 \cdot \cos^2 \alpha \cos^2 \beta \left(\sin \alpha \cdot \sin \left(\frac{V_m \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}{R \sin \varphi} \cdot t \right) + \cos \alpha \sin \beta \cdot \cos \left(\frac{V_m \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}{R \sin \varphi} \cdot t \right) \right) \quad (261)$$

$$a_z = \lambda \frac{V_m^2 \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos^2 \beta}{R \sin \varphi} \cdot \cos \alpha \cdot \cos \left(\frac{V_m \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}{R \sin \varphi} \cdot t \right) \quad (262)$$

Organigrama programului de calcul electronic pentru determinarea traiectoriei, vitezei și accelerației solului pe suprafața discului este dată în fig. 99 iar programul întocmit în baza acesteia, în anexa ().

Prin programul de calcul întocmit avem posibilitatea analizării de o gamă de variante de traiectorii posibile în condițiile unor unghiuri de atac cuprinse între valorile

$\alpha = 35^\circ - 55^\circ$, de înclinație $\beta = 14 - 30^\circ$ și viteze de deplasare a agregatului limitate între valorile $V_m = 1 - 3 \text{ m/s}$. Fiecare traiectorie conține 10 puncte parametriche de referință corespunzătoare timpului cuprins între 1 și 10 secunde în care s-au calculat valorile corespunzătoare parametrilor vitezei și accelerației.

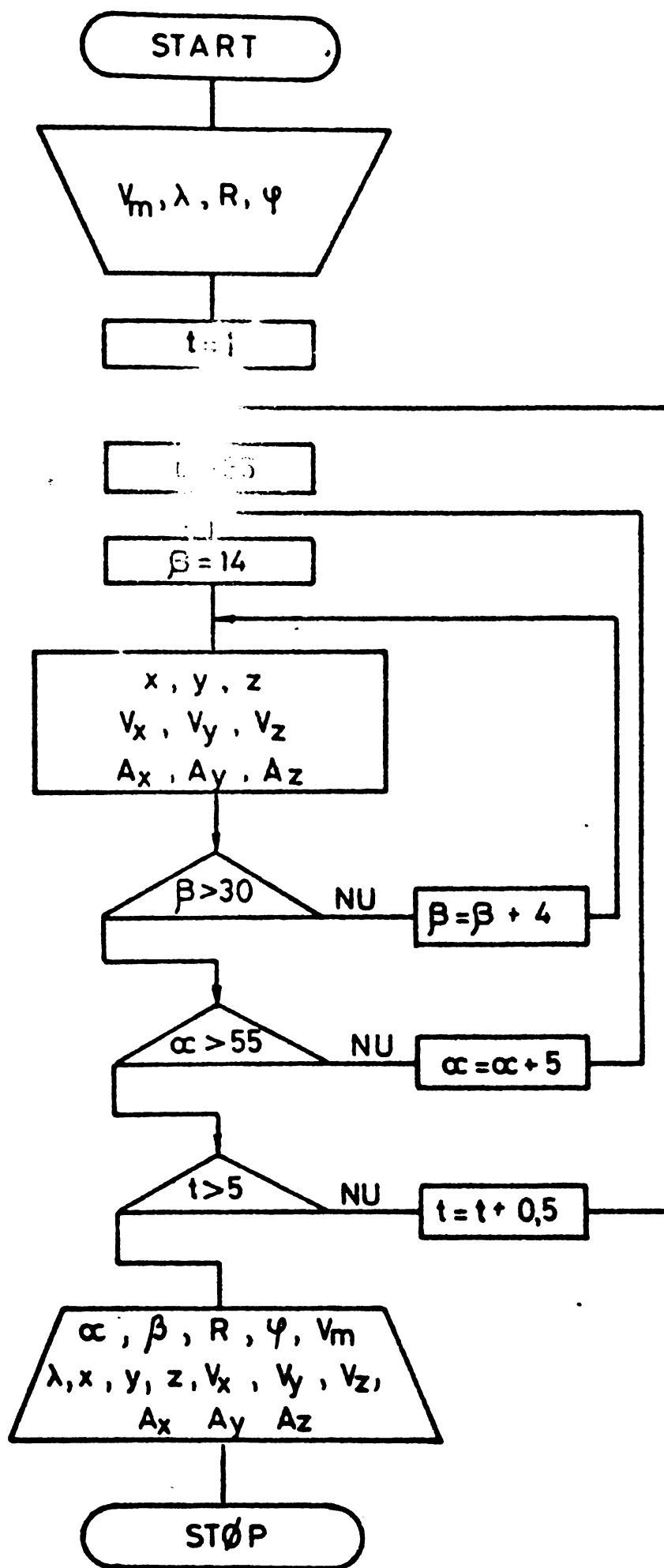


Fig.99. Schema logică pentru determinarea traectoriilor, vitezelor și accelerațiilor funcție de pe supra-

Intrucît lungimea timpului de referință pentru întoarcerea unei brazde este corespunzătoare rotirii discului cu un unghi la centru $2\theta_a$ (care reprezintă aproximativ o treime dintr-o rotație completă) este sub o secundă, vom discuta în continuare variația valorilor $X, Y, Z, V_x, V_z, a_x, a_y, a_z$, pentru o rotație a discului. Arătăm de asemenea că datele introduse în program au fost :

$$\begin{aligned} D &= 0,66 \text{ m} \\ R &= 0,515 \text{ m} \\ A &= 0,2 \text{ m} \\ \varphi &= 0,785 \text{ rad.} \\ \lambda &= 1 \end{aligned}$$

Din figura 100 întocmită cu ajutorul rezultatelor teoretice ale programului de calcul se observă modul cum se limitează x pentru orice viteză de deplasare a agregatului necesar pentru varianta V_1 ($\alpha = 35^\circ, \beta = 30^\circ$). Se observă că timpul necesar pentru o brazdă este mai mic în comparație cu celelalte variante la care crește valoarea unghiului α .

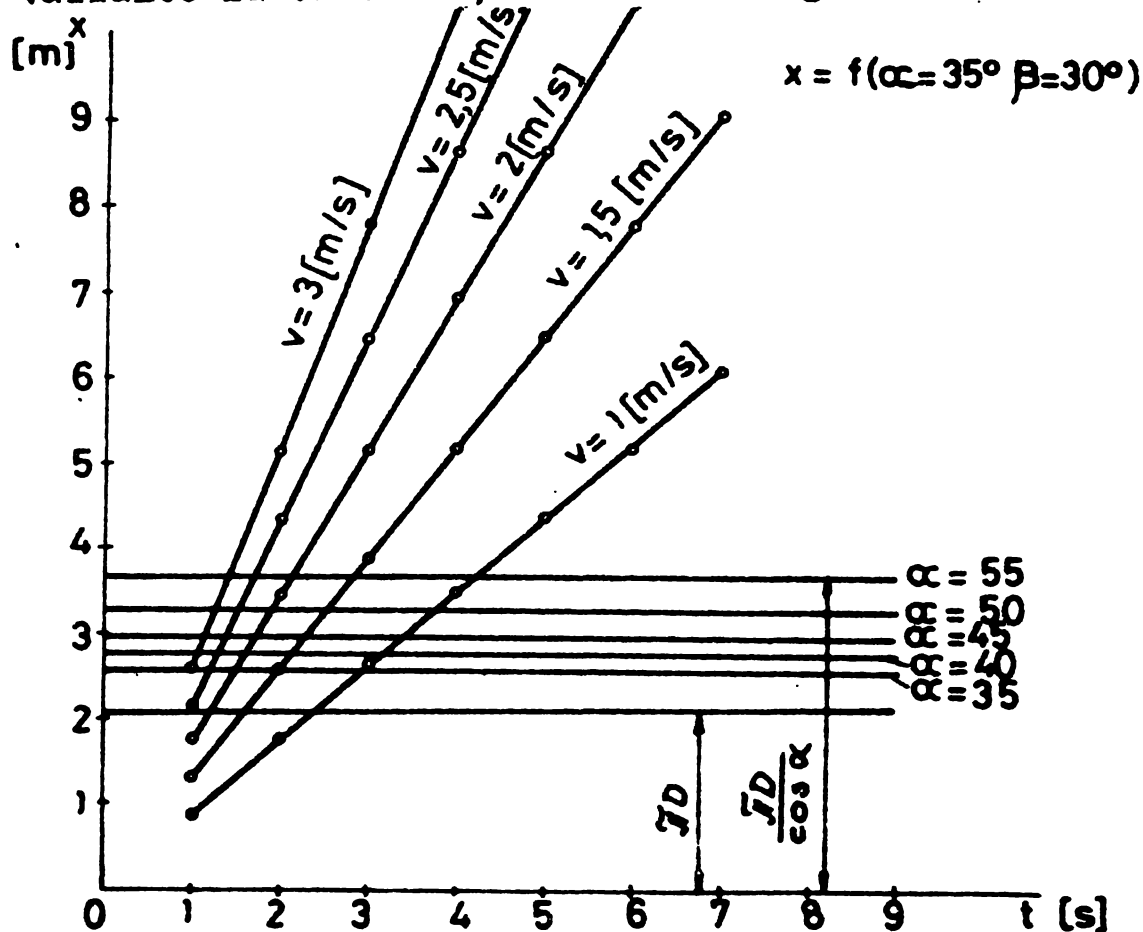


Fig. 100 Variația lui X în funcție de viteza de deplasare și timpul ($V_1, \alpha = 35^\circ, \beta = 30^\circ$)

Se observă astfel în cazuri experimentale că viteza V_x provoacă prin valorile sale exclusiv și valorile în majoritate mai mici decât valoarea vitezei de deplasare V a agregatului.

