

INSTITUTUL POLITEHNIC "TRAIAN VUIA"
TIMISOARA
FACULTATEA DE MECANICA AGRICOLA
CATEDRA DE MASINI AGRICOLE

ING. AHMED ALI ELHASSAN ABDULLA

TEZA DE DOCTORAT

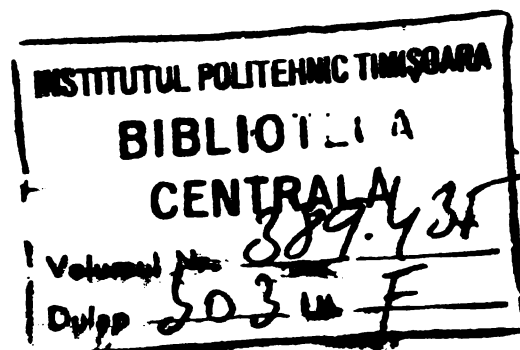
CONTRIBUTII TEORETICE SI EXPERIMENTALE PRIVIND
REDUCEREA REZISTENTEI LA TRACTIUNE SI MARIREA
VITEZELOR DE LUCRU A PLUGURILOR

BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
TIMIȘOARA

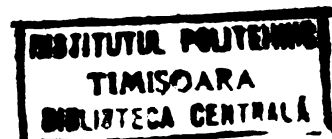
Conducător științific
PROF. DR. DOC. ING. CAPROIU ȘTEFAN

Timișoara

1980



<u>INTRODUCERE</u>	1
<u>PARTEA I-a</u>	
<u>REALIZARI ACTUALE PRIVIND MECANIZAREA PROCESULUI DE ARAT</u>	4
<u>I - MECANIZAREA PROCESULUI DE ARAT AL SOLULUI</u>	4
§1. Necesitatea lucrării de arat al solului	4
§2. Proprietățile fizico-mecanice ale solului și influența lor asupra procesului de arat	5
§3. Realizări actuale în construcția plugului	8
3.1. Caracterizarea și stadiul actual de dezvoltare al organelor de prelucrat solul	8
3.2. Construcția generală a plugurilor	9
§4. Construcțiile actuale ale plugurilor pentru viteze mărite	14
4.1. Cercetări privind metodele de mărire a vitezei de lucru la arat	14
4.1.1. Mărirea vitezei de lucru prin reducerea frecărilor dintre sol și suprafețele de lucru ale cormanei	15
4.1.2. Mărirea vitezei de lucru prin îmbunătă- țirea randamentului transiterii puterii de la tractor la mașina agricolă	18
4.1.3. Mărirea vitezei de lucru a plugurilor prin utilizarea organelor de lucru vi- bratoare	19
4.1.4. Mărirea vitezei de lucru prin modifica- rea geometriei și a construcției cor- manelor	20
§5. Concluzii	25
<u>II - OPORTUNITATEA ABORDARII CERCETĂRIILOR PRIVIND REDUCEREA REZISTENȚEI LA TRACȚIUNE ȘI MĂRIREA VITEZELOR DE LUCRU A PLUGURILOR</u>	27
§1. Rezistența la tracțiune în cazul construcțiilor ac- tuale de pluguri cu cormane	27
§2. Importanța economică a reducerii rezistenței la tracțiune și a măririi vitezei de lucru la arat	32
§3. Concluzii	34



<u>PARTEA II-a</u>	Pag.
<u>CONTRIBUTII TEORETICE PRIVIND REDUCEREA REZISTENTEI LA TRACTIUNE SI MARIREA VITEZELOR DE LUCRU A PLUGURILOR</u>	35
<u>I - CERCETARI PRIVIND PROCESUL DE LUCRU AL CORMANEI CU GEOMETRIE CLASICA</u>	35
§1. Cercetări teoretice privind prelucrarea mecanică a solului	35
§2. Cercetări privind mișcarea stratului de sol pe suprafața de lucru a organului de lucru al plugului	37
§3. Ecuațiile mișcării stratului de sol pe suprafața de lucru a cormanei	40
§4. Energia necesară aruncării particulelor de sol în procesul de arat	44
§5. Ecuația traiectoriei brazdei pe suprafața de lucru a cormanei	45
§6. Cercetări teoretice privind rezistența la tracțiune a plugului	50
6.1. Considerațiuni generale	50
6.2. Rezistența opusă de brăzdar	54
6.3. Rezistența opusă datorită mișcării brazdei pe suprafața de lucru a cormanei	61
<u>II - CONTRIBUTII TEORETICE PRIVIND REDUCEREA REZISTENTEI PLUGULUI</u>	67
§1. Considerații teoretice privind aratul la viteze mărite	67
§2. Rezistența totală a plugului	69
§3. Cercetări privind stabilirea parametrilor constructivi, corespunzători reducerii rezistenței la tracțiune și măririi vitezei de lucru a plugurilor	70
§4. Cercetări privind modificarea geometriei cormanei clasice în vederea reducerii rezistenței la tracțiune și măririi vitezei de lucru	74
4.1. Cormana cu unghiuri gama modificate	74
4.2. Cormane cu suprafața micșorată	77
§5. Concluzii	79

<u>PARTEA III-a</u>	Pag.
<u>CONTRIBUTII EXPERIMENTALE PRIVIND REDUCEREA REZISTENTEI</u>	
<u>LA TRACTIUNE SI MARIREA VITEZELOR DE LUCRU A PLUGURILOR</u>	80
<u>I - CERCETARI EXPERIMENTALE PRIVIND CONSTRUCTIA PLUGURILOR</u>	
<u>REALIZATE, DESTINATE EXECUTARII ARATURII LA VITEZE</u>	
<u>MARITE</u>	80
§1. Considerații generale	80
§2. Realizarea variantelor experimentale	83
2.1. Realizarea variantelor cu unghiuri modificate	83
2.2. Realizarea variantei experimentale cu role conice	88
2.3. Realizarea variantei experimentale cu role cilindrice	89
<u>II - METODICA EXPERIMENTALA</u>	91
§1. Considerațiuni generale	91
§2. Pregătirea aparaturii de măsură	91
§3. Pregătirea variantelor experimentale în vederea încercărilor	94
§4. Alegerea și organizarea parcelelor	96
§5. Desfășurarea încercărilor	97
5.1. Considerațiuni generale	97
5.2. Determinarea vitezei de lucru	98
5.3. Determinarea indicilor calitativi	98
5.3.1. Adâncimea de lucru	98
5.3.2. Lățimea de lucru	99
5.3.3. Gradul de acoperire cu sol a masei vegetale	99
5.3.4. Gradul de afinare a solului	100
5.4. Determinarea indicilor energetici de lucru	100
5.4.1. Metode de determinare	101
§6. Determinarea indicilor de exploatare	102
§7. Concluzii	103
<u>III - PRELUCRAREA SI INTERPRETAREA DATELOR EXPERIMENTALE</u>	104
§1. Metode statistice de prelucrare a datelor ex- perimentale	104
§2. Interpretarea diagramei	110

IV - <u>REZULTATELE EXPERIMENTALE ALE VARIANTELOR INCERCATE</u>	Pag.
§1. Rezultatele experimentale privind viteza efectivă de lucru	112
§2. Rezultatele experimentale privind indicii calitativi de lucru	112
2.1. Adâncimea și lățimea de lucru	112
2.2. Gradul de afânare a solului și gradul de acoperire cu sol a vegetației	113
§3. Rezultatele experimentale privind indicii energetici	114
3.1. Rezistența la tracțiune a variantelor încercate	114
3.2. Puterea necesară pentru tractarea plugurilor (variantelor) încercate	114
3.3. Rezultatele experimentale privind consumul de combustibil	115
§4. Rezultatele experimentale privind indicii de exploatare	116
V - <u>ANALIZA REZULTATELOR EXPERIMENTALE ALE VARIANTELOR INCERCATE</u>	118
§1. Analiza rezultatelor experimentale privind indicii calitativi de lucru	118
1.1. Adâncimea și lățimea de lucru	118
1.2. Gradul de afânare a solului	123
1.3. Gradul de acoperire cu sol a masei vegetale	124
§2. Analiza rezultatelor experimentale privind indicii energetici ai variantelor experimentate	127
2.1. Rezistența la tracțiune	127
2.2. Consumul de combustibil	132
2.3. Viteza de deplasare	133
2.4. Puterea necesară agregării variantelor experimentate	134
§3. Analiza rezultatelor privind indicii de exploatare	136
§4. Energia specifică necesară pentru executarea lucrării de arat	137
§5. Analiza rezultatelor experimentale privind variația rezistenței la tracțiune, în funcție de viteza de lucru	139
§6. Concluzii	145

VI - <u>DETERMINAREA FORTEI DE TRACTIUNE PE BAZA ANALIZEI</u> <u>TRAIECTORIEI MISCARII BRAZDEI PE SUPRAFATA DE LUCRU</u> <u>A CORMANEI</u>	Pag. 147
VII - <u>CONCLUZII FINALE SI RECOMANDARI PENTRU PRODUCTIE</u>	150
<u>BIBLIOGRAFIE</u>	154
<u>ANEXE</u>	

INTRODUCERE

Potrivit estimărilor făcute de diverse organisme internaționale, numărul oamenilor care suferă în mod curent de foame și malnutriție, variază de la aproape o jumătate de miliard până la un miliard și jumătate [105].

Potrivit datelor publicate de O.N.U., populația globului va atinge în anul 2000, 6,0 sau 6,5 sau chiar 7,0 miliarde de locuitori. Practic, populația globului se va dubla față de numărul actual. Pentru a hrăni această populație, producția de alimente va trebui să fie triplată până la sfârșitul secolului XX.

Deci, creșterea producției de alimente, va trebui să fie superioară celei a populației [84].

Asigurarea cu alimente a populației tot mai numeroase a globului, este într-adevăr o problemă vitală și actuală a lumii contemporane. Nesoluționarea problemei alimentației, ca una din problemele fundamentale ale existenței umane, poate avea grave implicații asupra cursului evoluției mondiale.

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

Cu toate creșterile realizate, datorită introducerii progresului tehnic, agricultura rămâne totuși în majoritatea țărilor, ramura cu productivitatea muncii cea mai scăzută. În țările cele mai industrializate, productivitatea muncii agricole a progresat în ultimul deceniu, mai repede decât în celelalte ramuri, reducând în acest fel, diferențele de productivitate existente.

Intr-o serie de țări mai puțin industrializate, creșterea productivității muncii agricole, continuă să fie inferioară celorlalte ramuri, în special din industrie.

Experiența arată că, între ponderea populației ocupate în agricultură și productivitatea muncii acesteia, există o anumită corelație logică și anume: pe măsură ce se reduce ponderea populației ocupate în agricultură, se ameliorează și productivitatea muncii. Când populația activă agricolă reprezintă peste 50% din populația activă totală, productivitatea muncii din agricultură este de circa 20%. Ea se ameliorează progresiv până la 60%, când populația activă din agricultură scade sub 10% [105].

Mecanizarea proceselor de producție din agricultură, este unul din factorii de bază în ridicarea producției și productivității muncii și prin care, alături de selecția plantelor și animalelor, chimizare și irigații, s-ar putea obține un grad de productivitate, care să țină pasul cu ritmul creșterii demografice mondiale.

Printre procesele de producție din agricultură, este și prelucrarea solului, care are drept scop, să asigure mărirea producției tuturor culturilor și o ridicare treptată și continuă a fertilității solului.

Printre procesele de prelucrare a solului, este și lucrarea de arat, lucrare de bază a solului, cu cel mai mare consum de energie.

Eficiența economică a productivității agregatelor agricole, constituie o problemă de mare actualitate, care necesită multiple cercetări sub toate aspectele.

În cadrul acestor preocupări, ridicarea productivității agregatelor de arat, formează o problemă de cercetare deosebit de importantă, deoarece productivitatea acestora, este relativ scăzută, ca urmare a vitezelor de lucru reduse, dată fiind rezistența mare opusă de plug în procesul de lucru.

Sub acest aspect, plugul este cel mai mare consumator de energie din agricultură, fapt ce a determinat să constituie unul din principalele obiective de studiu și cercetare, în vederea micșorării rezistenței de lucru, reducerii consumului specific de energie, măririi vitezei de lucru și productivității agregatului, urmărindu-se în final, reducerea prețului de cost a lucrării de arat [28].

În această direcție, bazându-ne pe constatarea unică din literatura de specialitate și cercetările efectuate, că problema ridicării capacității de lucru a agregatelor de arat, încă nu s-a rezolvat în totalitatea ei, autorul își propune ca, prin cercetările teoretice și experimentale efectuate asupra problemei reducerii rezistenței la tracțiune în vederea măririi vitezelor de lucru a plugurilor, să aducă o modestă contribuție la stabilirea parametrilor constructivi și funcționali adecvați acestui nou regim de lucru.

Rezultatele cercetărilor teoretice și experimentale efectuate, sînt dezvoltate în trei părți, pe 167 pagini, în care sînt

cuprinse 170 relații matematice, 86 figuri, 27 tabele, 105 titluri bibliografice.

Titlurile părților lucrării, sînt următoarele:

I - Realizări actuale privind mecanizarea procesului de arat.

II - Contribuții teoretice privind reducerea rezistenței la tracțiune și mărirea vitezelor de lucru a plugurilor.

III - Contribuții experimentale privind reducerea rezistenței la tracțiune și mărirea vitezelor de lucru a plugurilor.

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

Pentru deosebita grijă cu care am fost îndrumat în permanență în alegerea problematicii de cercetare, de efectuarea cercetărilor, la analiza și interpretarea rezultatelor și la 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, mi-au făcut observații utile în vederea definitivării cercetărilor, celor de la Institutul de cercetare, proiectare și inginerie tehnologică pentru mecanizarea agriculturii din București și celor de la Catedra de mașini agricole a Facultății de mecanică din Cluj-Napoca, pentru ajutorul acordat în efectuarea cercetărilor documentare.

Doresc să aduc mulțumiri tuturor tehnicienilor, 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 desfășurarea încercărilor.

P A R T E A I - a

REALIZARI ACTUALE PRIVIND MECANIZAREA PROCESULUI DE ARAT

P A R T E A I-a

REALIZARI ACTUALE PRIVIND MECANIZAREA PROCESULUI DE
ARAT

Capitolul I

MECANIZAREA PROCESULUI DE ARAT AL SOLULUI

§1. Necesitatea lucrării de arat a solului

Prelucrarea solului, cu respectarea cerințelor agrotehnice și aplicarea sistemelor de asolamente, are drept scop să asigure mărirea producției tuturor culturilor și o ridicare treptată și continuă a fertilității solului. Totodată, ele ne dau posibilitatea de a transforma solurile cu fertilitate scăzută sau nefertile în soluri cu fertilitate ridicată [51, 55, 83].

Lucrarea de arat constituie operația de bază pentru fertilizarea solului. La arat, straturile superioare de sol care și-au pierdut structura, împreună cu buruienile și resturile vegetale, sînt tăiate și aruncate la fundul brazdei, fiind acoperite apoi de straturile inferioare cu structură. Buruienile și resturile vegetale sînt transformate sub acțiunea microorganismelor în humus activ, care leagă particulele de sol în glomerule rezistente. Prin aceasta se restabilește structura solului și se mărește fertilitatea lui.

Affnarea solului, în vederea mării volumului porilor prin procesul de arat, determină ca sursele naturale și artificiale (apa, aerul, căldura, substanțele nutritive) să contribuie la creșterea plantelor [2, 73]. De asemenea, lucrarea de arat conduce la combaterea insectelor, pregătirea terenului pentru irigații, încorporarea și amestecarea cu solul a îngrășămintelor, spargerea crustei de la suprafața solului și pregătirea unui pat germinativ corespunzător [2, 51, 55, 83]. Scopul de bază al lucrării solului este deci acela de a crea condiții favorabile pentru germinarea și creșterea plantelor de cultură [2, 34].

Prelucrarea mecanică a solului trebuie să se realizeze în funcție de semințele și plantele pentru care se pregătește, cerințe care se pot exprima prin indicii calitativi de lucru. Pe de

altă parte, ea trebuie să se realizeze în condiții economice, cu minimum de energie mecanică consumată și într-un timp optim.

În anumite condiții de lucru, aratul are ca neajunsuri pulverizarea, eroziunea și tasarea solului.