Accelerația „ a_x ” are un ordin de mărime unitar asupra efectului fizic ce ia naștere în masa brazdei. Se arată că brazda va fi aruncată la o distanță corespunzătoare ordinului mediu al accelerației.

Pe marginea observațiilor arătate se trag următoarele concluzii :

- odată cu creșterea unghiului de atac crește timpul necesar unei rostogoliri a unui disc dat și deci crește și timpul necesar mărunțirii și răsturnării unei brazde.

- raportul de mărime între V_x și respectiv V_y și V_z este cuprins între 1/1 - 5/1 ceea ce arată ponderea brazdei de către V_x .

- eforturile ce iau naștere în brazda după axale Y și Z care sînt complexe sînt în corespondență cu ordinul de mărime al vitezei după aceste axe.

- raportul de mărime între a_x și respectiv a_y sau a_z este cuprins între 50/1 - 100/1 ceea ce indică o acțiune dinamică asupra solului

- viteza de mișcare a agregatului provoacă o diferență între accelerații considerabile care cresc cînd viteza crește cu valori de la 1 la 3 în raport de la 1 la 10.

Aceste concluzii duc la o alegere a valorilor $\alpha; \beta$ optime pentru viteza de înaintare aleasă în limitele încercate.

4.3.2. Determinarea forței de rezistență la tracțiune.

Forță de rezistență la tracțiune, necesară deplasării discului în sol, se determină cu destulă precizie calculînd în prealabil componentele axiale, după direcția de înaintare ale forțelor parțiale ale solului ce acționează pe disc în timpul procesului de arat. Aceste forțe parțiale sînt:

- forța de tăiere pe tăișul discului
- forța de deformare a solului pe suprafața anterioară a discului
- forța de frecare dintre sol și suprafața discului
- forța de accelerare a solului
- forța de deformare pe suprafața posterioară

După cum s-a arătat în partea II-a forța de rezistență la tracțiune s-a determinat analitic. Eforturile pentru tăiere a solului sub acțiunea tăișului și eforturile de frecare între sol și suprafața activă a discului au fost determinate în funcție de tipul solului.

Am mai propus pentru determinarea rezistenței de deformare a solului pe suprafața anterioară și posterioară, determinarea acesteia cu ajutorul efortului admisibil la compresiune asupra solului, iar pentru determinarea forței dinamice o formulă afectată de un coeficient de ordin rațional care să nu permită transformarea forței de tracțiune într-o reacțiune integral de natură cinetică ci doar în proporție de 20% maxim.

Pe baza relațiilor (212) s-a stabilit un program de calcul electronic ce determină forțe de tracțiune asupra unui disc și a cărui organigramă este prezentată în fig.101.

Pe baza valorilor calculate cu ajutorul programului de calcul electronic s-au trasat diagramele din fig (102,103)

Din fig.(102și103) observațiile anterioare și datele programului de calcul se pot trage următoarele concluzii:

- forța de tracțiune pe discul dat este cuprinsă între 2800 -4800 N. Această forță crește odată cu creșterea unghiului de atac în limitele experimentate și descrește cu creșterea unghiului de înclinație.

- forța de rezistență la tracțiune crește odată cu creșterea vitezei de deplasare în limitele încercate.

- forța de rezistență la tracțiune determinată cu ajutorul calculatorului electronic se apropie foarte mult de valorile experimentale rezultate la agregat.