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

Stratul superficial al scoarței pământului, care se găsește în continuă transformare și care este potrivit pentru cultura plantelor ca urmare a fenomenelor climatice, se numește sol [83].

Solul se caracterizează prin proprietăți fizico-mecanice al căror studiu și cunoaștere sînt absolut necesare la conceperea și exploatarea mașinilor și uneltelor agricole [51]. El constă în componente minerale cu granulație diferită și din humus, fiind străbătut de pori care conțin aer și umiditate [73].

Conținutul procentual al diferiților componente determină valoarea productivă a solului [51]. Astfel, solurile cu un procent mare de argilă aparțin solurilor grele. La prelucrarea cu plugurile a unor astfel de soluri în stare umedă, ele se lipesc de organele de lucru ale uneltelor, iar în stare uscată nu se fărimitează în glomerule și formează o arătură cu bulgări mari la suprafață. Cu cît solul conține mai multă argilă, cu atît rezistența lui specifică este mai mare. Solurile cu un procent mare de nisip fac parte din categoria solurilor ușoare, care se pot ara fără dificultăți [51].

Proprietățile fizico-mecanice ale solului influențează rezistența acestuia la arat și calitatea lucrării obținute.

Rezistența solului la înaintarea plugului se compune din următoarele rezistențe parțiale, [73]: rezistența la tăiere; rezistența la împingere și accelerare; rezistența la deformare; rezistența la frecarea solului pe brăzdar și cormană.

Mărimea acestor rezistențe parțiale depinde de parametri constructivi și funcționali ai organelor de lucru și de proprietățile solului [73]: felul solului; greutatea solului; umiditatea solului; frecarea interioară și exterioară a solului.

Nichols [2, 34, 53] a enumerat proprietățile solului care influențează rezistența acestuia: coeziunea, adeziunea, rezistența la frecare, la comprimare și la forfecare. El a mai arătat

că, rezistențele diferitelor categorii de soluri sînt legate direct de umiditate și conținutul coloidal.

Solurile pot fi clasificate în plastice și neplastice [2, 34]. Solurile plastice, cînd sînt saturate cu apă și apoi uscate, trec prin mai multe stări: lipicioasă, plastică, friabilă, cementată. Starea friabilă reprezintă cea mai favorabilă stare pentru prelucrarea solului. Solurile nisipoase și alte tipuri de soluri, care au sub 15-20% conținut coloidal sau argilă, se consideră a fi neplastice.

Durabilitatea și rezistența la tracțiune a mașinilor de lucrat solul sînt influențate de frecarea solului [2, 34, 53]. Frecarea particulelor solului între ele se numește frecare interioară și se modifică odată cu conținutul de umiditate, structura solului și compoziția lui [2, 73]. Frecarea solului pe suprafața activă a organelor de lucru se numește frecare exterioară, caracterizată prin coeficientul de frecare μ , care determină forța de frecare, direct proporțională cu presiunea normală pe suprafața de alunecare [6, 12, 25, 29, 31, 64]:

$$F = f(N) \quad (1)$$

Nichols [2, 34, 53] a clasificat frecarea dintre sol și suprafața metalică după schema din fig. 1.

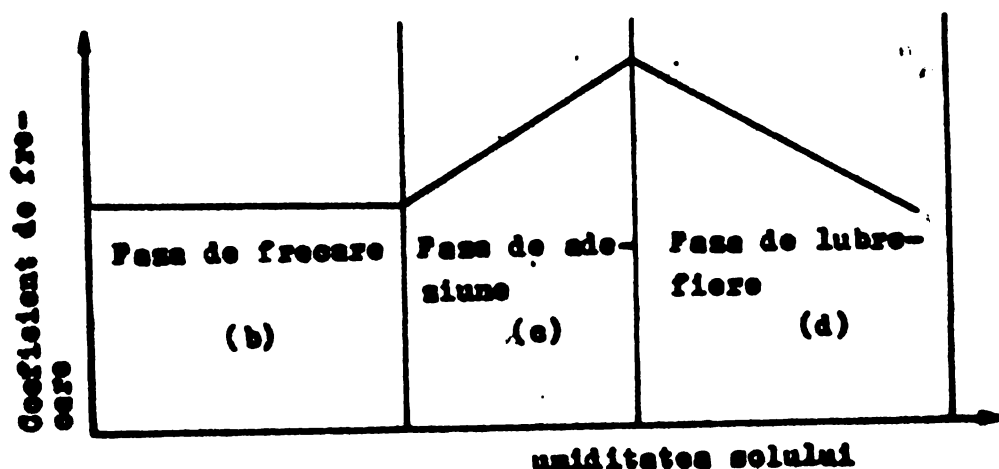


Fig. 1. Clasificarea frecării dintre sol și organele metalice active, funcție de umiditate

Coeficientul de frecare μ este independent de umiditate.

Nichols a constatat că, șlefuirea nu duce la reducerea coeficientului de frecare în cazul solurilor nisipoase, iar în cazul celor argiloase (cu 16-80% coloidal), reducerea lui μ este de ordinul 5-20%.

În timpul deplasării mașinii în sol, acesta este supus la comprimare, respectiv forfecare. Nichols [2] a determinat forfecarea pentru diferite tipuri de soluri, prin variația umidității acestora. Pentru soluri plastice, la presiune constantă, forța de forfecare crește cu umiditatea până la limita inferioară a plasticității și apoi scade până la valoarea zero, la limita superioară a plasticității.

Forțele de forfecare sînt funcție de plasticitate, umiditate și presiune. Pentru umiditate, sub limita inferioară a plasticității, ea este dată de relația:

$$F_s = 0,06 U/P_1 (P_n + 20) + P_c + 0,6 \quad (2)$$

unde F_s este forța de forfecare; U este umiditatea (%); P_c este o constantă de plasticitate; P_1 este limita plastică inferioară; P_n este presiunea de comprimare pe sol, perpendiculară pe planul de forfecare.

Pentru solurile plastice cu umiditatea egală cu zero:

$$F_s = P_c + 0,6 \quad (3)$$

Pentru solurile nisipoase, indiferent de umiditate, se lucrează cu relația:

$$F_s = 0,7 P_c \quad (4)$$

La solurile neplastice, care au un conținut de coloidal apreciabil, forța de forfecare crește la majorarea umidității. Forța maximă de forfecare este în acest caz:

$$F_{ms} = 0,2 C + 0,7 P_c, \quad (5)$$

la umiditatea $U = 0,3 C + 5$. Ecuația (5) se aplică pentru soluri neplastice ($C = 15\%$), iar (2) pentru soluri plastice [2, 34].

Ca factor fizic, umiditatea poate modifica simțitor proprietățile mecanice ale solului, unul și același sol putînd fi în funcție de umiditate tare sau moale [55].

Solul se mărunțește cel mai bine pentru o anumită valoare a umidității, egală cu 4% din capacitatea totală pentru apă a solului [55].

3. Realizări actuale în construcția plugurilor

3.1. Caracterizarea și stadiul de dezvoltare al organelor de prelucrat solul

Prelucrarea mecanică a solului se poate realiza cu diferite unelte, a căror geometrie și principii de funcționare pot diferi foarte mult [71, 73].

La alegerea acestora trebuie să se țină seama de sol, de condițiile agrotehnice impuse lucrării și de efectul economic, în vederea: realizării unei mărunțiri inițiale impusă a solului; energia necesară mărunțirii solului, raportată la masa unitară de sol prelucrat, să fie minimă; capacitatea de lucru a mașinii să fie ridicată; construcția mașinii să fie simplă, iar exploatarea ușoară.

Pe plan mondial [34, 71, 73], s-au experimentat game foarte variate de unelte pentru prelucrarea mecanică a solului. Multe eforturi au fost simple încercări ale unor cercetători sau practicieni și au dispărut în fața de realizare, altele sînt în fază de experimentare, iar unele realizări se folosesc pe scară largă.

În fig. 2 sînt reprezentate diferite tipuri de organe de prelucrat solul.

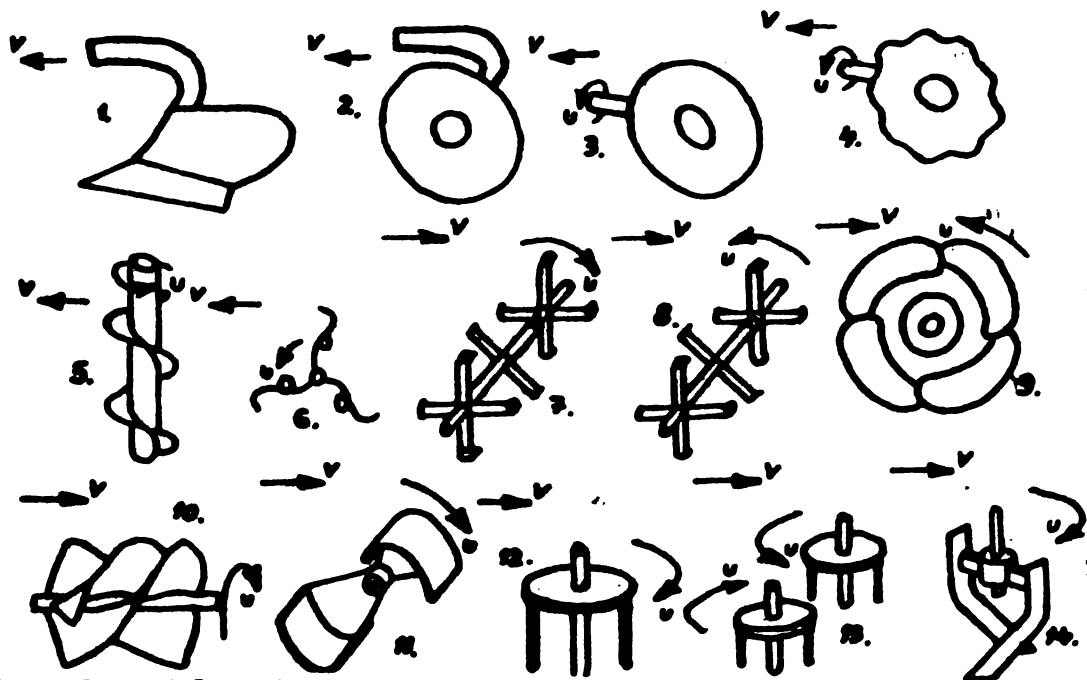


Fig. 2. Diferite tipuri de organe de prelucrat solul

Cormana (1) este cea mai importantă unealtă de prelucrat solul deoarece este o unealtă clasică, simplă, suprafața ei de lucru realizează o mărunțire și o răsturnare a solului corespunzătoare.

toare din punct de vedere agrotehnic. Prin schimbarea formei cormanei, plugul poate fi adaptat pentru soluri și condiții climatice diferite. Cormana poate fi adaptată să lucreze la diferite viteze (în prezent pînă la 2,0 m/s). Prin segmentarea corpului trupitei plugului cu cormană, brăzdar și plug, părțile care se uzează repede pot fi înlocuite ușor și cu cheltuieli minime.

Uneltele cu discuri (2) ocupă locul următor ca importanță în prelucrarea mecanică a solului și în anumite condiții pedoclimatice înlocuiesc cu succes uneltele cu cormane. Aceste unelte, de forma unor discuri sferice, nu răstoarnă complet solul, pot tăia bine resturile vegetale, pot trece mai ușor peste rădăcinile și pietrele din sol și au un efect de tasare mai pronunțat. Deși în cazul discurilor, frecarea cu solul se reduce, forța de tracțiune este egală sau mai mare comparativ cu plugurile cu cormană. Discurile sînt mai puțin adaptabile la diferitele tipuri de soluri decît cormanele.

Ca un dezavantaj comun al cormanelor și discurilor se poate evidenciază faptul că, puterea necesară prelucrării se transmite mașinii direct prin intermediul roților tractorului și sol, fapt ce duce la o scădere a randamentului utilizării tractorului prin patinare. Din această cauză, s-au făcut multe încercări de a transmite puterea motorului la organele de lucru solul, total sau parțial, prin intermediul prizei de putere a tractorului.

Pentru îmbunătățirea randamentului utilizării puterii tractorului s-au încercat mașinile cu mișcare de rotație în timpul lucrului. Dintre acestea, cel mai mult s-au extins frezele cu ax orizontal (8), care realizează o bună mărunțire a solului la o singură trecere, fapt ce reprezintă un avantaj. Mărunțirea pușnică are, în general, următoarele dezavantaje: solul prea mărunțit își pierde repede structura și din cauză că resturile vegetale nu se îngroapă bine, lucrarea cu freza favorizează creșterea buruienilor.

Celelalte tipuri de organe de lucru cu mișcare de rotație forțată (freza tip sapă, 10, și organele cu axa de rotație verticală, 12-14) nu s-au extins.

Rezultă că cea mai mare răspîndire o au organele de lucru cu cormană și cele cu discuri.

3.2. Construcția generală a plugurilor

Plugurile cu trupite prevăzute cu discuri (fig. 3) exe-

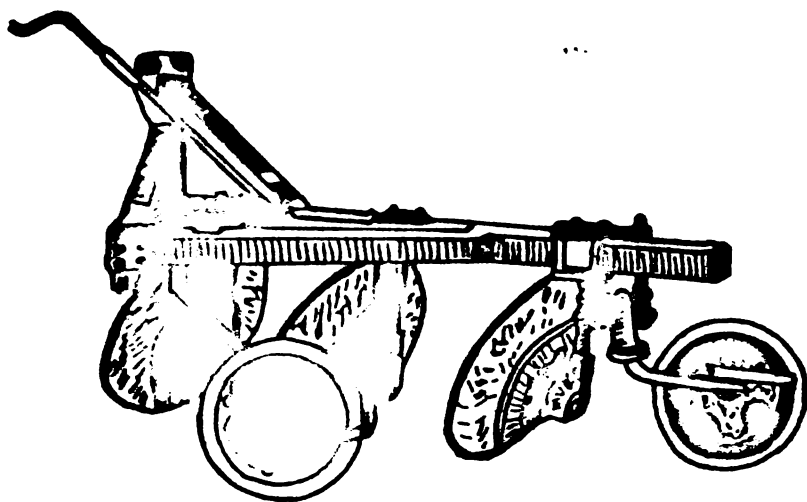


Fig. 3. Plugul cu discuri

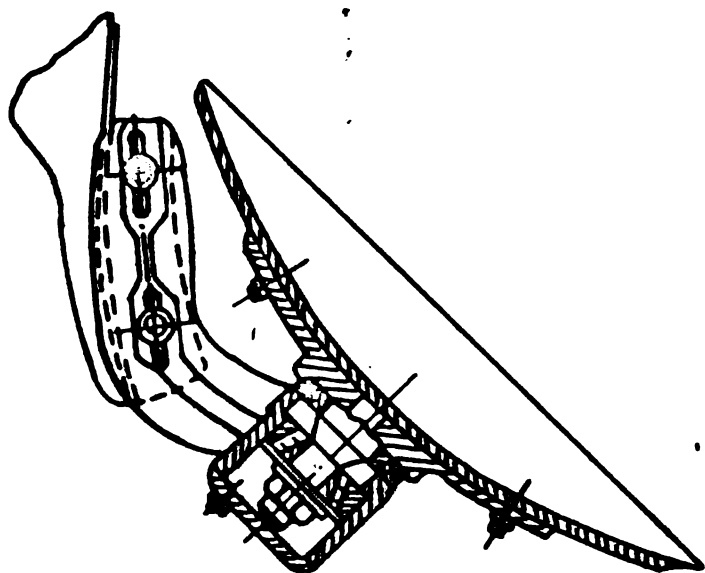


Fig. 4. Organul de lucru al plugului cu discuri

cută arătura solului pînă la 20-25 cm [29]. Ele sînt echipate cu două pînă la șapte discuri confecționate prin presare din tablă de oțel manganos, cu diametrul de 600-800 mm. Discurile sînt fixate cu șuruburi cu cap înecat pe flanșe și se rotesc pe arbori scurți, montați în lagăre conice, fig. 4.

Planul de rotire al discurilor formează cu direcția de înaintare un unghi de atac α , ($\alpha = 40-45^\circ$), iar cu verticala un unghi β , ($\beta = 15-20^\circ$).