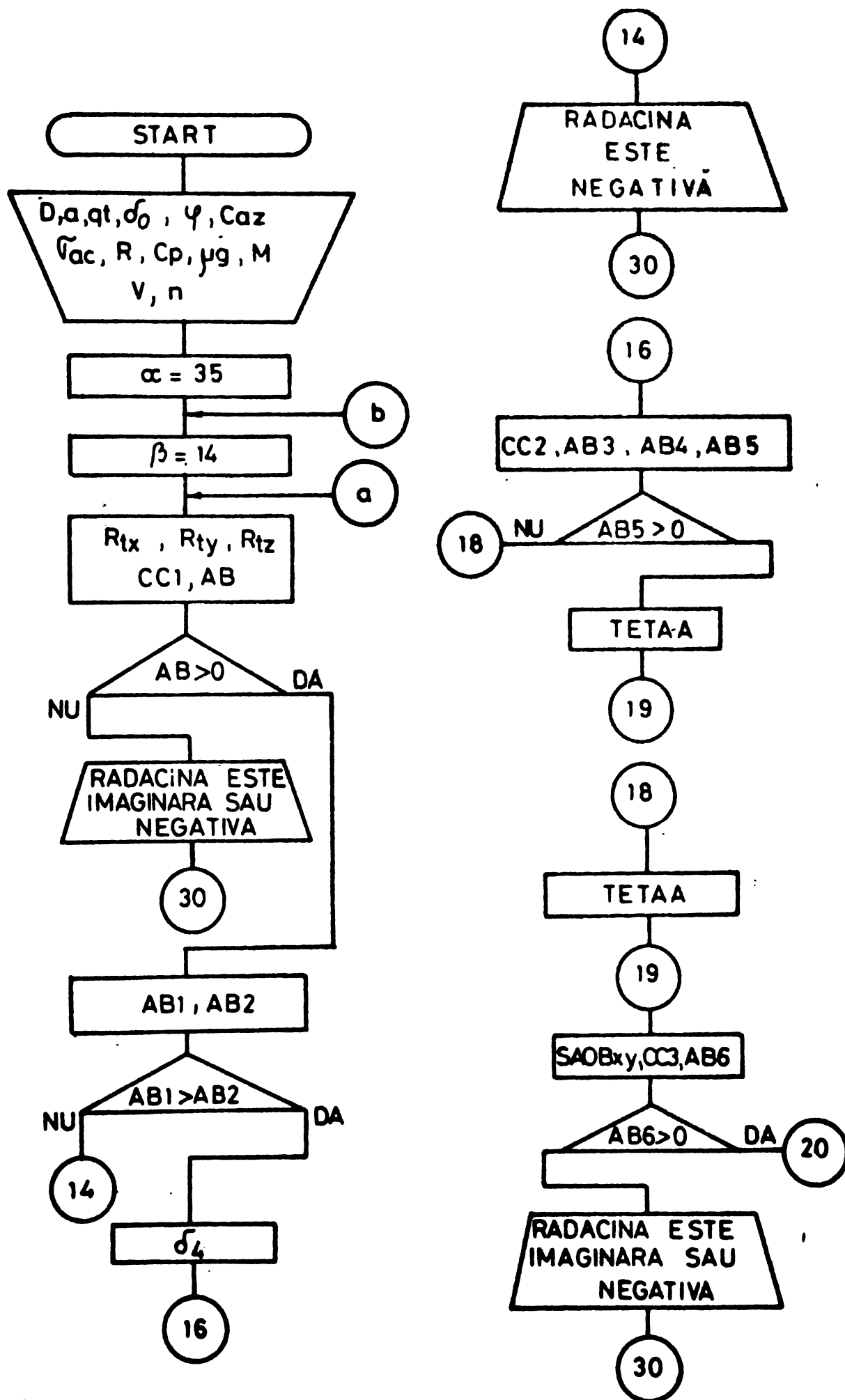
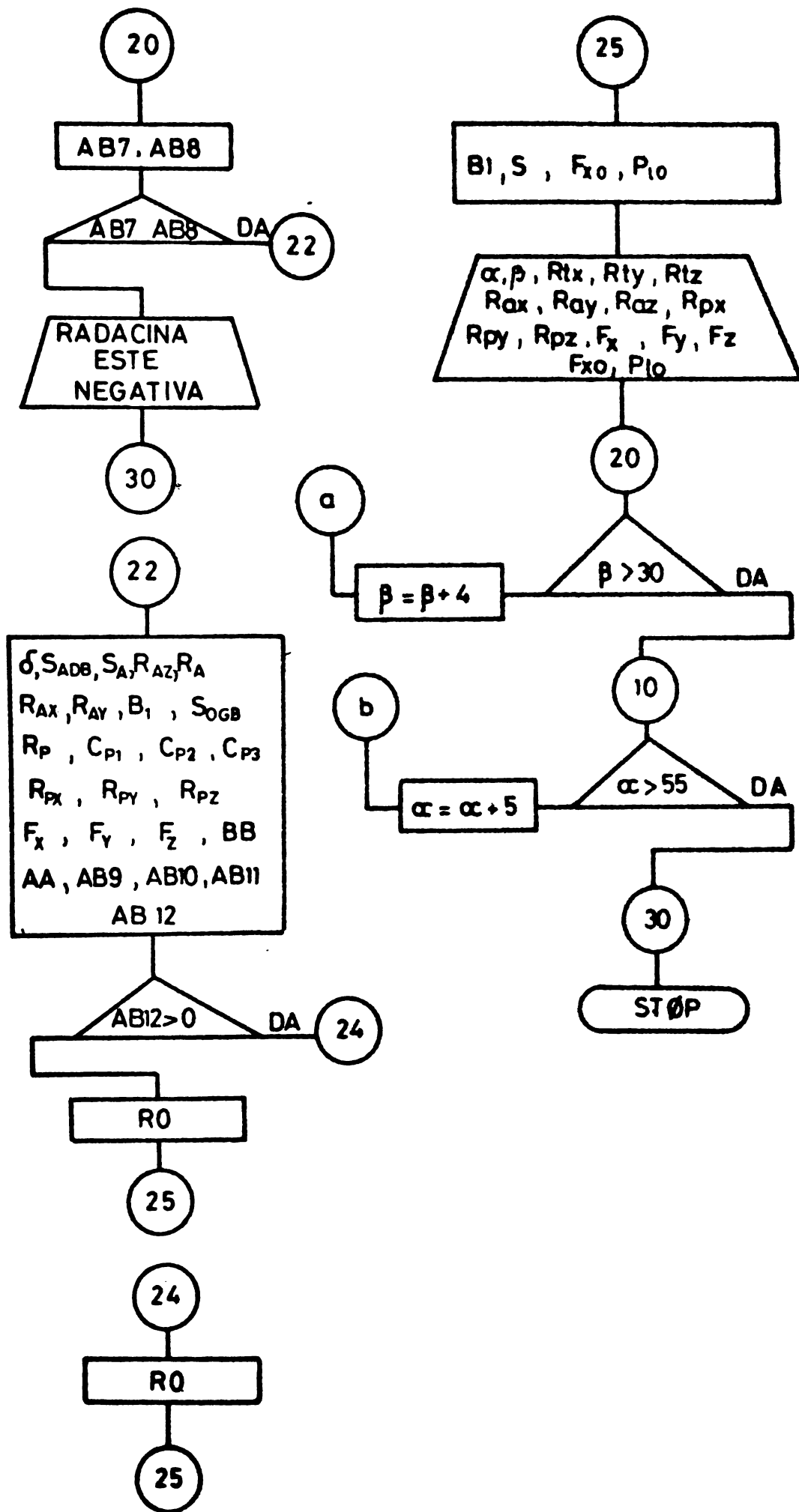


Fig. 101 Schema logică pentru determinarea forței de rezistență la tracțiune a plugului cu discuri.



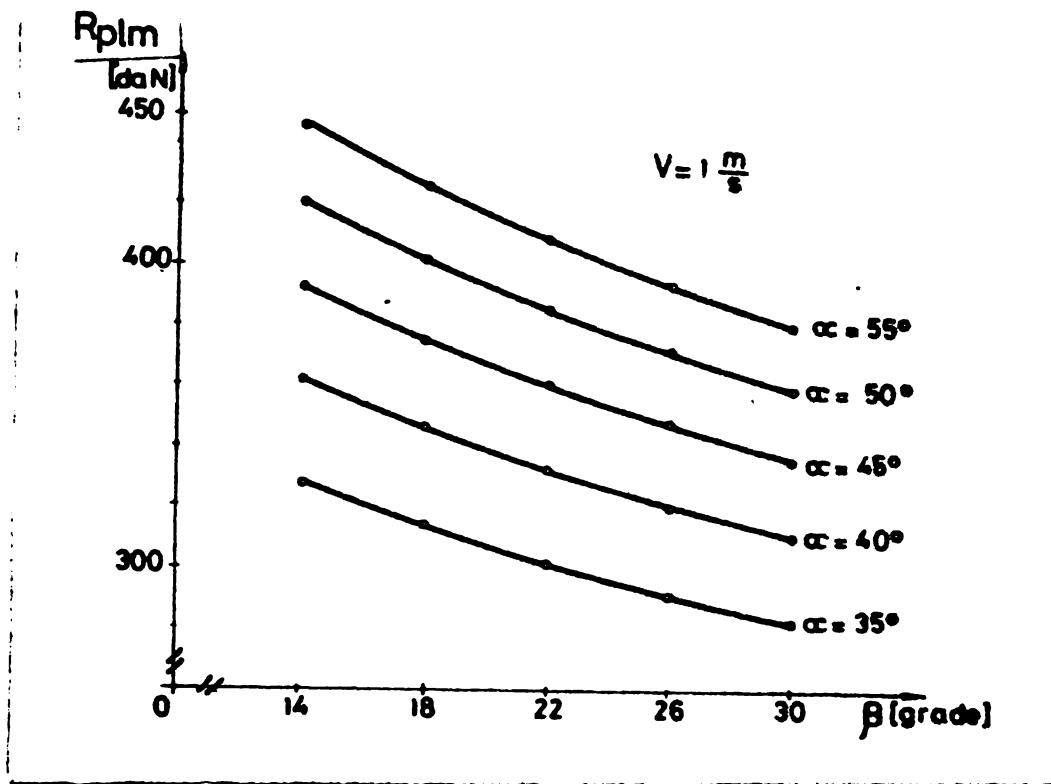


Fig. 102 Forța de rezistență la tracțiune calculată funcție de unghiuri de așezare

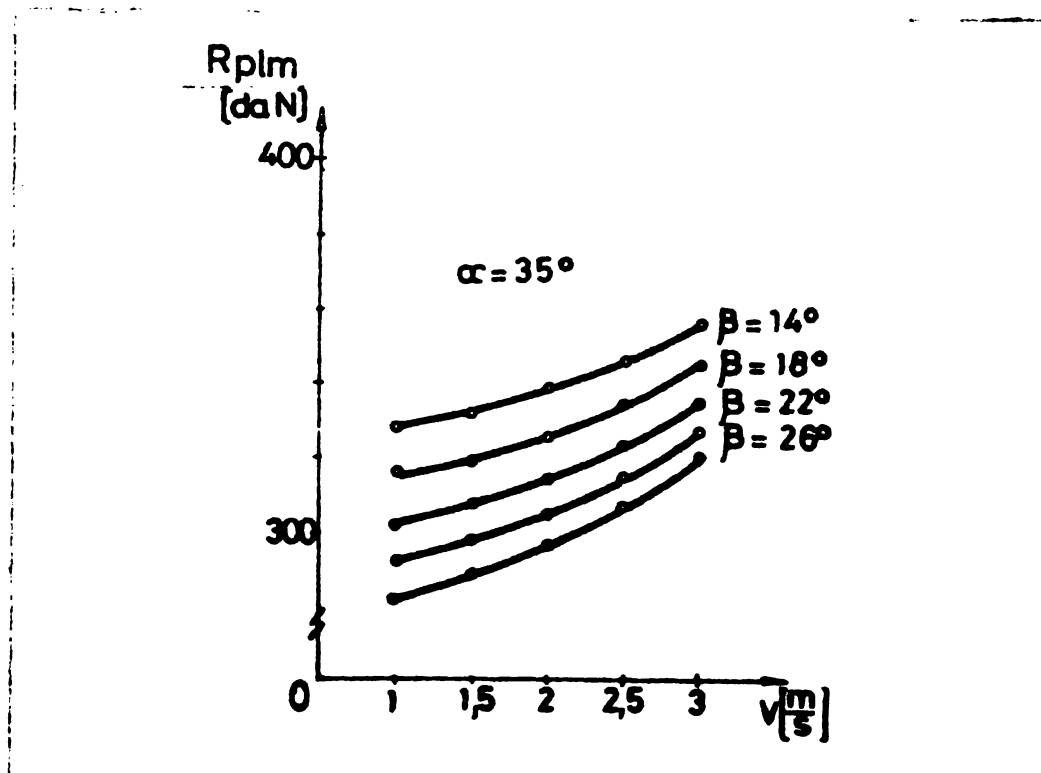


Fig. 103 Forța de rezistență la tracțiune calculată funcție de viteza de deplasare.

CONCLUZII FINALE SI RECOMANDARI PENTRU PRODUCTIE

1. In procesul de lucru al plugului cu discuri, discurile sferice concave execută operațiile de tăiere a solului și a resturilor vegetale, mărunțirea și amestecarea masei de sol prelucrate, afinarea solului, răsturnarea brazdei și îngroparea resturilor vegetale. Caracterul acțiunii discului asupra solului este dependent de diametrul și raza de curbură a discului, de apăsarea specifică pe disc, de unghiul de ascuțire a tăișului, de unghiul de tăiere anterior și respectiv posterior, de înclinarea discului față de direcția de înaintare și de înclinare a discului față de verticală.

2. Dintre toți acești parametri, procesul tehnologic al plugului cu discuri este influențat în cea mai mare măsură de unghiul de atac α (înclinația discului față de direcția de înaintare) și de unghiul de înclinație a discului față de verticală β .

3. Pe baza teoriei plugului cu discuri sferice și concave elaborată în lucrare, s-a realizat variații crescătoare a unghiului de atac α (în limitele de $35^\circ - 55^\circ$) concomitent cu variația descrescătoare a unghiului de înclinație β (între $30^\circ - 14^\circ$), soluție care, așa cum s-a constatat, reprezintă avantaje multiple în comparație cu soluțiile cunoscute actuale și anume:

- este un mecanism foarte simplu pentru reglarea unghiului de atac cât și a celui de înclinație într-o gamă mare de valori și trepte mai multe ;
- o precizie mare de lucru și posibilitatea varierii ușoare a parametrilor constructivi ai discurilor în funcție de cerințele impuse.

4. Pe baza varierii acestor unghiuri s-au construit cinci variante experimentale a discului.

Variantele realizate au fost supuse încercărilor comparative de laborator-câmp.

5. Aparatura utilizată pentru încercări reprezintă o realizare la nivelul tehnicii actuale și permite determinarea și înregistrarea simultană de mărimi diferite.

La lucrarea de arat pe miriște, în condițiile de sol

mijlociu, variantele susmenționate realizează la viteze de lucru de 5 la 9,5 Km/h următorii indici calitativi:

- Lățimea efectivă de lucru 75 - 130 cm
- adâncimea efectivă de lucru 17-23 cm
- gradul de mărunțire a solului 70 - 90%
- gradul de îngropare a resturilor vegetale 90-94%

6. Pe baza rezultatelor obținute s-au trasat grafice. Din aceste grafice s-a constatat următoarele:

- adâncimea de lucru crește o dată cu creșterea unghiului de atac și decreșterea unghiului de înclinație în limitele valorilor încercate. Totodată cu creșterea vitezei de lucru, în limitele valorilor încercate, crește și adâncimea de lucru

- lățimea de lucru s-a influențat în mod asemănător adâncimii de lucru

- gradul de mărunțire se îmbunătățește cu creșterea unghiului de înclinație și decreșterea unghiului de atac.

- gradul de îngropare crește cu creșterea unghiului de atac.

7. Determinarea forței de rezistență la tracțiune s-a făcut pe două metode și anume:

- măsurarea directă a forței axiale cu ajutorul unui dinamometru hidraulic, și

- prin metoda experimental analitică cu ajutorul traiectoriei centrului de greutate al brazdei pe discul și a componentelor axiale a forței de reacțiuni ale solului.

Folosind cele două metode indicate, s-a făcut analiza comparativă a rezultatelor obținute.

8. Pentru interpretarea rezultatelor și compararea acestora s-au trasat graficele de variație a rezistenței la tracțiune în funcție de valoarea unghiului de atac α și a celui de înclinație β . Din analizele acestor grafice se constată că valoarea rezistenței la tracțiune crește cu creșterea unghiului de atac și cu decreșterea unghiului de înclinație în limitele valorilor încercate.

9. Pentru stabilirea influenței vitezei de lucru asupra indicilor energetici, cele cinci variante experimentale s-au încercat în condiții identice de sol la aceleași viteze. Pentru fiecare viteză s-au făcut câte trei măsurători cu scopul obținerii unor valori cât mai apropiate de realitate. Pe baza acestor

valori s-au trasat graficele de variație a consumului energetic în funcție de viteza de deplasare a agregatului. Din aceste figuri rezultă că rezistența la tracțiune crește cu creșterea vitezei de deplasare. Creșterea rezistenței la tracțiune este mai pronunțată la unghiuri de atac mari și unghiuri de înclinație mici în limitele încercate.

10. Metoda analitică pentru determinarea forței de tracțiune, pe lângă faptul că este un mijloc de verificare a rezultatelor experimentale, are și avantajul că redă valoric componentele forței de tracțiune și modul de variație a acestora.

11. Autorul intenționează să continue cercetările întreprinse în domeniul geometriei discului expuse în cadrul acestei lucrări, extinzând studiul la complexul de parametrii constructivi și funcționali ce influențează consumul de energie în timpul procesului tehnologic de lucru al plugului, urmînd în final reducerea la minim a acestui consum de energie, necesară prestării unui anumit lucru mecanic util, ceea ce ar permite reducerea în continuare a cheltuielilor investite în prelucrarea fundamentală a solului cu discuri.

BIBLIOGRAFIE

1. Adams, T.E. "The brushland disc."
University of California, Leaflet
nr. 292, Berkeley, California,
November 1976
2. Bainer, R. "Principles of Farm Machinery."
Kepper, R.A. John Wiley & Sons Inc., New York
Berger, E.L. Chapman & Hall, Ltd., London, 1955
3. Balaci, C. "Experimentarea plugului cu dis-
Fotescu, A. curi."
Referat cercetare I.C.M.A.
București, 1972
4. Balaci, C. "Mecanizarea lucrărilor agricole
pe terenurile în pantă."
Sinteza nr. 11, Centrul de docu-
mentare agricolă București, 1969
5. Barba, V. "Metode și aparatură folosite pen-
Radu, C. tru determinarea consumului de com-
bustibil la tractoare."
Colocviul româno-francez pe teme
de mecanizare a agriculturii.
Redacția revistelor agricole,
București, 1969
6. Barnes, K.K. "Similitude in studies of tillage
Bockhop, C.W. impliment forces."
McLeod, H.E. Journal A.S.A.E. vol. 41, nr. 1,
Michigan, 1960
7. Bernacki, H. "Despre influența formei trupaței
de plug asupra rezistenței la trac-
țiune."
Revista "Deutsche Agrartechnik",
nr. 1, Berlin, 1973

8. Bisiutin, V.P.
"Direcția forței de tracțiune a organelor active de tip disc la lucrările solului."
Revista "Traktori i selhozmașini" vol. 39, nr. 2, Moskva, 1968
9. Bogdeapov, I.
Vaulov, V.
"Uneltele pentru prelucrarea pământurilor acoperite cu tufișuri."
Revista "Tehnika v selskom hozeaistve" vol. 20, nr. 4, Moskva, 1960
10. Boltinski, V.N.
ș.a.
"Lucrul agregatelor de mașini și tractoare cu viteze mărite."
Revista "Mehanizația i elektri-fikația soțialisticeskogo selskogo hozeaistve" vol. 17, nr. 3, Moskva, 1959
11. Boltinski, V.N.
"Probleme legate de sporirea vitezelor de lucru ale agregatelor de mașini și tractoare."
Revista "Mehanizația i elektri-fikația soțialisticeskogo selskogo hozeaistve" vol. 17, nr. 6, Moskva, 1959
12. Bölke, M.
Kunze, A.
"Das Querschnittsmechanisierungssystem 'Bodenbearbeitung' als Perspektivplan für die weitere Mechanisierung."
Revista "Deutsche Agrartechnik" vol. 15, nr. 3, Berlin, 1965
13. Buzatu, J.
Sulea, I.
Tămășanu, D.
Toma, D.
"Cercetări privind folosirea plugurilor cu discuri."
Lucrările științifice ale Institutului de Cercetări pentru Mecanizarea Agriculturii, vol. IX.