Procesul de lucru al discului constă în tăierea solului cu muchia ascuțită existentă la periferia lui. Prin rotirea acestuia în jurul propriu-

lui ax și într-un plan înclinat față de direcția de înaintare, solul este dislocat, mărunțit și parțial afînat și răsturnat, datorită înaintării mașinii.

Plugurile cu trupite prevăzute cu cormană datează din cele mai vechi timpuri, fiind cea mai veche unealtă agricolă [29, 51].

Evoluția plugului este strîns legată de evoluția și dezvoltarea forțelor de producție ale societății umane. În societatea primitivă, au fost folosite ca unelte pentru lucrat solul, tulpini de copac sau bețe ascuțite, uneori curbate la unul din capete, fig. 5.a.

La început, aceste unelte erau acționate de oameni, iar calitatea "arăturii" era în funcție de forța musculară a acestora. Odată cu ivirea animalelor domestice și folosirea lor drept forță

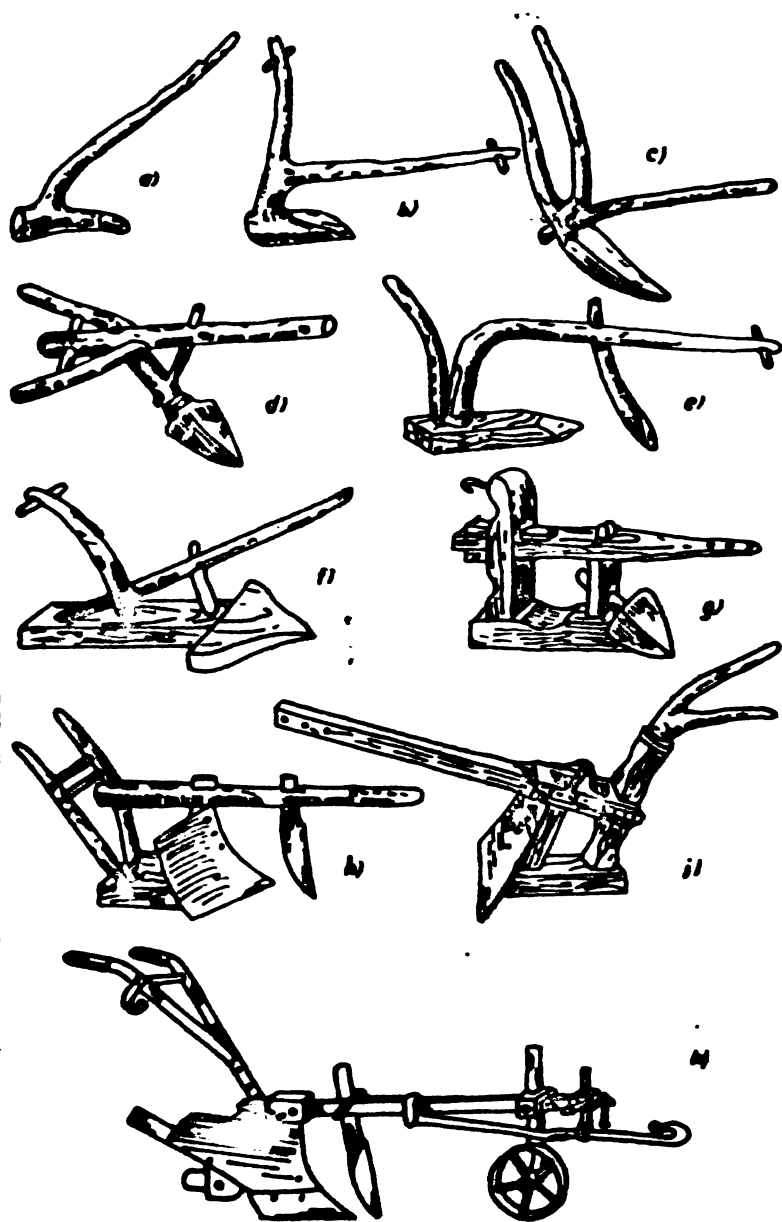


Fig. 5. Evoluția plugului

continuat pe linia perfecționării organelor de lucru. Pe lângă brăzdarul metalic sau din lemn, s-a mai prevăzut o scîndură plasată lateral sub un anumit unghi față de acesta, care să deplaseze și să răstoarne stratul de sol tăiat și ridicat de brăzdar.

Pe parcursul dezvoltării sale, plugul a căpătat forme din ce în ce mai perfecționate, adăugîndu-i-se cuțitul lung, avantrenul, iar scîndura ce servea la deplasarea brazdei a căpătat forma cormanei, fig. 5.h, i, k.

Cdată cu apariția tracțiunii mecanice, construcția plugurilor a fost complet revoluționată. Perfecționarea continuă a tractoarelor a dat posibilitatea trecerii la construcția plugurilor de tractor, trecîndu-se de la plugurile tractate la cele purtate.

Actualele pluguri destinate executării arăturii normale

de tracțiune, a fost nevoie ca deplasarea acestei unelte să fie condusă. Nevoia aceasta a forțat pe om să aleagă pentru prelucrarea solului arbori cu două ramuri îndreptate în sensuri opuse, fig. 5.b, c și d.

Plugul primitiv a evoluat permanent, luînd forme tot mai perfecționate. Instabilitatea în timpul lucrului a acestor unelte a fost înlăturată de "plugurile romane" cu talpă, fig. 5.e, f, g. Vîrfurile active ale uneltelor de lucrat solul au fost protejate cu metale, în vederea măririi durabilității, ceea ce a reprezentat apariția strămoșului brăzdarului de stăzi.

Dezvoltarea ulterioară a plugului a con-

sînt de tipul purtat sau tractat (tabelul 1, anexat).

Plugurile cu tracțiune mecanică [29, 51, 55, 73] sînt formate din cadrul (1), trupita (2), cuțitul disc (3), dispozitivul de reglare (4) și aventrenul (5). Brăzdarul (6), cormenă (7) și plazul (8) sînt fixate rigid pe piesa numită bîrsă (9). Toate aceste piese formează trupita plugului și se fixează rigid pe cadrul plugului, fig. 6.

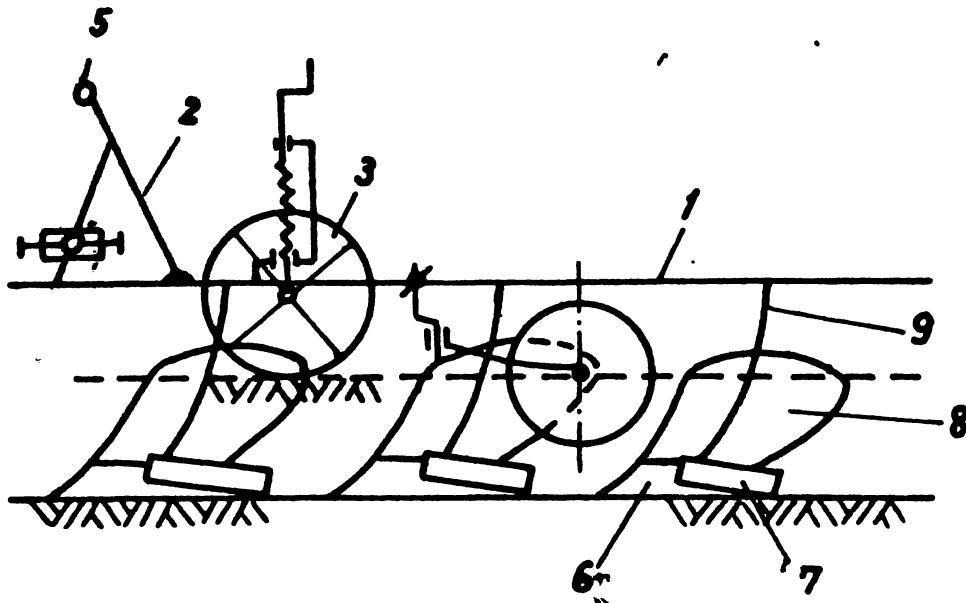


Fig. 6. Schema plugului purtat

Partea cea mai importantă a trupitei este cormana, care preia brazda tăiată, o ridică, o răstoarnă și o deplasează lateral.

Suprafața de lucru a trupitei [51, 55] se împarte în trei părți, fig. 7:

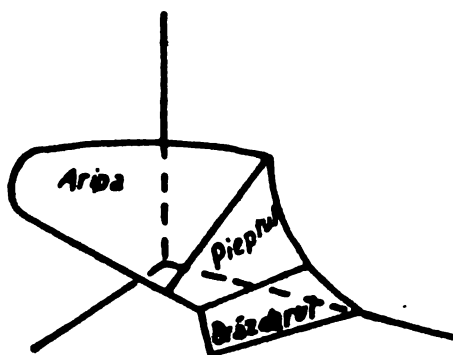


Fig. 7. Suprafața activă a trupitei

- Brăzdarul (I), a cărui așezare este determinată de unghiurile θ și γ .

- Pieptul cormanei (II), situat imediat după brăzdar; așezarea pieptului cormanei se face mai abrupt decât brăzdarul, însă nu într-atît, încît să îngreuneze ridicarea brazdei și lunecarea ei laterală. Pentru ușurarea acestei alunecări, partea de jos a pieptului cormanei se face cu o înclinare mai mică spre peretele brazdei, decât a brăzdarului.

- Aripa cormanei (III). Așezarea ei este determinată de poziția față de brazda răsturnată, deoarece este necesar ca marginea din brazdă a cormanei să nu antreneze brazda răsturnată în timpul

tregerii trupitei. Unghiul α dintre planul brazdei răsturnate și cel tangent la marginea din brazdă a cormanei, nu va depăși 90° , fig. 8.

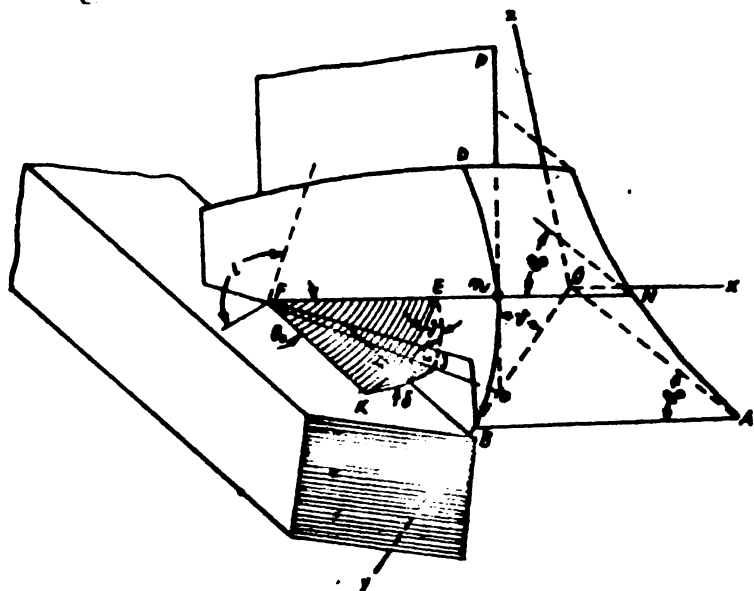


Fig. 8. Așezerea aripii la cormână

Efectul suprafeței cormanei asupra brazdei [76, 94], poate fi redus la cel al unei pene în formă de triedru OABC, fig. 9, caracterizat de unghiurile principale α , β , γ , care determină de fapt trei pene, 1, 2 și 3.

Efectul penei 1, având unghiul α , este de desprindere a brazdei și de urcare a acesteia pe suprafața penei, realizându-se în principal mărunțirea solului.

Efectul penei 2, având unghiul γ , este în principal de deplasare laterală a brazdei.

Efectul penei 3, având unghiul β , este în principal de a răsturna brazda.

În principiu, unghiul α caracterizează procesul de mărunțire, unghiul γ cel de deplasare laterală și unghiul β procesul de răsturnare al brazdelor.

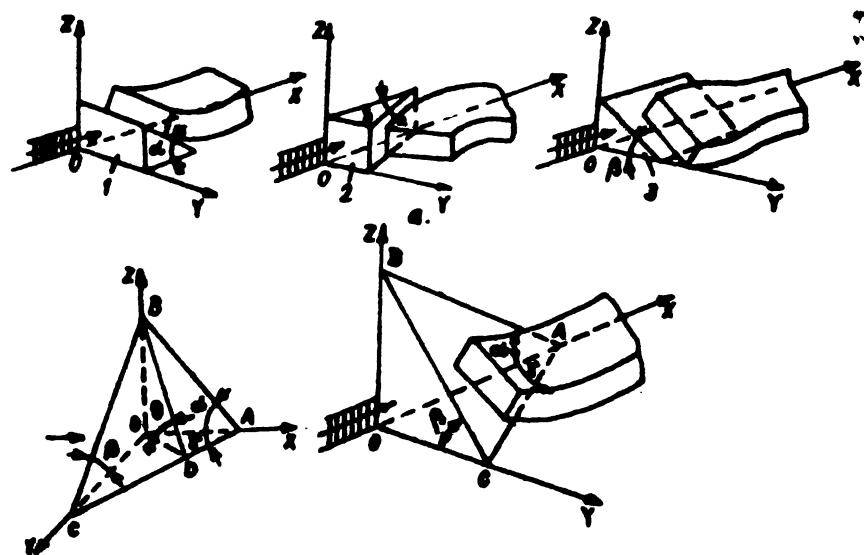


Fig. 9. Pene cu suprafața de lucru plană

Pentru a se mări efectul triedrului, acesta ar trebui să aibă suprafețele curbe, respectiv α , β , γ să nu fie constante; acest deziderat s-a realizat la cormanele unde aceste unghiuri au valori variabile.

Condițiile de lucru, de exemplu proprietățile fizico-mecanice diferite ale solurilor, au impus construirea mai multor tipuri de cormane (fig. 10), pe care literatura de specialitate

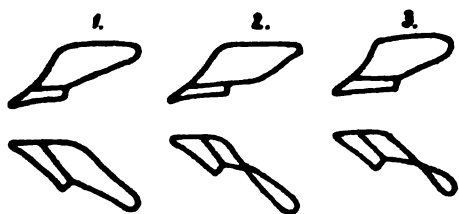


Fig. 10. Principalele forme ale cormanei:

- 1 - cilindrică;
- 2 - elicoidală;
- 3 - cilindro-elicoidală

Pe axa absciselor sînt notate distanțele de la xoy, iar pe axa ordonate-
lor valorile unghiului γ .

le împarte în mai multe categorii, în funcție de modul de generare a suprafețelor active, în cilindrice, elicoidale și cilindro-elicoidale.

Cormanele de formă cilindro-elicoidală pot fi de tip universal, semielicoidale și combinate [94].

Legătura dintre unghiurile α , γ , β caracterizează procesul de lucru al suprafeței cormanei și este reprezentată cel mai sugestiv prin curbele de variație a unghiului γ , fig. 11. Pe axa

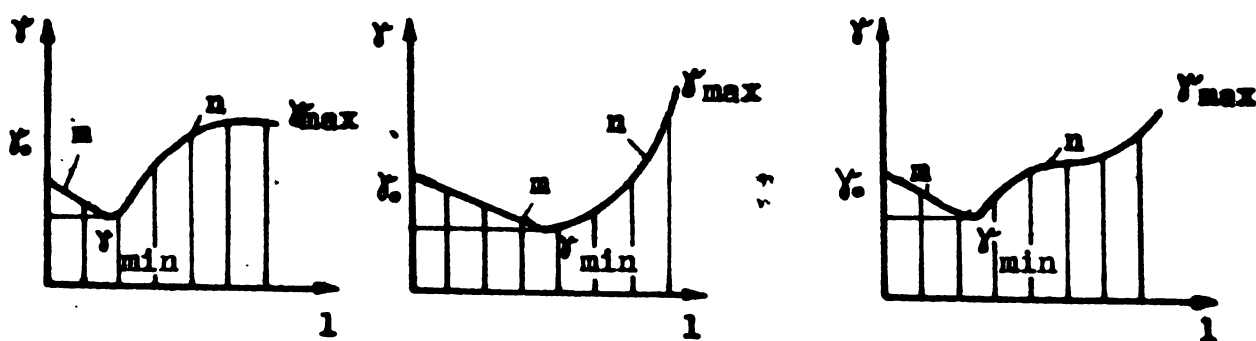


Fig. 11. Curba de variație a unghiului

În cazul cormanelor universale, suprafața cormanei, determinată de curba n , este caracterizată prin creșteri mari la început (mărunțire pronunțată) și creșteri mici la sfîrșit (răsturnare moderată). În cazul cormanelor semielicoidale, curba n prezintă la început creșteri mici (mărunțire moderată) și mari la sfîrșit (răsturnare pronunțată). Pentru a avea o combinație a efectelor de mărunțire și răsturnare a celor două tipuri de cormane, s-au realizat cormane universal-semielicoidale.