Redacția revistelor agricole,
București, 1965

14. Căproiu, S.
Scripnic, V.
Dumitru, I. "Curs de teoria, calculul și construcția mașinilor agricole pentru lucrările solului."
Vol. 1, Timișoara, 1973
15. Căproiu, S.
Scripnic, V. "Curs de teoria, calculul și construcția mașinilor agricole pentru lucrările solului."
Vol. II, Timișoara, 1973
16. Căproiu, S. "Cercetări privind experimentarea plugului cu discuri tipul 4, echipat cu cormane."
I.P.Timișoara, 1972
17. Căproiu, S. "Cercetări experimentale privind reducerea rezistenței la tracțiune și mărirea vitezei de lucru a plugurilor purtate."
Revista "Mecanizarea și electrificarea agriculturii", anul XVI, nr. 10, București, 1971
18. Ceapoiu, N. "Metode statistice aplicate în experiențele agricole și biologice."
Editura agrosilvică, București, 1968
19. Chancellor, W.J. "Compaction of soil by agricultural equipment."
University of California, Bulletin nr. 1881, October, 1976
20. Cuplin, C. "Farm machinery."
Eighth edition. Crossby Lockwood and Sons Ltd., London, 1969

21. Demidko, E. "Lucrul cultivatoarelor și dezmiriștitoarelor cu discuri la viteze sporite."
Revista "Traktori i selhozmasini" vol. 31, nr. 3, Moskva, 1962
22. Dexter, A.R.
Tanner, D.W. "Soil deformation by a moving cutting blade, an expanding tube and a penetrating sphere."
J. agric. Engng. Res. nr. 17, 1972
23. Dimancea, S. "Agrotehnica cu elemente de tehnică experimentală agricolă."
Editura didactică și pedagogică, București, 1966
24. Domsch, M. "Energetische Basis im Zusammenhang mit dem Einsatz von Pflügen."
Revista "Deutsche Agrartechnik" vol. 15, nr. 8, Berlin, 1965
25. Dorneanu, A. "Dirijarea fertilității solului."
București, 1976
26. Dransfield, P.
ș.a. "Influența adâncimii, vitezei de lucru și a unghiurilor de așezare a uneltelor de lucrat solul, asupra mărimilor care compun rezistența solului."
J. agric. Engng. Res. nr. 3, 1964
27. Feuerlein, W. "Geräte zur Bodenbearbeitung."
Revista "Landtechnik" vol. 17, nr. 4, Hamburg, 1962

28. Feuerlein, W. "Geräte zur Bodenbearbeitung."
Revista "Landtechnik" vol. 17, nr.
19, Hamburg, 1962
29. Feuerlein, W. "Amestecarea și mobilizarea so-
lului."
Revista "Landtechnik" vol. 19, nr.
19, Hamburg, 1964
30. Feuerlein, W. "Geräte zur Bodenbearbeitung."
Revista "Landtechnik" vol. 23, nr.
17, Hamburg, 1968
31. Fisher, R.A. "Statistical methods for research
workers."
Fourteenth edition, Oliver and
Boyd, Edinburgh, 1970
32. Florescu, I.
Aurel, S.
Buzatu, J.
Imelea, T. "Observațiuni asupra comportării
în lucru a plugului cu discuri
Comet, în condiții de pantă."
Referat cercetare, I.C.M.A.
București, 1965
33. Friedman, M. "Zemедelské stroje i teorie a vy-
pocet."
Statni zemedelské nakladatelstvi,
Praha, 1973
34. Friedman, M. "Rezani pody kotoucovym korjidle."
(Tăierea solului cu discul de tă-
iere.)
Revista "Zemedelské tehnica" vol.
17, nr. 2, Praha, 1971
35. Getzlaff, G.
Söhne, W. "Kräfte- und Leistungsbedarf frei
drehender und angetriebener Pflug-
scheiben auf hartem, trockenem, to-

nigem Lehm." (Forces and power requirement of freely and driven plough discs on hard, dry, clayey loam.)

Revista "Grundlagen der Landtechnik" nr. 11, Düsseldorf, 1959
National Institute of Agricultural Engineering, West Park - Silso - Bedfordshire

36. Gill, W.R.

"Soil deformation by simple tools."
Revista "Transactions of the ASAE"
vol. 12, nr. 2, 1969

37. Gill, W.R.
Berg, G.E.V.

"Soil dynamics in tillage and traction."
Agricultural research service,
U.S.D.A., Washington, 1967

38. Gill, L.

"Unelte cu discuri pentru lucrarea solului."
Revista "Mecanique rurale"
1959

39. Hacıatrain, H.A.

"Rabota pocivoobratotivaiuscih arudii v uslaviah gornovo refla."
Armogosiizdat, Erevan, 1963

40. Harrison, H.P.
Thivavarnvongs, T.

"Soil reacting forces from laboratory measurements with disks."
Revista "Canad. agric. Engng."
vol. 18, nr. 1, 1976

41. Harrison, H.P.

"Soil reacting forces for discs from field measurements."
Revista "Trans. of the ASAE"
1977

42. Haschker, A. "Mechanized cultivation. A contribution aimed to rising soil fertility." Revista "Deutsche Agrartechnik" vol. 16, nr. 1, Berlin, 1966
43. Irimie, S.
ș.a. "Agrotehnica și tehnica experimentală." Editura didactică și pedagogică, București, 1967
44. Ivanova, A. "Folosirea plugurilor cu discuri pentru terenurile în pantă." Revista "Mehanizația i elektri-fikația na selskogo stopanstva" nr. 4, Moskva, 1968
45. Kirtbaia, I.K. "Studiul dinamicii rezistenței la tracțiune a mașinilor și uneltelor agricole." Revista "Traktori i selhozmașini" nr. 12, Moskva, 1952
46. Koolen, A.J. "Mechanical behaviour of soil by treatment with a curved blade having a small angle of approach." J. agric. Engng. Res. nr. 17, 1972
47. Krasnicenkov, N.V. "Diskovîe arudiia dlea raboti na pevisennih akorateah." Revista "Mehanizația i elektri-fikația soțialisticeskogo selskogo hozeastva" nr. 4, Moskva, 1962
48. Krutikov, N.P.
Smirnov, I.I.
Scerbakov, K.F.
Popov, I. "Teoria, construcția și calculul mașinilor agricole." Traducere din limba rusă. Editura tehnică, București, 1955

49. Kulebakin, P.G.
Arjanih, A.I.
"Organe active ale dezmiriștitoarelor cu discuri pentru lucrul cu viteze sporite."
Revista "Traktorî i selhozmașini" vol. 32, nr. 11, Moskva, 1963
50. Letoșnev, M.N.
"Mașini agricole."
Ediția a III-a (Traducere din limba rusă).
Editura agrosilvică, București, 1959
51. McGreery, W.F.
Nichols, M.L.
"The geometry of disks and soil relationship."
Revista "Agricultural Engineering" nr. 12, Michigan, 1956
52. Minim, P.I.
"Mașini agricole."
Traducere din limba rusă.
Editura tehnică, București, 1951
53. Molitorisz, J.
"Analysis of the dynamics of the soil under the action of a disk."
Lecture Notes A.E. 991, March 1961
54. Mouat, G.C.
Coleman, F.
"Tillage implements."
First published, Pitman Press, Bath, London, 1954
55. Nartov, P.S.
"Calculul caracteristicilor de forță ale organelor active de tip disc."
Revista "Mehanizația i elektri-fikația soțialisticeskogo sel'skogo hozeaiſtve" nr. 9, Moskva, 1967
56. Nikiforov, P.E.
"Funcționarea cu viteză mărită a mașinilor pentru lucrarea solului."