§4. Construcțiile actuale ale plugurilor pentru viteze mărite

4.1. Cercetări privind metodele de mărire a vitezei de lucru la arat

La stabilirea metodelor privind mărirea vitezelor de

lucru la arat trebuie să se aibă în vedere aspectele economice, de calitate și tehnice ale procesului de arat [71]. Din punct de vedere economic se impune ca procesul să se desfășoare cu un consum redus de energie mecanică, raportat la unitatea de suprafață prelucrată. Din punct de vedere calitativ, se urmărește asigurarea unei mărunțiri, răsturnări și acoperiri corespunzătoare a resturilor vegetale, iar din punct de vedere tehnic se caută ca plugul sau mașina de prelucrat solul să fie adaptată tractorului și să asigure condiții optime de lucru pentru tractorist.

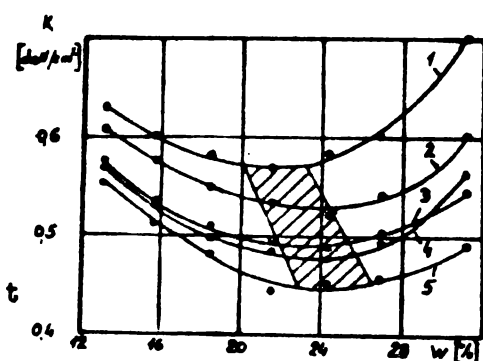
Metodele de mărire a vitezei de lucru la arat vor fi prezentate și analizate în cele ce urmează.

4.1.1. Mărirea vitezei de lucru prin reducerea frecărilor dintre sol și suprafețele de lucru ale cormanei. S-au cristalizat următoarele căi mai importante de reducere ale acestora [34, 71] : Prelucrarea corespunzătoare a suprafețelor care vin în contact cu solul [34, 71], care este una din cele mai directe metode de reducere a rezistenței datorită frecării dintre sol și organul de lucru. Finisarea inițială a suprafețelor este necesară în special acolo unde solul nu are proprietăți abrazive și nu contribuie rapid la autofinisarea lor. Acoperirea suprafețelor de lucru cu materiale a căror coeficient de frecare este redus [34, 71]. Adeziunea solului poate fi redusă prin utilizarea unor materiale a căror udabilitate este scăzută. În acest sens, în U.S.A. s-au făcut încercări de a acoperi suprafețele cormanelor cu materiale de tipul politetrafluoroetilenelor și polietilenelor, care au proprietăți de udabilitate reduse. Coeficientul de frecare al acestor materiale este cu aproximativ 50% mai redus decât în cazul unui oțel șlefuit. De asemenea, aceste materiale nu produc aglomerări de sol pe suprafața cormanei, astfel că forța de tracțiune poate fi redusă cu până la 25% în comparație cu suprafețele neacoperite, tabelul 2.

În U.R.S.S. s-au experimentat mai multe materiale de tipul polimerilor, rezistente la uzură, cum ar fi emailurile și ftoroplastul. Experiențele au arătat că rezistența specifică la arat a plugului cu suprafața din oțel șlefuit este cu 20-28% mai mare decât a plugurilor cu suprafețe nemetalice, fig. 12. Se mai observă că minimul curbei de rezistență la tracțiune în funcție de u-

Tabelul 2

Suprafața plugului	REZISTENȚA LA TRACȚIUNE			
	Argilă (Decatur)		Argilă (Davidson)	
	v = 1,6 km/h	v = 5,6 km/h	v = 1,6 km/h	v = 5,6 km/h
1) oțel neacoperit	200,0 kg	217,7 kg	213,3 kg	255,5 kg
2) cormana acoperită cu politetrafluoroetilenă și brăzdarul din oțel neacoperit	173,3 kg	215,5 kg	186,6 kg	235,5 kg
3) cormana și brăzdarul acoperite cu politetrafluoroetilenă	162,2 kg	191,1 kg	137,7 kg	195,5 kg

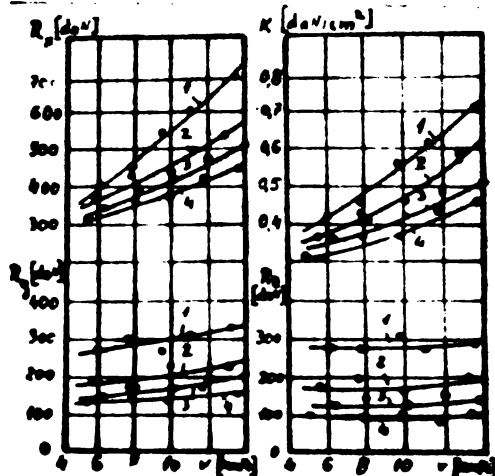


umiditatea solului se deplasează în direcția umidității mai ridicate.

- 1, 2 - oțel șlefuit;
- 3, 4 - oțel emailat;
- 5 - oțel acoperit cu ftoroplast;

Fig. 12. Rezistența specifică la arat a plugului, funcție de materialul cormanelor

Accesași comportare o au materialele nemetalice și în cazul vitezelor mărite de lucru. În fig. 13 se reprezintă variația forțelor ce acționează asupra cormanei, în funcție de viteza de lucru a plugului.



Se constată că, creșterea forțelor R_x ,

- 1, 2 - oțel;
- 3 - oțel emailat;
- 4 - oțel acoperit cu ftoroplast;

Fig. 13. Variația forțelor pe cormană și a rezistenței specifice la arat a plugului, funcție de materialul cormanelor

R_1 , R_2 , precum și a rezistenței specifice la arat K în funcție de viteză, sînt mai pronunțate în cazul coramelor din oțel (curba 1), decît în celor acoperite cu materiale nemetalice (curbele 3 și 4). Conform măsurărilor dinamometrice efectuate, la viteze de înaintare a plugului $1,6-2,4$ m/s, rezistența la arat a coramelor acoperite cu materiale nemetalice este cu $17-20,5$ decît cea din cazul coramelor din oțel nefacut.

Sch. J. R., Hill și Keever [30] au abordat cercetări asupra efectelor materialelor nemetalice asupra reducerii coeficientului de frecare. Ei apreciază că polimerii conduc la o reducere a rezistenței la traziune a plugului în limitele $10-20\%$, pentru un sol nisav. Un avantaj al materialelor antiadezive este că au o rezistență la traziune mai mică decît oțelul, uzîndu-se mult mai repede [30, 71].

Coramele cu suprafața din materiale neadezive nu s-au rîtins pînă în prezent din cauza costului ridicat și a duratei de exploatare scurte. Aplicarea fenomenului de electro-osmoză [34]. Prin conducerea unui film mobil de apă pe suprafața de lucru a plugului, se realizează așa numita "unsere", reducîndu-se frecarea dintre sol și metal. Problema de bază este aceea de a se stabili energia electrică necesară deplasării apei pe suprafața organelor de lucru, la diferite tipuri de sol și factori de influență. Din cercetările făcute s-a tras concluzia că această metodă cere anumite condiții, care sînt destul de restrictive la aplicarea în practică. Utilizarea unui jet de apă sau aer în vederea dizlocării so-



lului. Cînd umiditatea solului crește și atinge punctul de saturație, adeziunea dintre sol și organul de lucru poate fi eliminată [34]. De aceea, s-a experimentat posibilitatea reducerii adeziunii la un corp de plug, prin conducerea unui jet de apă pe suprafața de lucru a acestuia, fig. 14. [37].

Bertelsen [34] a propus utilizarea unui jet de aer, care

Fig. 14. Conducerea unui jet de apă pe suprafața de lucru a coramei

mancii

389435
203 F

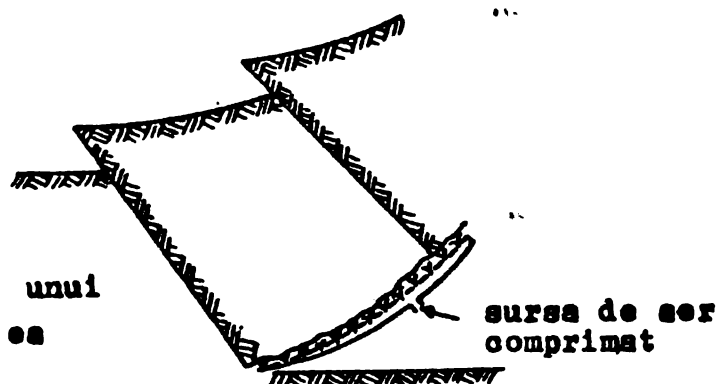


Fig. 15. Schema utilizării unui jet de aer pentru eliminarea frecării

și se reduce uzura organelor de lucru; se îmbunătățește calitatea orfăturii; înfundarea conductelor de apă (aer) în timpul lucrului este marele dezavantaj al metodei; mașina se complică. Micșorarea adeziunii solului la metal prin încălzirea organelor de lucru. Bacon și Nichols [34] au experimentat această metodă și au constatat că adeziunea dintre sol și sculă scade mult. Metoda nu a fost însă încercată în condiții concrete de lucru, din cauza neeconomicității și a existenței unei surse de energie suplimentare pentru încălzire.

4.1.2. Mărirea vitezei de lucru prin îmbunătățirea randamentului transmiterii puterii de la tractor la mașina agricolă

În cazul când puterea motorului este transmisă organelor de lucru ale plugului prin intermediul roților de rulare, randamentul utilizării tractorului este diminuat, ajungând până la 45-50% din valoarea maximă, în condiții de teren nefavorabile [71]. Pentru îmbunătățirea randamentului se impune mărirea aderenței dintre roți și sol, cu următoarele metode: utilizarea unor tractoare mai grele, lestarea tractorului cu greutate suplimentare, umplerea pneurilor cu apă sau folosirea unor dispozitive speciale de mărirea aderenței tractorului, fără a se majora greutatea lui.

Orientarea actuală în acest sens este majorarea cu 30-40% a puterii tractoarelor existente, greutatea lor rămânând însă aceeași [71, 73, 80].

Prin introducerea sistemelor de suspendare a plugurilor și de mărirea aderenței, o parte din forța care acționează asupra

plugului este transmisă roților posterioare ale tractorului, mărind astfel aderența și forța de tracțiune.

Îmbunătățirea randamentului folosirii puterii tractorului se mai poate realiza prin utilizarea unor tractoare cu toate roțile motrice sau a tractoarelor prevăzute cu o transmisie continuă (fără trepte) [71, 80].

Pentru îmbunătățirea calității arăturii și micșorarea rezistenței la tracțiune a plugurilor, s-au realizat mașini de prelucrat solul cu mișcare de rotație în timpul lucrului.

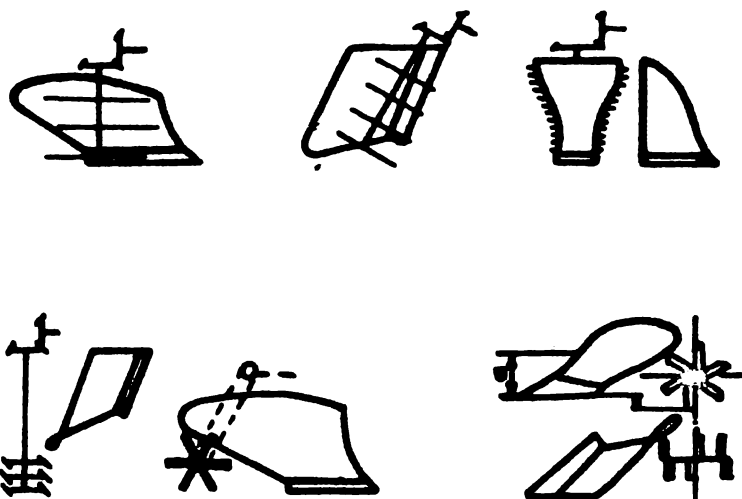


Fig. 16. Forme constructive de organe de lucru combinate.

sului de lucru.

În vederea îmbunătățirii randamentului mecanic al plugurilor cu cormane și ameliorarea performanțelor acestora, s-au conceput organe de lucru combinate, redată în fig. 16. Aceste forme constructive nu s-au extins din cauza complicațiilor constructive, a consumului mare de material, a uzurii rapide a organelor rotitoare și a măririi puterii totale necesare procesului de lucru.

4.1.3. Mărirea vitezei de lucru a plugurilor prin utilizarea organelor de lucru vibratoare

Cercetările efectuate în domeniul reducerii rezistenței la tracțiune și mărirea vitezei de lucru prin folosirea organelor vibratoare [34, 49, 71, 96] au cuprins o gamă largă de organe de lucru și mașini agricole, destinate atât prelucrării superficiale, cât și în profunzime a solului. S-au scos în evidență următoarele:

- Prin utilizarea organelor de lucru vibratoare se pot reduce forța de tracțiune și tasarea solului.
- Se utilizează mai rațional puterea tractorului și încărcarea tractoarelor existente poate fi îmbunătățită, ele putându-se folosi la lucrări mai grele, ca de exemplu subsolajul.
- Organele de lucru vibratoare îmbunătățesc gradul de mărunțire a solului. Prin varierea amplitudinii și a frecvenței vibrațiilor, se

poate asigura o mărunțire diferită a solului și se reduce numărul de operații suplimentare.

- În general, puterea totală necesară vibrării organelor de lucru și dublării agregatului, este mai mare sau identică cu cea necesară organelor de lucru clasice.

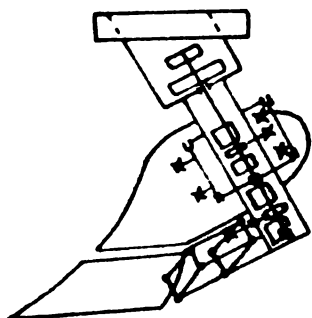


Fig. 17. Schema, crîndu-se la o amplitudine de 5 mm, frecvența de plugului vibra- 20 Hz și viteza de deplasare de 0,3 m/s. În cazul tor Fig. 17. Schema, crîndu-se la o amplitudine de 5 mm, frecvența de plugului vibra- 20 Hz și viteza de deplasare de 0,3 m/s. În cazul tor

Eggermüller [34, 71] a încercat îmbunătățirea construcției plugului prin vibrarea brăzdarului și a cormanei, fig. 17. Rezultatele încercărilor arată că în cazul plugului vibrator prevăzut cu plaz, forța de tracțiune s-a redus cu 40-60% în comparație cu plugul cu organe rigide, lu-

Fig. 17. Schema, crîndu-se la o amplitudine de 5 mm, frecvența de plugului vibra- 20 Hz și viteza de deplasare de 0,3 m/s. În cazul tor

măririi amplitudinii la 9 mm și păstrîndu-se constante celelalte valori, forța de tracțiune s-a redus până la 70%. Puterea totală necesară plugului cu organe active vibratoare este cu 30-100% mai mare decât cea necesară plugului cu organe rigide.

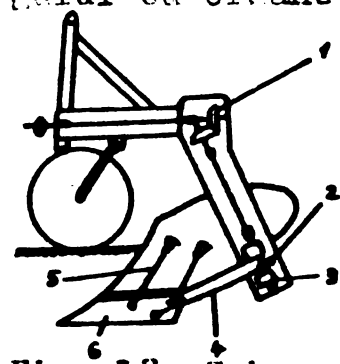


Fig. 18. Schema plugului cu brăzdar vibrator Fig. 18. Schema plugului cu brăzdar vibrator

Fig. 18. Schema plugului cu brăzdar vibrator Fig. 18. Schema plugului cu brăzdar vibrator

Fig. 18. Schema plugului cu brăzdar vibrator Fig. 18. Schema plugului cu brăzdar vibrator

In vederea îmbunătățirii bilanțului energetic s-a renunțat la vibrarea cormanei, utilizîndu-se plugul cu brăzdar vibrator, fig.18. Si în acest caz, puterea necesară o depășește pe cea din cazul plugurilor cu organe rigide.