- Revista "Mehanizatiia i elektrifi-
kația soșialisticeskogo selskogo
hozeaistve" vol. 22, nr. 5, Moskva,
1957
57. Nikiforov, P.E. "Rabotf mașini na povisennih sko-
rosteah."
Selhozizdat, Moskva, 1962
58. Nikiforov, P.E. "Folosirea uneltelor pentru lu-
Pliskin, A. crarea solului la viteze sporite."
Revista "Tehnika v selskom hozeaist-
ve" vol. 20, nr. 10, Moskva, 1960
59. Norman, F.L. "Grapa cu discuri Bentall Challen-
ger." Revista
"Agricultural machinery Journal"
vol. 11, nr. 12, 1962
60. Onstad, C.A. "Soil and water loss as affected
by tillage practices."
61. Osadcii, A.V. "Poperecinoe secenie plasta pri
paxate discovim plugom."
(Secțiunea transversală a brazdei
la aratul cu plugul cu discuri.)
Revista "Mehanizatiia i elektrifi-
kația soșialisticeskogo selskogo
hozeaistve" vol. 17, nr. 3,
Moskva, 1959
62. Owens, G. "New concept in power disk tillage."
Implement and tractor magazine,
Intertec publishing Corp., Kansas,
1976
63. Pogosbekov, I.M. "Valorile efective ale rezistențe-
lor mașinilor agricole."

- Revista "Mehanizatiia i elektrificatiia soŭialisticeskogo sel'skogo hozesistve" nr. 6, Moskva, 1958
64. Pöhl, E.
Groth, H.
"Dispozitiv cu discuri pentru affnarea urmelor lăsate de roțile tractorului."
Revista "Deutsche Agrartechnik" nr. 3, Berlin, 1955
65. Puțințeva, M.A.
"O ravnovesii batarei discovogo luscilnica v verticalinoi ploscocti."
Revista "Zemedeleskaia mahanika", (Sbornik trudov), tom 11, Mašino-stroenie, Moskva, 1967
66. Puțintev, A.A.
ș.a.
"Povișennie skorosti na poleah Sibiri."
Selhozizdat, Moskva, 1962
67. Pal, S.
"Agricultura în pragul mileniului al III-lea."
Editura Ceres, București, 1968
68. Reed, I.F.
"Disk plows."
Farm bulletin nr. 2121, Washington, November, 1958
69. Richey, C.B.
Jacobson, P.
Hall, C.W.
"Agricultural engineers handbook."
McGraw-Hill Book Comp., New York, Toronto, London, 1961
70. Saakian, S.S.
"Selekohozeaiivennie mașini, konstruktiia, teoria i rasciot."
Selhozghiz, Moskva, 1962
71. Sablikov, M.N.
"Selikohozeaiivennie mașini."
Vol. I și II.

Izdatelstvo Kolos, Moskva, 1968

72. Scripnic, V.
Babiciu, P. "Mașini agricole."
Editura Ceres, București, 1979
73. Schilling, E. "Landmaschinen."
2. Aufl., Köln, 1962
74. Shippen, J.M.
Turner, J.C. "Basic farm machinery."
Robert Maxwell, M.C., 1966
Vol. I și II
75. Sineakov, G.N. "Diskovye rabocie organf pocivoob-
barbotivaiușcih mașin."
Mașghiz, Moskva, 1949
76. Sineakov, G.N. "Proiektirovanie pocivoobralivaiuș-
cih mașin."
Mașinostroenie, Moskva, 1965
77. Smith, H.P. "Farm machinery and equipment."
Fifth edition, New York, 1964
78. Snedecor, G.W. "Metode statistice aplicate în
cercetările de agricultură și bi-
ologie."
București, 1968
79. Soloveicik, A. "Despre mașinile cu discuri pen-
tru lucrarea solului."
Revista "Tehnika v selskom hozeaist
ve" vol. 22, nr. 12, Moskva, 1962
80. Stone, A.A.
Gulvin, H.E. "Machines for power farming."
Second edition, New York, 1967
81. Stoner, A. "Primul plug cu discuri fabricat
în Republica Cehoslovacă."

- Revista "Mechanisace zemdelstvi"
vol. 5, nr. 20, Praha, 1955
82. Sandru, A. "Tehnologia exploatării și între-
ținerii parcului de mașini și
tractoare."
Vol. I și II, Timișoara, 1970
83. Sandru, A. "Optimizarea utilizării mașinilor
și instalațiilor din agricultură."
Timișoara, 1972
84. Taylor, P.A. "The forces on wheatland disc
ploughs."
Power farming, Sydney & Melbourne
publishing Co., Sydney, 1964
85. Tecușan, N.
Nițescu, G. "Tractoare și automobile."
Editura didactică și pedagogică,
București, 1977
86. Toma, D.
Traian, P. "Mecanizarea lucrărilor de dis-
cuit, cultivat și frezat solul în
livezi."
Revista "Mecanizarea și electrifi-
carea agriculturii", București,
nr.4, 1971
87. Toma, D.
ș.a. "Cercetări privind grapa cu dis-
curi corespunzătoare tractoarelor
de mare putere."
Referat cercetare I.C.M.A.
București, 1967
88. Toma, D.
ș.a. "Incercarea grapei cu discuri tip
XTN-4 (R.P.Ungară)."
Referat cercetare I.C.M.A.
București, 1971

89. Toma, D.
ș.a.
"Inercarea plugului cu discuri
tip ETB-24 (R.P.Ungară)."
Referat cercetare I.C.M.A.
București, 1971
90. Toma, D.
Ioan, F.
Simion, I.
"Tractoare agricole."
Editura didactică și pedagogică,
București, 1978
91. Toma, D.
"Mașini și instalații agricole."
Editura didactică și pedagogică,
București, 1975
92. Toma, D.
"Cercetări privind stabilirea cri-
teriilor de apreciere a calității
lucrului efectuat de mașinile pen-
tru lucrările solului."
Colocviul româno-francez pe teme
de mecanizarea agriculturii,
București, 1969
93. Traian, P.
Sulea, I.
"Agregate agricole folosite la e-
xecutarea lucrărilor de pregătire
a solului pentru însămînțările de
toamnă."
Revista "Mecanizarea și electrifi-
carea agriculturii" nr. 7,
București, 1971
94. Traian, P.
ș.a.
"Cercetări privind discutorul pen-
tru tractorul de 130 CP pe șenile,
pentru adâncimea de 18-20 cm."
Referat cercetare I.C.M.A.
București, 1969.
95. Wang, J.K.
Lo, K.
Liang, T.
"Predicting tillage tool draft u-
sing four soil parameters."
Revista "Transactions of ASAE" vol.
15, nr. 1, 1972

96. Weiss, H.J. "Aufsattelvielscheibenschälplflug B-151."
(B-151 semi trailer disc paring plough.)
Revista "Deutsche Agrartechnik"
vol. 15, nr. 3, Berlin, 1965
97. Wichia, A. "Maschinen und Geräte für die Bodenbearbeitung."
Fachbuchverlag Leipzig, 1957
98. Young, P.E. "A machine to increase productivity of tillage operation."
Revista "Transactions of the ASAE"
vol. 19, 1976
99. xxx "Alimentația și agricultura în următoarele trei decenii."
Editura Academiei Republicii Socialiste România, București, 1979
100. xxx "Proiect de standard privind metoda de încercări a plugurilor cu tracțiune mecanică."
I.C.M.A. București, 1961
101. xxx "Notița tehnică a plugului cu discuri universal 4-25."
Craiova, 1977
102. xxx Prospecte de pluguri cu discuri realizate de diverse firme constructoare.
Biblioteca I.C.M.A. București
103. xxx "Dicționar tehnic poliglot."
Editura tehnică, București, 1963
104. xxx "Dicționar de mecanică agricolă."
Editura Ceres, București, 1972

ANEXA 1

CALCULUL STATISTIC AL LATIMII DE LUCRU

r.	B	cm	$B_i - B_m$	$(B_i - B_m)^2$
	75		-0,1	0,01
	73		-2,1	4,41
	73		-2,1	4,41
	81		5,9	34,81
	81		5,9	34,81
	80		4,9	24,01
	50		-25,1	630,01
	70		-5,1	26,01
	77		1,9	3,61
0	77		1,9	3,61
1	76		0,9	0,81
2	76		0,9	0,81
3	78		2,9	8,41
4	78		2,9	8,41
5	75		-0,1	0,01
6	83		7,9	62,41
7	78		2,9	8,41
8	78		2,9	8,41
9	77		1,9	3,61
20	77		1,9	3,61
21	65		1,9	3,61