S-au remarcat următoarele neajunsuri ale organelor de lucru vibratoare [49, 96]:

consumul de combustibil și gradul de uzură a organelor tăietoare a sporit; mașina a devenit mai complicată; vibrațiile organelor de lucru ale mașinii de lucrat solul pot fi transmise tractorului, rezultînd astfel posibilitatea deteriorării unor piese ale sale.

4.1.4. Mărirea vitezei de lucru prin modificarea geometriei și a construcției cormanelor

Majoritatea cercetărilor [8, 26, 27, 77, 80, 87, 103] s-au ocupat de reducerea rezistenței la tracțiune în vederea măririi vitezei de lucru a plugurilor, prin schimbarea geometriei și a construcției cormanelor. S-a urmărit modificarea principalilor parametri ai cormanelor, pentru ca lucrul cu viteze mărite, în con-

dițiile unei creșteri reduse a rezistenței la tracțiune și a respectării cerințelor agrotehnice, să fie posibil. S-a căutat ca aceste cormane să permită lucrul atât cu viteze mărite, cât și la viteze mici, impuse fie de teren, fie la pornirea de pe loc.

Lemski [8] consideră că pentru obținerea unei rezistențe minime la tracțiune a plugului sînt necesare cormane cu unghiuri de ridicare ale pieptului mai mici, unghiuri de așezare a brăzdarului mici și o înclinare pronunțată a părții din spate a aripii cormanei. Încercările făcute cu un plug cu unghi de ridicare mic al pieptului cormanei și o înclinare pronunțată spre înapoi a părții inferioare a aripii, au produs o deplasare slabă a brazdei, astfel încît componenta vitezei de răsturnare a brazdei a fost prea mică, ea acumulîndu-se pe cormană.

Unii specialiști germani [80] acordă o mare atenție unghiului γ și curburii cormanei, alții afirmă că unghiurile γ , α și curbura cormanei trebuie să fie alese astfel, încît să nu existe înclinarea bruste, iar aripa cormanei să nu fie prea răsucită.

Din studiile și experimentările efectuate [8, 27, 80] rezultă că la creșterea vitezei se măjorează și rezistența la tracțiune a plugului, ca urmare a creșterii energiei cinetice transmise solului și a frecării mai intense a solului cu suprafața cormanei. Această creștere depinde în principal de componenta laterală v_y a vitezei de deplasare a brazdei pe aripa cormanei, fig. 19,

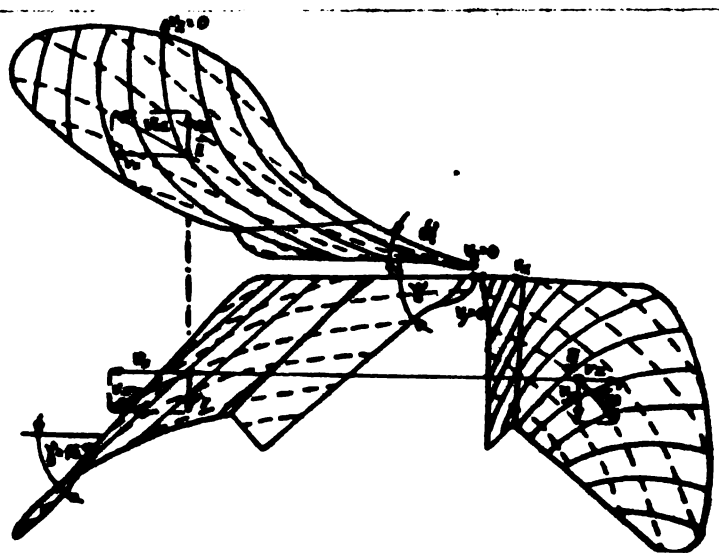


Fig. 19. Componentele vitezei de deplasare a brazdei pe cormană.

ea fiind funcție de unghiul de așezare γ_a a aripii cormanei față de peretele vertical al brazdei: $v_y = v_{xy} \sin \gamma_a$

La plugurile obișnuite, cu unghiul $\gamma_a = 40^\circ$, se poate lucra cu viteze $v = 0,82-1,64$ m/s, cărora le corespunde o viteză laterală de aruncare a solului $v_y = 0,6-1,2$ m/s [71, 80].

In fig. 20 este redată dependența dintre unghiul γ_a și viteza de înaintare v a plugului, impusă de obținerea unei anumite viteze laterale v_y [80].

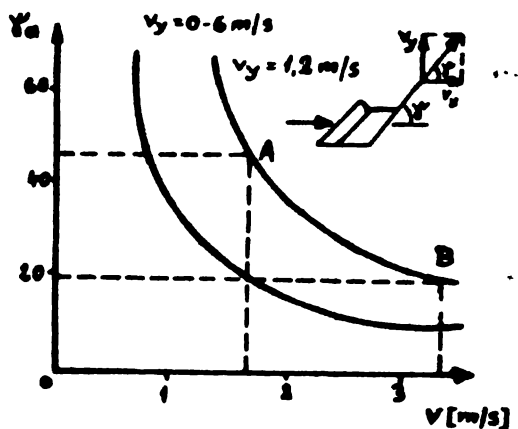


Fig. 20. Dependenta

$$\chi_a = f(v)$$

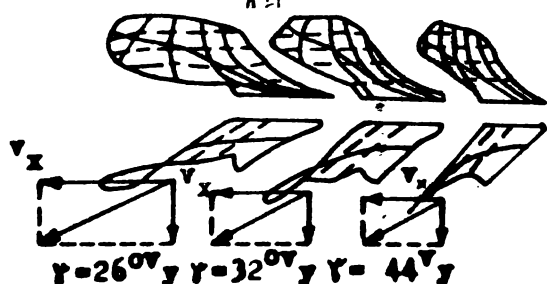


Fig. 21. Construcția grafică a cormanelor după Soehne.

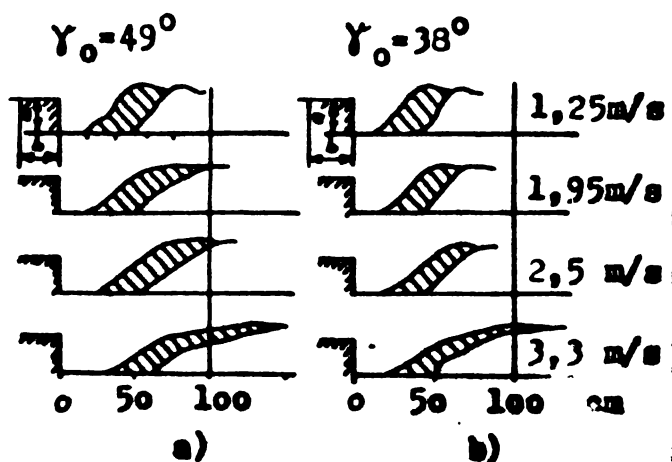


Fig. 22. Variația distanței de aruncare în funcție de viteză

Soehne [80] a construit grafic trei tipuri de cormane, care lucrează cu aceeași lățime de lucru, dar la viteze diferite, realizând aproximativ aceeași calitate a lucrărilor (fig. 21). Se observă că pentru a se realiza o alunecare laterală și o răsturnare corespunzătoare, valoarea unghiului γ_a este diferită. Aruncarea laterală a brazdei este asemănătoare, deoarece și valorile vitezelor v_y sînt egale la cele trei tipuri de cormane.

În fig. 22 [80] este redată variația distanței de aruncare și a secțiunii brazdei, în funcție de viteza de înaintare a plugului, pentru două tipuri de cormane. Se observă că la cormana cu unghiul γ_a mai mare, brazda este aruncată mai departe de locul dislocării. Cu creșterea vitezei de deplasare a plugului, se majorează și distanța de aruncare.

Cercetările efectuate la Facultatea de mecanică agricolă din Timișoara [27] asupra măririi vitezei de lucru la arat prin modificarea geometriei cormanei, au arătat că astfel de cormane dau

rezultate corespunzătoare din punct de vedere agrotehnic. Analizînd indicii energetici și de exploatare s-a constatat că, cormana cu suprafețe modificate reduce rezistența la tracțiune în limitele 10-20%. S-a evidențiat o scădere a consumului de combustibil cu 4,55%, reducerea rezistenței de înaintare permițînd mărirea vitezei de lucru cu 28,8%. Productivitatea agregatului s-a mărit astfel cu 14,8%.

Pentru reducerea rezistenței la tracțiune în vederea măririi vitezei de lucru, Kaufman și Tottem [47] au conceput așa

muşul "plug cu răsturnare", bazat pe forma fundamentală a cormanei propusă de Barret [4], fig. 23. Cormana concepută răstoarnă



Fig. 23. Scheme fundamentale a cormanei propuse de Barret

fișia de sol tăiată de brăzdar pe fundul brazdei, fără a produce o deplasare laterală. În procesul de lucru al plugului realizat și în timpul răsturnării, brazda se rotește în jurul propriului centru de greutate, spre deosebire de plugurile clasice, la care brazda se rotește în jurul muchiilor sale. S-a constatat că proprietățile fizico-mecanice ale solului au influențat performanțele plugului. Astfel, în sol plastic cu umiditatea ridicată, acesta s-a acumulat în fața organelor de lucru, iar în sol uscat și friabil, brazda s-a afârmăt și a căzut în spatele plugului, rezultând o răsturnare incompletă.

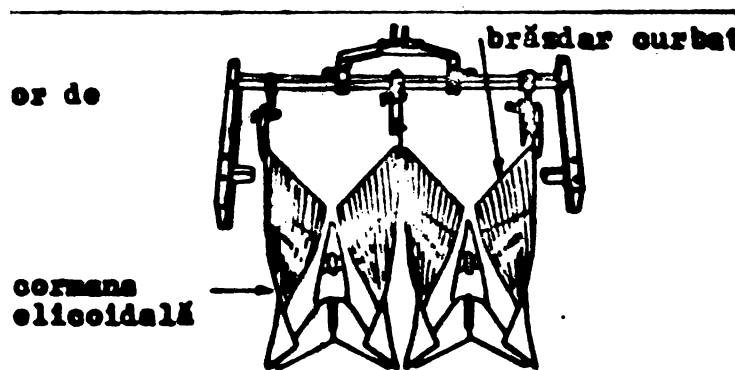


Fig. 24. Montarea agregatelor de lucru pe bara transversală.

S-a constatat că plugul de răsturnare este o soluție posibilă și montarea acestuia pe o bară transversală conduce la reducerea forțelor transversale ale solului, fig. 24. Perfecționarea acestui plug merită atenție [47].

Pentru a se asigura așezarea corectă a brazdelor și reducerea rezistenței la tracțiune a plugului la viteze mărite, Vasilenko [87] a propus construirea trunitelor experimentale de plug cu aripa cormanei reglabilă. În timpul lucrului, astfel ca unghiul de așezare a aripii cormanei față de peretele brazdei să fie modificat la varierea vitezei de lucru a plugului, în limitele 25-45°, prin intermediul unui meca-

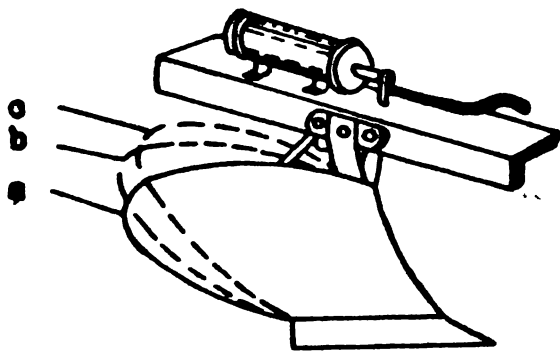


Fig. 25. Grupița de plug cu cormană reglabilă

nism automat cu cilindru hidraulic de forță, fig. 25.

Dintre soluțiile realizate în vederea reducerii rezistenței la tracțiune și mărirea vitezei de lucru a plugurilor, se amintesc: înlocuirea unei părți din cormană cu elemente rotative de diferite forme [1, 26, 87], fig. 26; decuparea unor părți din suprafața cormanei, după direcția deplasării solului pe suprafața acesteia.

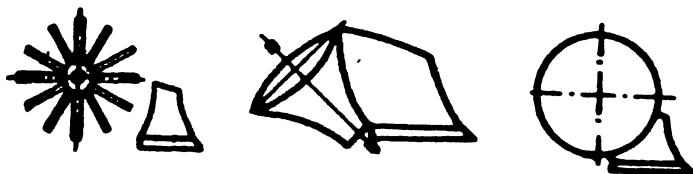
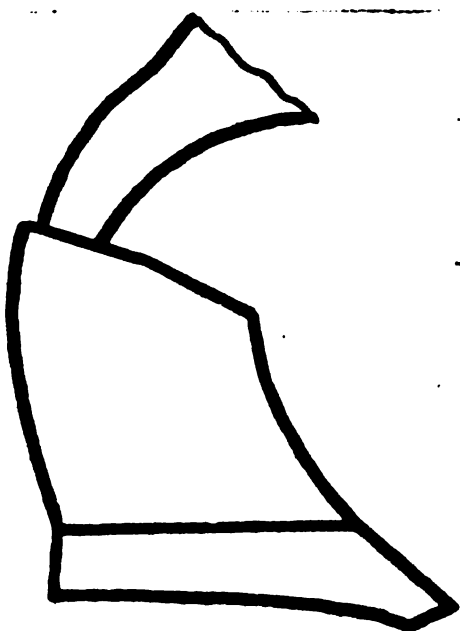


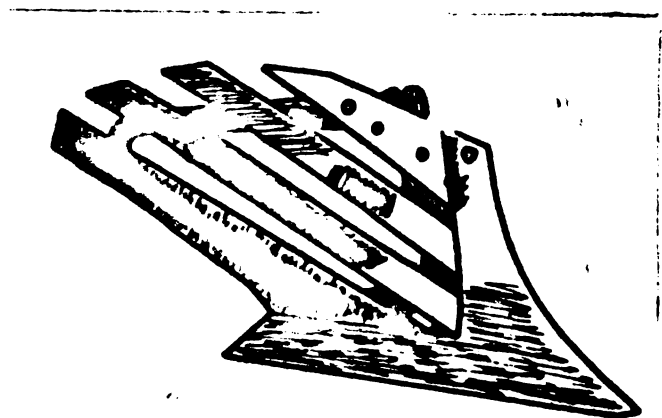
Fig. 26. Schema elementelor rotative ce înlocuiesc o parte din cormană.

Prin înlocuirea aripii cormanei cu organe în formă de rolete cilindrice sau hiperbolice, s-a urmărit înlocuirea frecării de alunecare cu cea de rostogolire și micșorarea vitezei de aruncare laterală a brazdei.

La facultatea de mecanică agricolă Timișoara s-a experimentat un plug cu cormane decupate în proporție de 55%, fig. 27.a. [26], obținându-se unele avantaje în privința reducerii forței de



a.



b.

rezistență și mărirea vitezelor de lucru; calitatea arăturii a avut însă de suferit.

Fig. 27. Cormanele decupate

Soluția constructivă din fig. 27. b. nu dă rezultate bu-

ne la viteze mărite de lucru, deoarece se schimbă traiectoria brazdei pe cormană și creștăturile formate devin o piedică în deplasarea solului pe suprafața acesteia.

La Institutul de cercetări pentru mecanizarea agriculturii au fost făcute încercări cu mai multe tipuri de pluguri și cormane cu profile diferite, lucrând în agregat cu tractorul Universal 27 [71]. Cele mai bune rezultate la viteze mărite pînă la 2,2 m/s s-au obținut cu plugurile echipate cu cormane de tip semielicoidal, respectiv plugul FP-3-30B, care corespund și din punct de vedere al calității arăturii.

Tot la I.C.M.A. s-au construit două tipuri noi de pluguri pentru viteze mărite [71] și s-a constatat că plugul I.C.M.A. tip I a dat rezultate mai bune ca plugul FP-4-30, în special din punct de vedere al indicilor energetici.