VARIANȚA V_1
 $V = IV R = 8,67 \text{ mm/h}$
 $\alpha = 35^\circ$
 $\beta = 30^\circ$
 $B_m = 75,1 \text{ cm}$
 $\sum B_1 = 1578$
 $\sum B_1^2 = 119548$
 $n = 20$

	Limita admisibilă
$+ \Delta_B = + 7,9$	+ 3,755 cm
$- \Delta_B = -25,1$	- 3,755 cm
$\sigma_B = 1,5$	7,5 cm
$V_B = 2\%$	7,5 cm
	3,8 cm
	5 %

ON STATISTICAL ANALYSIS OF DATA

No.	B cm	-	$(B - \bar{B})^2$	
	70	-21,9	479,61	VARIANTA V_2
	80	-11,9	141,61	$V = IV R = 8,18 \text{ cm/h}$
	90	-1,9	3,61	$\alpha = 40^\circ$
	75	-16,9	285,61	$\beta = 26^\circ$
	80	-11,9	141,61	$B_m = 91,9 \text{ cm}$
	92	0,1	0,01	$\sum B_i = 1929$
	90	-1,9	3,61	$\sum B_i^2 = 180477$
	65	-26,9	723,61	$n = 21$
	80	11,9	141,61	
10	95	3,1	9,61	
11	95	3,1	9,61	
12	92	0,1	0,01	
13	95	3,1	9,61	
14	100	8,1	65,61	
15	97	5,1	26,01	
16	105	13,1	171,61	
17	106	14,1	198,81	
18	102	10,1	102,01	
19	105	13,1	171,61	
20	100	8,1	65,61	
21	115	23,1	544,61	

Limite admisibilă

$\pm \delta_B$	$+\delta_B = 8,3$	4,6 cm
	$-\delta_B = -13,3$	-4,6 cm
$+\Delta_B =$	23,1	9 cm
$-\Delta_B =$	26,9	9 cm
$\sigma_B =$	2,8	4,6 cm
$V_B =$	3,0 %	5 %

No	CS	()	()	
1	123	23,1	533,61	VARIANATA V_3
2	125	25,1	630,01	$V = IV R = 7,35 \text{ km / m}$
3	100	0,1	0,01	$\alpha = 45^\circ$
4	98	-1,9	3,61	$\beta = 22^\circ$
5	85	-14,0	222,01	$B_{1m} = 99,9 \text{ cm}$
6	85	-4,9	24,01	$\sum B_1 = 1699$
7	90	-9,9	98,01	$\sum B_1^2 = 172597$
8	85	-14,9	222,01	
9	85	-14,9	222,0	$n = 17$
10	83	-16,9	285,61	
11	95	-4,9	24,01	
12	105	5,1	26,01	
13	100	0,1	0,01	
14	95	-4,9	24,01	
15	105	5,1	26,0	
16	115	15,1	228,01	
17	115	15,1	228,01	

Limita admisibilă

$+\delta_B = +11,1$	5 cm
$-\delta_B = -9,78$	5 cm
$+\Delta_B = 23,1$	10 cm
$-\Delta_B = 16,9$	10 cm
$\sigma_B = 3,2$	5 cm
$v_B = 3,2 \%$	5 %

CALCULUL STATISTIC AL LATINIIL DE LUCRU

r.	B_1	$B_1 - B_m$	$(B_1 - B_m)^2$
1	107	- 7,2	51,84
2	100	-14,2	201,64
3	100	-14,2	201,64
4	102	-12,2	148,84
5	120	5,8	33,64
6	102	-12,2	148,84
7	130	15,8	249,64
8	117	2,8	7,84
9	117	2,8	7,84
10	107	-7,2	51,84
11	127	12,8	163,84
12	103	-11,2	125,44
13	107	-7,2	51,84
14	129	14,8	219,04
15	100	-14,2	201,64
16	115	0,8	0,64
17	127	12,8	163,84
18	130	15,8	249,64
19	130	15,8	249,64

VARIANATA V_4
 $V = IV R = 8,50 \text{ km/h}$
 $\alpha = 50^\circ$
 $\beta = 18^\circ$
 $B_m = 114,2 \text{ cm}$
 $\sum B_1 = 2170$
 $\sum B_1^2 = 250366$
 $n = 19$

Limita admisibilă

$+\delta_B = 10,0$	5,7 cm
$-\delta_B = -11,1$	5,7 cm
$+\Delta_B = 15,8$	11,0 cm
$-\Delta_B = -14,2$	11,0 cm
$\sigma_B = 2,7$	5,7 cm
$V_B = 2,4 \%$	5 %

CALCULUL STATISTIC AL LATIMII DE LUCRU

Nr.	B_1	$B_1 - B_m$	$(B_1 - B_m)^2$	
1	149	12,9	166,41	Varianata V_5
2	134	-2,1	4,41	
3	122	-14,1	198,81	$V = IV R = 8,18 \text{ km/h}$
4	145	8,9	79,21	$\alpha = 55^\circ$
5	124	-12,1	146,41	$\beta = 14^\circ$
6	135	-1,1	1,21	$B_m = 136,1 \text{ cm}$
7	160	23,9	571,21	$\sum B_1 = 2858$
8	130	-6,1	37,21	$\sum B_1^2 = 391792$
9	145	8,9	79,21	$n = 21$
10	135	-1,1	1,21	
11	130	-6,1	37,21	
12	115	-21,1	445,21	
13	134	-12,1	4,41	
14	130	-6,1	37,21	
15	130	-6,1	37,21	
16	160	23,9	571,21	
17	126	-10,1	102,01	
18	150	13,9	193,21	
19	135	-1,1	1,21	
20	127	-9,1	82,81	
21	142	5,9	34,81	

Limita admisibilă

$+ \delta_B = 14$	6,8 cm
$- \delta_B = 7$	6,8 cm
$+ \Delta_B = 24$	13,6 cm
$- \Delta_B = 14,1$	13,6 cm
$\sigma_B = 2,5$	6,8 cm
$V_B = 1,9\%$	5 %

CALCULUL STATISTIC AL
ADINCIMII DE LUCRU

ANEXA 6

Nr.	a_1 cm	$a_1 - a_m$	$(a_1 - a_m)^2$	
1	18,5	0,5	0,25	VARIANTA V_1
2	17,5	-0,5	0,25	$V = IV R = 8,67$ km/h
3	14,5	-3,5	12,25	$\alpha = 35^\circ$
4	14,5	-3,5	12,25	$\beta = 30^\circ$
5	17,5	-0,5	0,25	$a_m = 18$ cm
6	14,5	-3,5	12,25	$\sum a_1 = 377,5$
7	13,5	-4,5	20,25	$\sum a_1^2 = 142506125$
8	12,5	-5,5	30,25	$n = 21$
9	11,5	-6,5	42,25	
10	20,5	2,5	6,25	
11	18,5	0,5	0,25	
12	16,5	-1,5	2,25	
13	17,5	-0,5	0,25	
14	19,5	1,5	2,25	
15	21,5	3,5	12,25	
16	23,5	5,5	30,25	
17	18,5	0,5	0,25	
18	21	3	9	
19	23,5	5,5	30,25	
20	19,	1	1	
21	23,5	5,5	30,25	

limita admisibilă

$+\delta_a = 2,68$	1,44 cm
$-\delta_a = -3$	1,44 cm
$+\Delta_a = + 5,5$	3,6 cm
$-\Delta_a = - 6,5$	3,24 cm
$\sigma_a = 0,76$	1,44 cm
$V_a = 4,2$	8 %

**CALCULUL STATISTIC AL
ADINCIMII DE LUCRU**

ANEXA 2

no.	a_i	$a_i - \bar{a}$	$(a_i - \bar{a})^2$	
1	22,5	3,3	10,89	VARIANTA V_2
2	17,5	-1,7	2,89	$V = IV R = 8,18 \text{ km/h}$
3	17	-2,2	4,84	$\alpha = 40^\circ$
3	17	-2,2	4,84	$\beta = 26^\circ$
5	23	3,8	14,44	$a_m = 19,2 \text{ cm}$
6	19	-0,2	0,04	$\sum a_i = 402,5$
7	17	-2,2	4,84	$\sum a_i^2 = 7796,3$
8	19	-0,2	0,04	$n = 21$
9	16	-3,2	10,24	
10	19	-0,2	0,04	
11	20	0,8	0,64	
12	21	1,8	3,24	
13	20	0,8	0,64	
14	20	0,8	0,64	
15	19	-0,2	0,04	
16	20	0,8	0,64	
17	17	-2,2	4,84	
18	19,5	0,3	0,09	
19	23	3,8	14,44	
20	17,5	-1,7	2,89	
21	18,5	-0,7	0,49	

$$+\delta_a = 1,8$$

$$-\delta_a = -1,4$$

Limite admisibilă

1,54 cm

1,54 cm

$$+\Delta_a = +3,8$$

3,8 cm

$$-\Delta_a = -3,2$$

3,5 cm

$$\sigma_a = 0,4$$

1,5 cm

$$V_a = 2,3$$

8%

CALCULUL STATISTIC AL
ADINCIMII DE LUCRU.