§5. Concluzii

Din materialele publicate în legătură cu mecanizarea procesului de arat și construcția plugurilor pentru viteze mărite, se pot desprinde următoarele concluzii:

1. Lucrarea de arat este foarte importantă în ciclul de producție agricolă, ea necesită însă un consum foarte mare de energie.
2. La construcția și modificarea corespunzătoare a organelor de lucru, trebuie să se țină seama de proprietățile fizico-mecanice ale solului, datorită influenței pe care o au în procesul de lucru.
3. Problema măririi vitezei de lucru a plugurilor a preocupat pe mulți cercetători încă de acum 20-30 ani și s-au construit diverse mașini de lucrat solul, cu viteze mărite.
4. O mare atenție s-a acordat indicilor energetici și s-a demonstrat practic și pe baza formulei lui Goriacikin că prin creșterea vitezei, rezistențele la arat, tracțiunea și puterea necesară cresc considerabil. S-au propus o serie de modificări ale organelor active ale plugului sau înlocuirea lui completă cu alte tipuri de mașini. Noile mașini propuse erau însă mult mai complicate, mai pretențioase la întreținere, sensibile la condițiile grele de lucru și scumpe. De aceea, considerăm că încercările care

s-au făcut în vederea modificării parametrilor constructivi ai actualelor trupe, pentru a le adapta la viteze de lucru mărite, sînt totuși cele mai convenabile.

5. Plugul cu cormană rămîne deocamdată unealta cea mai simplă, ieftină și sigură pentru executarea lucrării de bază a solului, care poate fi perfecționată, pentru a lucra cu viteze mărite.

Capitolul II

OPORTUNITATEA APORDARII CERCETĂRIILOR PRIVIND REDUCEREA REZISTENȚEI LA TRACȚIUNE ȘI MĂRIREA VITEZELOR DE LUCRU A PLUGURILOR

1. Rezistența la tracțiune în cazul construcțiilor ac- tuale de pluguri cu cormane

Folosirea rațională a energiei mecanice pentru execu-
rea arăturii ridică problema studiului rezistenței la tracțiune
opusă de plug. Este necesară determinarea valorii efortului nece-
sar tractării plugului în diverse condiții de lucru [55]. Această
problemă este deosebit de importantă în construcția și exploatarea
mașinilor agricole și ea nu a fost rezolvată pînă în prezent în to-
talitatea ei.

Academicianul Goriacikin a stabilit o formulă rațională
pentru determinarea rezistenței la tracțiune a plugului, scoțînd
în evidență legătura fizică dintre factorii principali ai procesu-
lui de lucru al plugului și rezistența totală care apare în timpul
lucrului:

$$R = R_0 + aB\xi v^2 = \mu G + kaB + aB\xi v^2 \quad (6)$$

unde: μ este coeficientul de frecare global; G [kgf] este masa plu-
gului; k [daN/m²] este rezistența la arat a solului; a [m] este
adîncimea arăturii; B [m] este lățimea de lucru a plugului; v [m/s]
este viteza de deplasare; ξ este un coeficient care depinde de
forma cormanei și de proprietățile fizico-mecanice ale solului
[kg/m³].

Componenta statică a forței de tracțiune include rezis-
tențele datorită frecărilor ce au loc între organele de lucru și
sol și rezistența de deformare a solului dislocat, a cărui secțiune
este $a \times B$. Termenul $aB\xi v^2$ este o componentă dinamică a forței de
tracțiune, care crește cu patratul vitezei.

Viteza v' de deplasare a brazdei pe cormană este determi-
nată de mărimea vitezei de deplasare a plugului, fiind proporțio-
nală cu aceasta:

$$v' = \xi' v \quad (7)$$

ξ' este un coeficient care depinde de forma cormanei, respectiv
de valoarea unghiului γ de înclinare a generatoarei față de pere-

tele brazdei.

Urmează că, componenta dinamică a forței de tracțiune, la o secțiune constantă a brazdei, este influențată de viteza de deplasare a plugului, de geometria cormanei și de proprietățile fizico-mecanice ale solului. În consecință, pentru a se putea mări viteza de lucru a plugului și a se menține aproximativ aceeași rezistență la înaintare, se impune îmbunătățirea geometriei cormanelor, astfel ca valoarea coeficientului ξ' să scadă.

Cercetări întreprinse în sol luto-nisipos au arătat că circa 50% din rezistența la tracțiune totală a plugului este necesară pentru tăierea brazdei, 30% pentru ridicarea, mărunțirea și răsturnarea ei și 20% pentru învingerea rezistenței la înaintare a roților plugului. Mărirea vitezei de lucru până la 6,4 km/h a condus la creșterea rezistenței la ridicarea, mărunțirea și răsturnarea brazdei la 50% din rezistența totală la tracțiune a plugului, valorile celorlalte componente rămânând constante, [2]. S-a observat că mărirea vitezei de lucru nu duce la creșterea rezistenței la tăiere a brazdei.

Asupra rezistenței la tracțiune a plugului influențează diferiți factori:

-Factori legați de sol. Experiențele [55] arată că în general, rezistența la tracțiune a plugului se modifică prin schimbarea condițiilor de lucru ale plugului, care sînt determinate la rîndul lor în special de proprietățile fizico-mecanice ale solului de starea lui și de umiditatea acestuia.

În calculul rezistenței la tracțiune [29], o pondere deosebit de importantă o are rezistența opusă de sol în procesul de arat. Aceasta însumează infinitatea de reacțiuni apărute în procesul complex de tăiere, dislocare și destrămare a brazdei pe suprafețele de lucru ale trupitelor.

Rezistența la arat a solului se notează cu K , în funcție de care solurile se pot clasifica în: soluri ușoare ($K = 2-3 \text{ N/cm}^2$); soluri mijlocii ($K = 4-5 \text{ N/cm}^2$); soluri grele ($K = 6-9 \text{ N/cm}^2$); soluri foarte grele ($K = 10-15 \text{ N/cm}^2$).

Umiditatea solului modifică simțitor rezistența opusă de sol în timpul aratului [2, 55]. Experiențele au arătat că ridicarea umidității solului de la 9,1 la 11,7% a condus la reducerea rezistenței specifice a solului luto-nisipos cu 15-35%.

Ashby [2] a constatat că, compactitatea solului conduce

la creșterea rezistenței la tracțiune. Incercările pe sol luto-nisipos au evidențiat majorarea rezistenței la tracțiune de la 15 la 35%, în situația schimbării greutateii specifice a solului de la 1,68 la 1,83 kgf/dm³.

- Factori legați de parametri funcționali ai agregatului, care sînt secțiunea brazdei și viteza de lucru. S-a demonstrat experimental [29, 51, 55, 73] că, dependența rezistenței la tracțiune este liniară funcție de secțiunea brazdei, atîta timp cît rezistența solului K rămîne constantă pe întreaga adîncime de lucru, iar viteza de deplasare a plugului nu se schimbă (fig. 28).

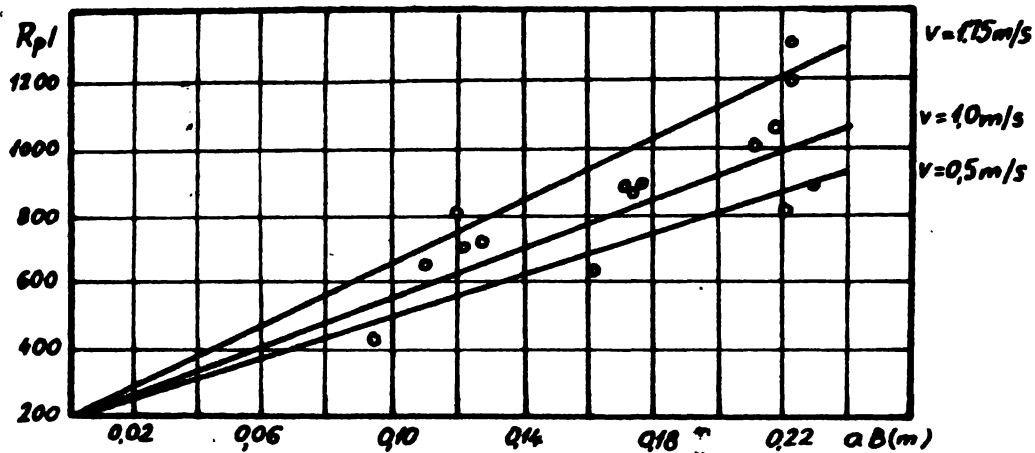


Fig. 28. Dependența rezistenței la tracțiune de secțiunea brazdei.

Rezistența la tracțiune a plugului crește pe măsură ce viteza de deplasare a acestuia se majorează. Această creștere este moderată în cazul vitezelor reduse (1-2 m/s), dar la viteze de ordinul a 2-3 m/s, rezistența la tracțiune a plugului crește considerabil, fig. 29, faptul datorîndu-se deplasării laterale a

brazdei la o distanță mai mare.

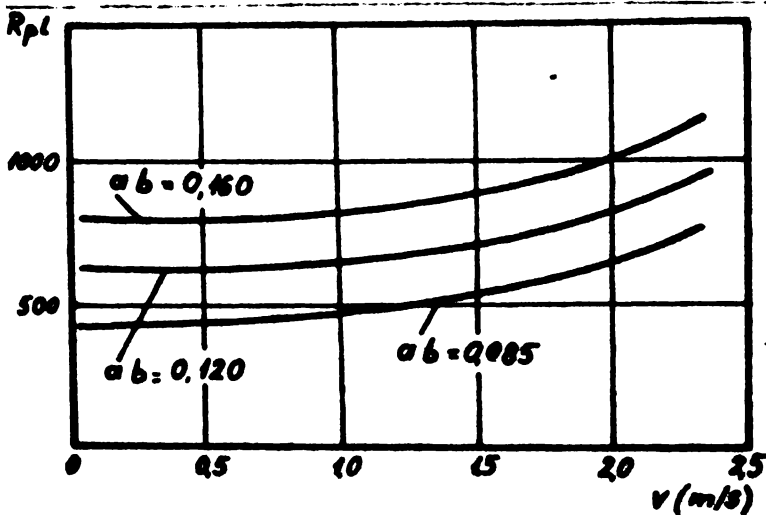


Fig. 29. Dependența rezistenței la tracțiune de viteza de lucru.

Rezistența la tracțiune a plugului în funcție de viteză este dată de termenul al treilea din formula lui Goriacikin, $R_{pl3} = \xi aBv^2$. Coeficientul ξ determină această creștere [51, 55, 71, 87]. Prin sporirea vitezei de lucru a plugurilor de serie, în gama de viteze 1,1-2,5 m/s (4-9 km/h), se constată o creștere a rezistenței totale

a plugului de 3,0-4,5% pentru fiecare km/h de creștere a vitezei [103].

Mărirea vitezei de lucru atrage după sine și o creștere a rezistenței solului la arat [55]. Din datele comunicate de Nekrasov, se constată că, la o creștere a vitezei de 32% (de la 4,6 la 6,2 km/h), se produce o majorare a rezistenței specifice a solului cu 7-10%.

Creșterea rezistenței la tracțiune a plugului prin mărirea vitezei de lucru se produce diferit, în funcție de construcția plugului, treapta în care se lucrează și caracteristicile solului.

McKibben și Reed [2] au stabilit o formulă empirică pentru determinarea procentuală a creșterii rezistenței la tracțiune în funcție de viteză, pentru valori situate între 2,7-3,5 m/s (9,67-12,90 km/h). S-a admis ca 100% rezistența plugului pentru viteza normală de lucru de 1,34 m/s (4,83 km/h). Relația stabilită are forma:

$$R_v = R(0,83 + 0,0189 v^2), \quad (8)$$

în care: R_v [kgf] este rezistența la tracțiune corespunzătoare vitezei v ; R [kgf] este rezistența la tracțiune pentru viteza normală de 4,83 km/h; v [km/h] este viteza de deplasare a plugului.

Se constată că la o dublare a vitezei de lucru, rezistența crește în medie cu 51%.

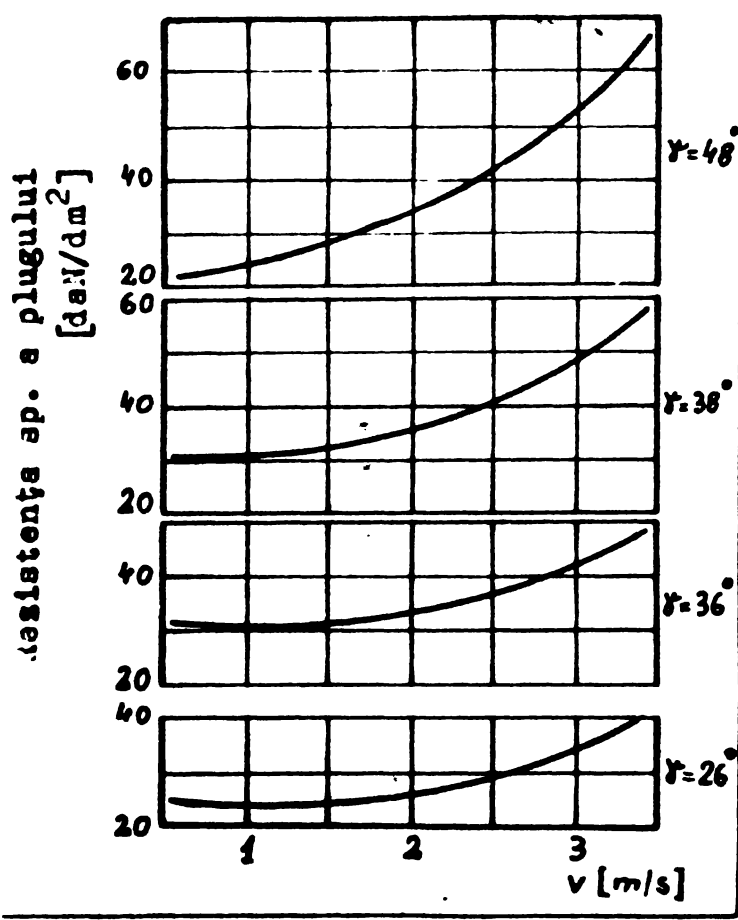
- Factori legați de geometria și construcția cormanelor.

Influența formei cormanelor, caracterizată în principal de unghiul γ , asupra rezistenței specifice la arat pentru diferite viteze de lucru, este redată în fig. 30. Se observă că, odată cu creșterea unghiului γ , crește și valoarea rezistenței specifice la arat.

În formula lui Goriacikin, influența geometriei cormanei este concretizată prin termenul $R_{pl3} = \epsilon aBv^2$, coeficientul ϵ depinzând nu numai de parametri constructivi ai cormanelor plugului, ci și de tipul și starea solului [55]. Rezultă că, micșorarea rezistenței la tracțiune în vederea măririi vitezei de lucru a plugului poate fi realizată prin micșorarea unghiului γ .

Puterea necesară tractării plugului se calculează din rezistența la tracțiune a plugului [29, 51, 55], cu relația:

$$P_{pl.} = \frac{R_{pl} v}{1000} = \frac{(\mu G + KaB + \epsilon aBv^2) v}{1000} \quad [kW] \quad (9)$$



Dacă valoarea R_{pl} a forței de tracțiune a plugului se va mări treptat prin majorarea vitezei plugului, puterea necesară efectuării procesului de lucru al plugului va crește brusc, în funcție de viteză. Influența vitezei asupra consumului de energie este prezentată în fig. 31, printr-o curbă de tipul parabolei de ordinul al treilea. Se observă că, pe măsura măririi vitezei, consumul de energie crește brusc și această creștere este cu atât mai bruscă, cu cât adâncimea de lucru este mai mare.

Fig. 30. Influența formei cormanei asupra rezistenței specifice la arat

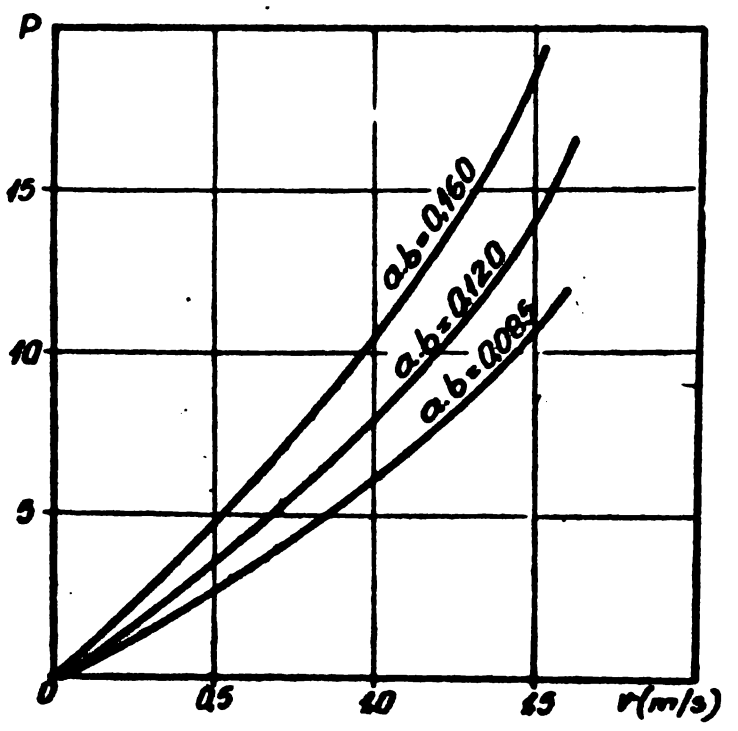


Fig. 31. Variația puterii $P = f(v)$

§2. Importanța economică a reducerii rezistenței la tracțiune și a măririi vitezei de lucru la arat

Mărirea productivității muncii și reducerea cheltuielilor sînt cerințe importante ale economiei și au o mare însemnătate în agricultură datorită specificului acestei ramuri, în care fiecare lucrare trebuie executată într-o anumită perioadă a anului.

Datorită vitezei mici de lucru și a lățimii relativ reduse, productivitatea agregatelor de arat este destul de mică în comparație cu cea a altor agregate agricole. Relația de bază pentru calculul productivității agregatului de arat este:

$$W = 0,36 Bv \quad [\text{ha/h}], \quad (10)$$

unde: B [m] este lățimea de lucru a agregatului; v [m/s] este viteza de lucru a agregatului.

Se vede că, mărirea productivității se poate obține prin acționare asupra unuia din factorii [71, 80]: mărirea lățimii de lucru sau mărirea vitezei de lucru.

Creșterea productivității agregatului de arat prin utilizarea tractoarelor de mare putere nu rezolvă în mod eficient problema productivității, deoarece consumul specific de energie nu se micșorează, ci dimpotrivă, crește [26, 27, 29].

Mărirea productivității agregatelor de arat prin majorarea lățimii de lucru duce la creșterea dimensiunilor și greutateii tractoarelor și plugurilor, înrăutățirea manevrabilității acestora, creșterea necesarului de oameni pentru deservire, etc. [103]. Aceste neajunsuri au făcut ca tot mai mulți cercetători să-și îndrepte atenția asupra măririi productivității agregatului de arat prin majorarea vitezei de lucru a acestuia, unul din factorii siguri și eficace în modernizarea și perfecționarea mijloacelor mecanizate pentru efectuarea arăturilor de calitate.

Introducerea vitezelor de lucru mărite la arat duce la creșterea productivității muncii, la executarea lucrărilor în timp optim, reducerea consumului de combustibil și metal pe unitatea de lucru și prin aceasta la scăderea prețului de cost al lucrărilor.

Calcululele economice făcute arată că, în condițiile sporirii vitezei de lucru la 2,4-4,0 m/s (9-15 km/h), se asigură o eficiență a lucrărilor la arat [12]. S-a făcut o analiză a agregatelor care lucrează cu viteză mărită și s-a constatat că productivitatea orară crește cu 15-114% la arat și cu 100-119% la cultiva-

ție, reducându-se totodată cheltuielile de exploatare cu 29-40%, iar consumul de combustibil pe hectar, la unele categorii de soluri, scade sau se menține aproape neschimbat, tabelul 3.

Tabelul 3

Tipul agregatului	Viteza [km/h]	Adâncimea [cm]	Ținutul Krasnodar		Zona centrală de cernoziom		Regiunea Rostov	
			Prod. [ha/h] [%]	Cons. comb. [kg/ha] [%]	Prod. [ha/h] [%]	Cons. comb. [kg/ha] [%]	Prod. [ha/h] [%]	Cons. comb. [kg/ha] [%]
DT-75 + PN-4-35 A	5,4-5,24	25-27	0,7 100	15,8 100	0,8 100	16,3 100	0,69 100	14,9 100
E - 151 + PN-4-35 A	9,6-11,5	25-27	1,5 214	16,4 104	1,4 175	13,8 81	1,28 185	17,4 116

Din analiza materialelor publicate [12] rezultă că, arătura făcută cu o cormană potrivită, la viteze mărite, nu poate fi mai puțin economică decât cea făcută cu viteze mici. Pentru stabilirea criteriului economic trebuie determinat necesarul de energie pe unitatea de suprafață, care rezultă din relația:

$$l_e = \frac{P}{W_e} \quad (11)$$

$$\text{dar } P = Fv = KaBv \quad (12)$$

$$\text{și } W_e = vB$$

$$\text{Urmează că, } l_e = \frac{KaBv}{vB} = Ka \left[\frac{\text{kgf}}{\text{m}} \right] \quad (13)$$

în care: K [kgf/m²] este rezistența specifică a plugului la arat; W [m²/s] este productivitatea; P [kgf m/s] este puterea; a [m] este adâncimea de lucru; B [m] este lățimea de lucru; v [m/s] este viteza la arat.

La viteze mărite, factorul hotărîtor pentru economicitatea arăturii este, deci, rezistența specifică a solului.

Este important de precizat că vitezele la lucrarea de arat, care se utilizează astăzi, sînt reduse, dată fiind rezistența mare opusă de plug în timpul lucrului. De aceea, creșterea vitezelor de lucru trebuie să se facă în primul rînd prin micșorarea considerabilă a rezistenței la tracțiune a plugurilor.

Mărirea vitezelor de lucru a plugurilor de construcție actuală, utilizate în agregat cu tractoare de mare putere, duce la scăderea eficienței acestora, rezistența la arat crescînd foarte

mult odată cu scăderea indicilor calitativi de lucru, deoarece parametri constructivi ai cormanelor nu corespund noului regim la viteze sporite. Aceasta implică stabilirea unor parametri constructivi și funcționali ai organelor active, adecvați acestui nou regim, capabili să respecte cerințele minime impuse procesului tehnologic și care să concure la micșorarea rezistenței la tracțiune a plugurilor.

§3. Concluzii

Din analiza materialelor publicate în legătură cu executarea aratului la viteze mărite, se desprind următoarele concluzii:

1. Asupra rezistenței la tracțiune a plugului influențează diferiți factori cum ar fi: factori legați de sol, de parametri funcționali și de geometria și construcția cormanelor.
2. S-au analizat indicii agrotehnici obținuți la aratul cu viteze mărite și concluziile trase sînt în general favorabile.
3. S-a urmărit să se stabilească care sînt limitele de viteze majorate, la care se pot obține atît indici de calitate eficienți, cît și indici energetici corespunzători și se consideră că vitezele pe care se poate conta în viitor ar fi cuprinse între 8 și 15 km/h.
4. O atenție mare s-a acordat indicilor economici și s-a subliniat că există posibilități de creștere a productivității agregatelor prin sporirea vitezelor în condițiile unui consum de combustibil ușor crescut, fără a fi nevoie de mai mulți oameni de deservire și fără a crește consumul de material, respectiv metal.

P A R T E A II-a

CONTRIBUTII TEORETICE PRIVIND REDUCEREA REZISTENTEI
LA TRACTIUNE SI MARIEREA VITEZEI DE LUCRU A PLUGURILOR

PARTEA A II-A

CONTRIBUTII TEORETICE PRIVIND REDUCEREA REZIS-
TENTEI LA TRACTIUNE SI MARIREA VITEZEI DE LUCRU
A PLUGURILOR

CAPITOLUL I

CERCETARI PRIVIND PROCESUL DE LUCRU AL CORMANEI
CU GEOMETRIE CLASICA

§ 1. Cercetări teoretice privind prelucrarea mecanică
a solului

În timpul arăturii [29] suprafața activă a trupiței plugului supune solul la un proces complex de destrămare mecanică, care constă într-o serie de fenomene ce iau naștere succesiv în stratul de sol, pe măsură ce trupița înaintează.

Așa cum s-a stabilit, forma suprafeței active a trupiței poate fi considerată ca o dezvoltare a unei pene tetraedrice.

În timpul deplasării penei tetraedrice în sol, brazda va fi tăiată, dislocată, mărunțită și afînată, apoi răsturnată și deplasată lateral.

Destrămarea mecanică a solului sub acțiunea penei este realizată în patru faze succesive; 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, moment în care solul se desprinde, iar apăsarea penei asupra lui încetează; faza a patra constă din destinderea aerului comprimat în spațiile capilare și transformarea energiei potențiale în acțiunea de mărunțire a solului.

Caracterul deformației solului depinde de proprietățile fizico-mecanice ale acestuia. Astfel, solurile ușoare se destramă repede sub acțiunea penei, mărunțindu-se cu ușurință. Solurile mijlocii se destramă în bulgări mici și mijlocii.

Solurile grele și foarte grele se destramă în bulgări mari, de formă neregulată, iar pe fundul brazdei rămân gropi; solurile înțelenite și umede se desprind sub forma unor benzi continui.

Particulele de sol de pe suprafața penei se deplasează după o direcție care deviază de la cea normală pe suprafața penei, cu unghiul ϕ de frecare, pînă în momentul rupei stratului de sol dislocat. În acest timp are loc comprimarea solului. Valoarea comprimării se caracterizează prin mărimea deformării, adică prin deplasarea lineară a particulelor de sol.

Considerăm că pana simplă (fig.32) se deplasează sub

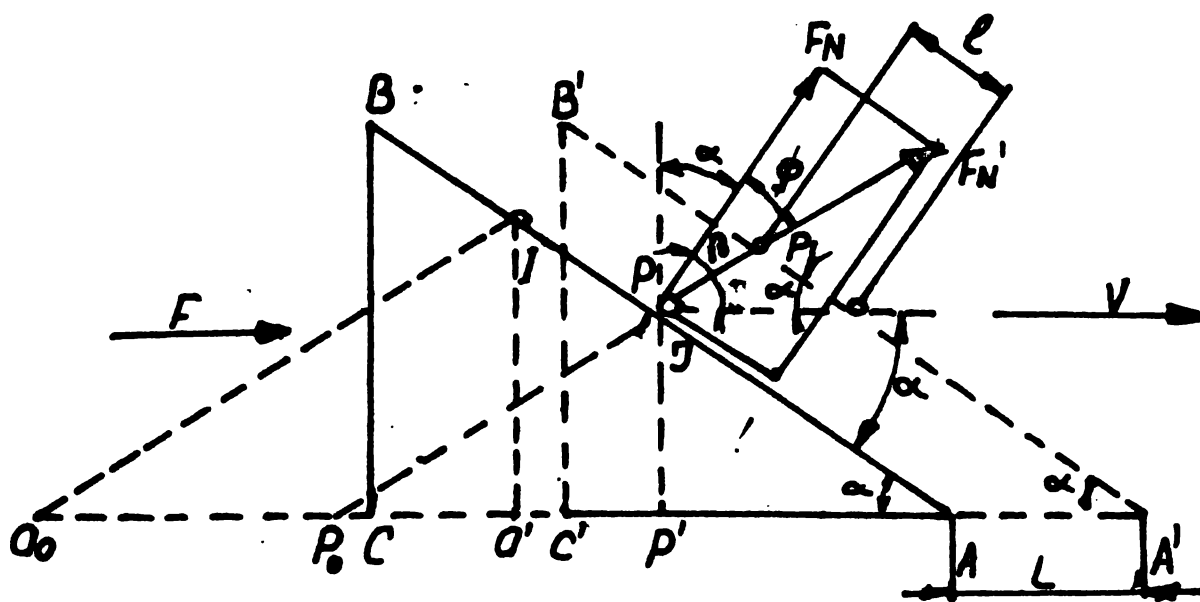


Fig.32. Procesul de comprimare a solului de către o pană simplă

acțiunea forței F și cu viteza V , din poziția inițială ABC în poziția intermediară $A'B'C'$. În timpul deplasării, asupra particulei de sol „p” va acționa forța normală F_N , în punctul de contact J și forța de frecare va fi $F_p = F_N \operatorname{tg} \phi$.

Pentru ca deplasarea particulei „p” pe suprafața penei să se facă cu alunecare, este necesar ca direcția forței F de împingere să se situeze în afara unghiului de frecare, adică să se respecte condiția.

$$\beta = \left(\frac{\pi}{2} - \alpha \right) > \phi \quad (14)$$

sau.

$$\alpha + \phi < \frac{-\Pi}{2} \quad (15)$$

Rezultanta F'_N a forțelor F_N și F_f , va devia de la normala F_N cu unghiul de frecare, ϕ și formează cu direcția de înaintare a penei unghiul $(\beta - \phi)$.

Datorită deplasării penei cu distanța L , particula de sol „p” ce se găsește permanent pe suprafața penei, va trece din poziția „p” în poziția „p₁”, iar punctul de contact J se va situa în poziția J' pe suprafața $A'B'$. Parcurgînd o distanță egală cu cea a penei (L), iar particula de sol parcurge distanța $J'p_1 = l$, alunecînd pe suprafața penei. Se vede că $L > l$.

Poziția inițială a particulei „p” se determină prelungind în jos direcția de deplasare a acestuia pînă la intersecția cu prelungirea laturei AC a penei, adică în punctul p_0 .

Astfel, pînă executînd deplasarea particulei de sol din poziția p_0 în p , va efectua o deformare liniară a solului, egală cu segmentul p_0p și, rezistența solului în punctul p va fi proporțională cu lungimea segmentului p_0p , dacă deformarea solului nu trece de limita de proporționalitate.

Proiectînd punctul p pe latura AC a penei se va obține segmentul pp' care va fi proporțional cu segmentul pp_0 , adică apăsarea solului comprimat de pînă pe suprafața ei de lucru și respectiv apăsarea penei asupra solului, în fiecare punct considerat, este proporțională cu distanța de la baza penei la poziția ei pe suprafața de lucru a penei.

§ 2. Cercetări privind mișcarea stratului de sol pe suprafața de lucru a organului de lucru al plugului

Mișcarea stratului de sol în timpul aratului poate fi considerată ca rezultatul a două mișcări.

- mișcarea împreună cu plugul;
- mișcarea relativă a plugului.

Am mai menționat că asupra traiectoriei particulelor de sol pe suprafața brăzdar - cormană și forțelor ce acționează asupra corpului de plug influențează diferiți factori.

- Factori legați de sol (umiditate, distribuția și mă-

rimea particulelor de sol, incluzînd tipul, materialul coloidal, compoziția chimică, starea compactității sau densitatea, structura etc.). Acești factori modifică proprietățile mecanice ale solului (forfecare, frecare, efortul de compresiune, coeziunea și adeziunea).

- Factori legați de geometria și construcția cormanelor (parametrii geometrice, material utilizat, starea suprafețelor active și starea tehnică generală).

- Factori legați de parametrii funcționali ai agregatului (viteza de lucru, lățimea și adîncimea brazdei).

Factorii legați de sol și parametrii funcționali sînt variabili, putîndu-se schimba continuu, dar parametrii geometrice sînt constanți pentru un anumit tip de cormană.

Stratul de sol tăiat se mișcă pe suprafața de lucru sub formă de fîșii primare și lateral sub formă de fîșii secundare, după cum se vede în figura 33 [69].