ANEXA 8

a_1 om	$a_1 - a_m$	$(a_1 - a_m)^2$	
20,5	0,5	0,25	VARIANATA V_3
17,5	- 2,5	6,25	$V = IV R = 7,35 \text{ km/h}$
20,5	0,5	0,25	$\alpha = 45^\circ$
22,5	2,5	6,25	$\beta = 22^\circ$
23,5	3,5	12,25	$a_m = 20 \text{ om}$
23,5	3,5	12,25	$\sum a_1 = 400$
23,5	3,5	12,25	$\sum a_2^2 = 8141,5$
22,5	2,5	6,25	$n = 20$
23,5	3,5	12,25	
23,5	3,5	12,25	
20,5	0,5	0,25	
17,5	-2,5	6,25	
18	-2	4,00	
18	-2	4,00	
20	0	0,00	
17	-3	9,00	
17	-3	9,00	
16,5	-3,5	12,25	
16,5	-3,5	12,25	
18	-2	4,00	

Limita admisibilă

$+\delta_a = 2,18$	1,6 om
$-\delta_a = -2,66$	1,6 om
$+\Delta_a = + 3,5$	4 om
$-\Delta_a = - 3,5$	3,6 om
$\sigma_a = 0,6$	1,6 om
$V_a = 3,1$	8 %

INSTITUTUL POLITEHNIC
TIMISOARA
BIBLIOTECA CENTRALA

CALCULUL STATISTIC AL
ADINCIMII DE LUCRU

ANEXA 9.

a_1 [cm]	$a_1 - a_m$	$(a_1 - a_m)^2$	
20,5	- 1,0	1,00	VARIANATA V_4
17,5	-4,0	16,00	$V = IV R = 8,50$ [km/h]
21,5	0,0	0,00	$\alpha = 50^\circ$
23	1,5	2,25	$\beta = 18^\circ$
24	2,5	6,25	$a_m = 21,5$ [cm]
24	2,5	6,25	$\sum a_1 = 450,5$
21,5	0,0	0,00	$\sum a_1^2 = 9755,3$
22	0,5	0,25	$n = 21$
21	-0,5	0,25	
23,5	2,0	4,00	
20	-1,5	2,25	
23	1,5	2,25	
25	3,5	12,25	
22,5	1,0	1,00	
21,5	0,0	0,00	
23,5	2,0	4,00	
21,5	0,0	0,00	
19,5	-2,0	4,00	
17,5	-4,0	16,00	
18,5	-3,0	9,00	
19,5	-2,0	4,00	

$+\delta_a = 1,3$	Limita admisibilă
$-\delta_a = -2,25$	1,72 [cm]
$+\Delta_a = 2,5$	1,72 [cm]
$-\Delta_a = 4$	4,3 [cm]
$\sigma_a = 0,5$	3,9 [cm]
$V_a = 2,2$	1,7 [cm]
	8%

CALCULUL STATISTIC AL
ADINCIMII DE LUCRU

ANEXA 19

a_i cm	$a_i - \bar{a}$	$(a_i - \bar{a})^2$	
18,9	-4,1	16,81	VARIANTA V_5 $V = IV R = 8,18 \text{ km/h}$ $\alpha = 55^\circ$ $\beta = 14^\circ$ $a_m = 23,0 \text{ cm}$ $\sum a_1 = 483,4$ $\sum a_1^2 = 11231,36$ $n = 21$
18,4	-4,6	21,16	
21,4	-1,6	2,56	
23,4	0,4	0,16	
24,9	1,9	3,61	
21,9	1,1	1,21	
25,9	2,9	8,41	
21,4	-1,6	2,56	
21,9	1,1	1,21	
18,9	-4,1	16,81	
24,9	1,9	3,61	
26,4	3,4	11,56	
23,9	0,9	0,81	
23,4	0,4	0,16	
22,4	-0,6	0,36	
23,9	0,9	0,81	
25,4	2,4	5,76	
24,4	1,4	1,96	
22,9	-0,1	0,01	
23,9	0,9	0,81	
24,9	1,9	3,61	

Limita admisibilă

$+\delta_a = +1,5$	1,8 cm
$-\delta_a = -2,4$	1,8 cm
$+\Delta_a = +2,9$	4,6 cm
$-\Delta_a = -4,6$	4,1 cm
$\sigma_a = 0,5$	1,8 cm
$V_a = 2,2\%$	8 %

ANEXA II.

CALCULUL STATISTIC AL

REZISTENȚEI LA TRACȚIUNEA A VARIANTEI V_1 (viteza = $IV R = 8,67 \text{ km/h}$)

Rezi- sten- te	R_1	$a =$ $R_1 - R_0$	$U = \frac{U - \bar{U}}{s}$	$\varphi(U)$	Frecvențe teoretice	Frecvențe observate	f_i	$y = \frac{n}{s} \varphi(U)_i$	f_i	Y %	Diferența $d_i = f_i - Y$	Pătratul diferenței $d^2 = (f_i - Y)^2$
10890	1	-3960	-2,202	0,0354	2,326	0,925	2,326	2,169	0,397	2,169	0,158	0,0165
11880	9	-2970	-1,595	0,1109	7,275	8,333	7,275	6,7841				
12870	18	-1980	-0,987	0,2443	16,030	16,666	16,030	14,947	1,969	14,947	3,877	0,2419
13860	26	-990	-0,380	0,3711	24,345	24,074	24,345	22,700	1,654	22,700	2,7370	0,1124
14850	22	00	0,227	0,3885	25,485	20,370	25,485	23,763	-3,485	23,763	12,150	0,4767
15840	17	990	0,834	0,2826	18,543	15,7407	18,543	17,289	-1,543	17,289	2,381	0,1284
16830	10	1980	1,441	0,1414	9,279	9,259	9,279	8,652	0,720	8,652	0,519	0,0560
17820	4	2970	2,049	0,0487	3,200	3,703	3,200	2,894	1,038	2,894	1,078	0,2724
18810	1	3960	2,656	0,0116	0,760	0,925	0,760	0,709		0,709		
	108				107,2481							1,3043 = $\sum Y^2$

$n = 108$

$R_{plm} = 14480$

$\sum R^2 = 229382604$

$(\frac{\sum R}{n})^2 = 226548300$

$\sigma = 1630$

$V = 11\%$

$b = -370$

Probabilitatea = 97,5%

ANEXA 13

CALCULUL STATISTIC AL
 REZISTENȚEI LA TRACȚIUNE A VARIANTEI V_3 (viteza = IV R = 7,35 km/h)

rezistența la tracțiune observată	R_i	n_i	f_i	F_i	$F_i - \bar{R}$	$(F_i - \bar{R})^2$	$\frac{R_i - \bar{R}}{s}$	$\frac{(R_i - \bar{R})^2}{s^2}$
12870	3	-2976	0,09566	7,5025	2,6786	6,0030	-4,2088	17,714
13860	10	-1980	0,12376	9,7063	8,9286	7,7663		
14850	24	-990	0,27086	21,2432	21,4286	16,9973	2,7568	7,5999
15840	30	00	0,38762	30,4005	26,7857	24,3239	-0,4005	0,1604
16830	26	990	0,36371	28,5253	23,2143	22,8239	-2,5253	6,3771
17820	18	1980	0,22988	18,0292	16,0714	14,4257	-0,0292	0,0009
18810	8	2970	0,09566	7,5025	7,1429	6,0030	1,4246	2,0295
19800	3	3960	0,02643	2,0729	2,6786	1,6586		
	122			Y = 124,98				1,82805 X

$n = 122$ $\bar{R} = 1540$ $b = 370$

$R_{pl} = 16210$ $V = 9,5 \%$ Probabilitatea 90%

$(\frac{\sum R_i}{n})^2 = 320380952$