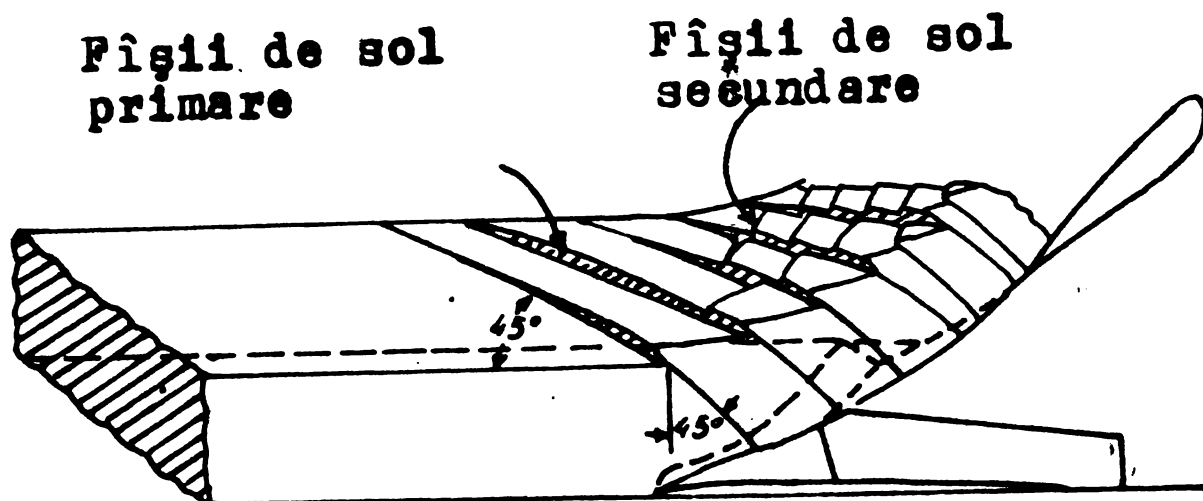


Fig.33. Mișcarea stratului de sol pe suprafața de lucru a plugului

Fenomenul de mișcare a stratului de sol pe suprafața de lucru are următoarea explicație. [73]

Dacă planul inclinat I - II (fig.34), care reprezintă suprafața activă a plugului, se deplasează cu viteza uniformă v_p , atunci suprafața activă se deplasează din 1 în 2. În acest caz, particula de sol din 1 este ridicată pînă în punctul 3, parcûrgînd spațiul 2 - 3, care este mai scurt decît 1 - 2.

Din această cauză are loc o îndesare a solului, care, în cele din urmă, atinge o valoare maximă și face ca elementele solului să se deplaseze unele față de altele. Suprafețele de forfecare care apar indică clar o depășire a rezistenței admisibile la forfecare.

Suprafețele de forfecare $K - K, \dots, K' - K'$ rezultă din cauză că în planul $K - K$ trebuie să se ajungă la o tensiune de forfecare care duce la rupere. Particula de sol care se găsește deasupra suprafeței stratului $K - K$ este presată pînă la o limită cînd nu își mai micșorează volumul.

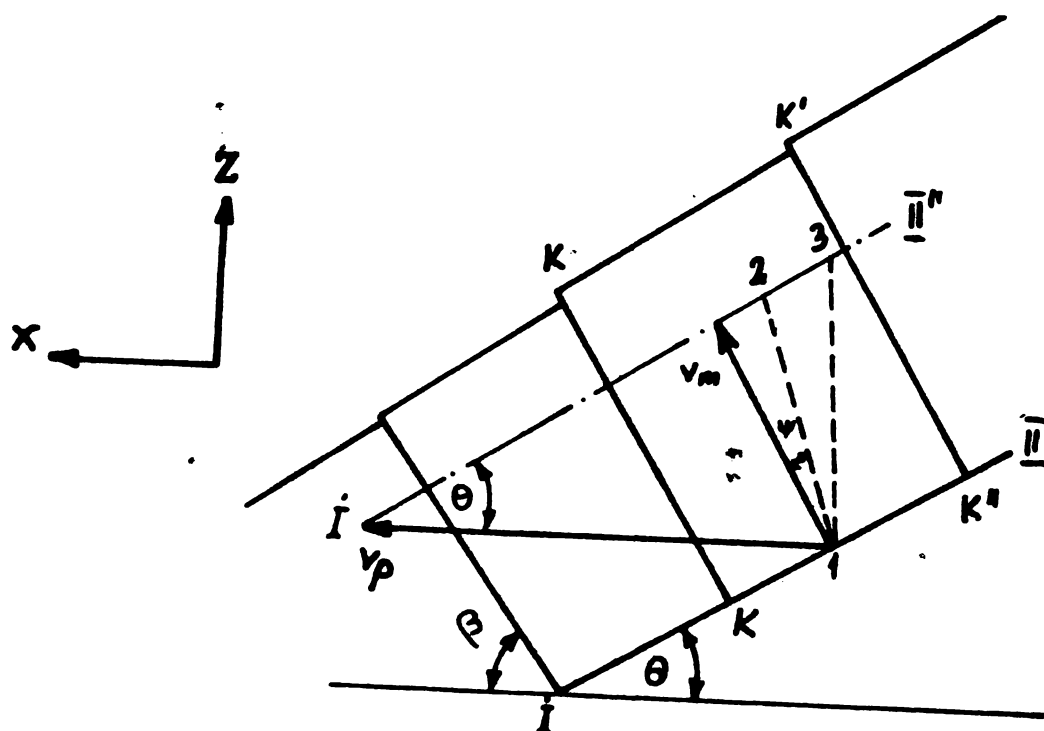


Fig.34. Mișcarea unei particule din stratul de sol pe suprafața de lucru

Particula de sol care se găsește în planul $K - K$ este forfecată în două părți, deoarece partea de deasupra secțiunii acestea se deplasează mai repede decât aceea de dedesubt.

Astfel, fișia de sol care alunecă pe suprafața înclinată este comprimată pînă la tensiunea de rupere și se foarfecă în secțiunile $K - K$ și $K'' - K'$ și așa mai departe. Se produc "fișii primare" dirijate în direcția vectorului de viteză v_m și care trec toate prin bucata de sol. Suprafața activă a trupiței este profilată și deviază de la suprafața mișcată după o linie dreaptă. Tăișul brăzdarului începe sub unghiul γ față de direcția de înaintare, în funcție de răs-

cirea suprafeței de lucru se modifică acest unghi în straturile următoare. Fîșia de sol este întoarsă lateral și iau naștere "fîșii secundare", care sînt dirijate aproape perpendicular pe fîșiile primare (figura 35). Fîșia de sol își con-

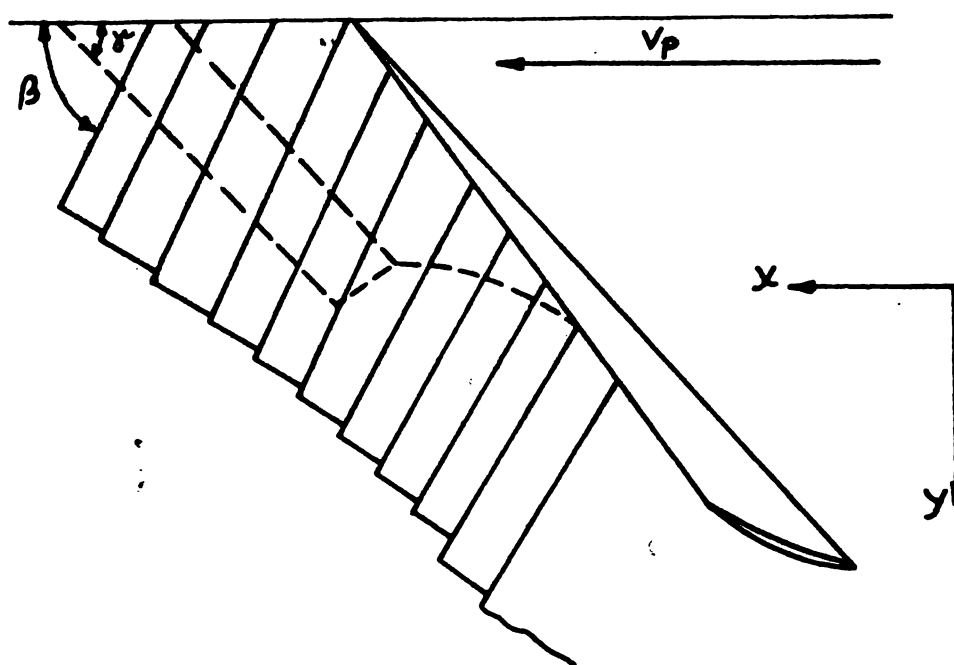


Fig.35. Mișcarea stratului de sol sub formă de fîșii secundare pe suprafața de lucru

tinuă mișcarea, se desface în straturi și se fărîmițează.

S-a constatat că suprafețele de forfecare se formează sub un unghi β față de orizontală, care depinde de tipul solului și se calculează cu relația.

$$\beta = \frac{1}{2} \left(\frac{\pi}{2} - \phi \right), \quad (16)$$

în care ϕ este unghiul de frecare internă.

§ 3. Ecuatiile mișcării stratului de sol pe suprafața de lucru a cormanei

Mișcarea plugului în timpul lucrului nu este chiar așa de simplă cum pare la prima vedere. Asupra mișcării principale liniare și uniforme de înaintare se suprapun o serie de alte mișcări, ca urmare a neuniformității și a unui mers neregulat al tractorului, ca și deplasarea în plan orizontal și pe adîncimea plugului.

Pentru simplificarea cercetării mișcării stratului de sol pe suprafața de lucru, se poate considera că plugul este un sistem de calcul imobil, iar stratul de sol se mișcă cu viteza de înaintare a plugului. Se poate admite că mișcarea

stratului este liniară și uniformă, lucru admisibil pentru că influențele altor mișcări asupra plugului sînt reduse și nu au o importanță hotărîtoare asupra caracterului general al mișcării stratului de sol pe suprafața de lucru.

Pentru ușurința calculului se consideră că organul activ de lucru al plugului este sub formă de lamă simplă înclinată cu unghiul θ față de fundul brazdei și cu unghiul ϕ față de direcția de înaintare.

Viteza particulelor de sol față de organul de lucru, care reprezintă un sistem de calcul fix, este v_m . Viteza v_m a particulelor de sol este dirijată pe suprafața de forfecare și este decalată față de normală cu unghiul de frecare ϕ figura 36.

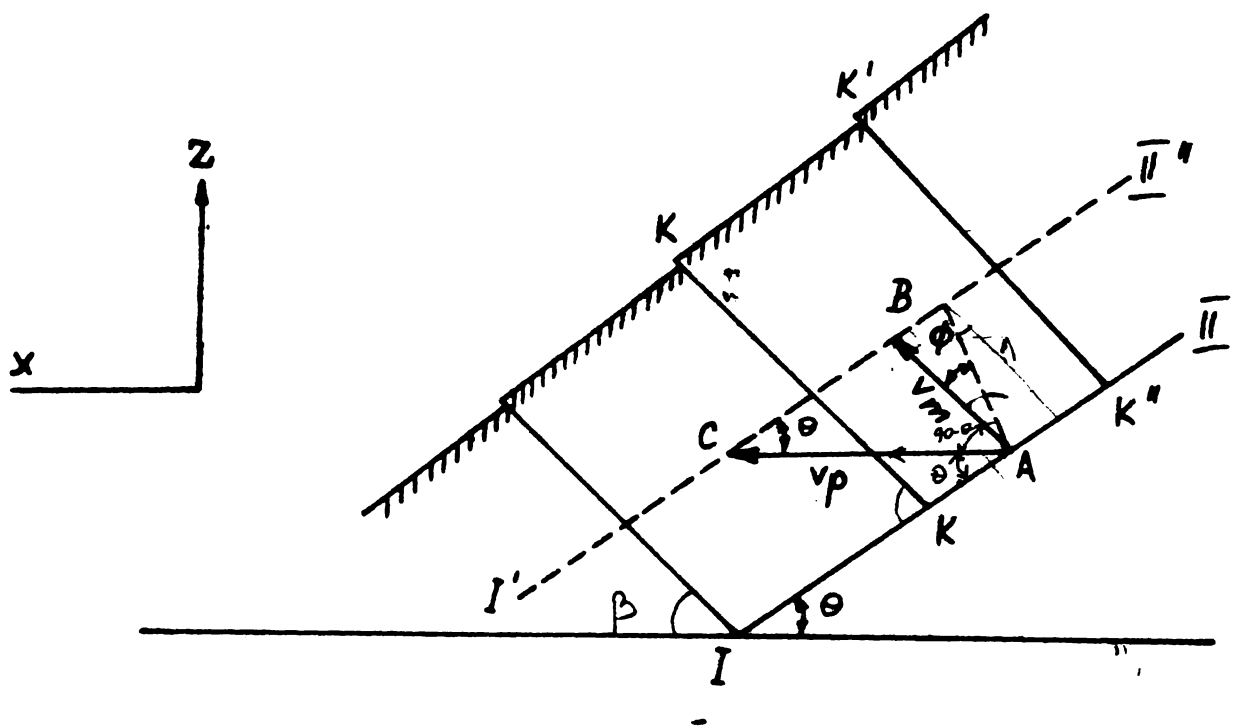


Fig.36. Mișcarea stratului de sol pe suprafața de lucru a brăzdarului

Viteza particulei de sol se calculează cu ajutorul schematizării din figura 36, astfel.

$$\begin{aligned} AB &= v_m \cos \phi ; \\ AB &= v_p \sin \theta ; \end{aligned} \quad (17)$$

deci

$$\begin{aligned} v_m \cos \phi &= v_p \sin \theta ; \\ \text{sau} \quad v_m &= v_p \frac{\sin \theta}{\cos \phi} ; \end{aligned} \quad (18)$$

v_p - viteza de înaintare a plugului;
 θ - unghiul de așezare a organului de lucru față de fundul brazdei;

ϕ - unghiul de frecare.

Se observă că viteza particulei de sol este proporțională cu viteza de înaintare, dar își micșorează valoarea în funcție de frecarea dintre particulele de sol și suprafața de lucru, în funcție de înclinarea suprafeței față de sol.

Dacă se proiectează relația (18) pe cele trei axe de referință rezultă.

$$\begin{aligned} v_{mx} &= v_p \frac{\sin \theta}{\cos \phi} \sin (\theta + \phi); \\ v_{my} &= v_p \frac{\sin \theta}{\cos \phi} \sin \delta; \\ v_{mz} &= v_p \frac{\sin \theta}{\cos \phi} \cos (\theta + \phi); \end{aligned} \quad (19)$$

Pentru studiul mișcării, după ce stratul de sol (brazda) părăsește cormana se pleacă de la relația.

$$M\ddot{a} = F; \quad (20)$$

sau proiectată pe axele triedrului oxzy.

$$\begin{aligned} M \frac{dx^2}{dt^2} &= 0; \\ M \frac{dy^2}{dt^2} &= 0; \\ M \frac{dz^2}{dt^2} &= -mg; \end{aligned} \quad (21)$$

Aceste relații se mai pot scrie sub forma.

$$\begin{aligned} m \frac{dx^2}{dt^2} &= m \frac{dv_x}{dt} = 0; \\ m \frac{dy^2}{dt^2} &= m \frac{dv_y}{dt} = 0; \\ m \frac{dz^2}{dt^2} &= m \frac{dv_z}{dt} = -mg; \end{aligned} \quad (22)$$

Dar conform relațiilor (19), vitezele sînt.

$$\begin{aligned} v_x &= v_p \frac{\sin \theta}{\cos \varphi} \sin (\theta + \varphi) ; \\ v_y &= v_p \frac{\sin \theta}{\cos \varphi} \sin \psi ; \\ v_z &= v_p \frac{\sin \theta}{\cos \varphi} \cos (\theta + \varphi) ; \end{aligned} \quad (23)$$

sau

$$\begin{aligned} M \frac{dx^2}{dt^2} &= \frac{m}{dt} \left(v_p \frac{\sin \theta}{\cos \varphi} \sin (\theta + \varphi) \right) \\ M \frac{dy^2}{dt^2} &= \frac{m}{dt} \left(v_p \frac{\sin \theta}{\cos \varphi} \sin \psi \right) ; \\ M \frac{dz^2}{dt^2} &= \frac{m}{dt} \left(v_p \frac{\sin \theta}{\cos \varphi} \cos (\theta + \varphi) \right) ; \end{aligned} \quad (24)$$

Integrând relațiile (24) se obțin proiecțiile mișcării particulei.

$$\begin{aligned} X &= v_p \frac{\sin \theta}{\cos \varphi} \sin (\theta + \varphi) t ; \\ Y &= v_p \frac{\sin \theta}{\cos \varphi} \sin \psi t ; \\ Z &= v_p \frac{\sin \theta}{\cos \varphi} \cos (\theta + \varphi) t - \frac{1}{2} g t^2 \end{aligned} \quad (25)$$

Eliminând timpul t din primele două ecuații se obține relația proiecției traiectoriei pe planul xoy .

$$Y = \frac{\sin \psi}{\sin (\theta + \varphi)} x ; \quad (26)$$

Dacă se elimină timpul între ecuația a doua și a treia se obține o parabolă.

$$Z = \frac{y \cos (\theta + \varphi)}{\sin \psi} - \frac{g y^2 \cos^2 \varphi}{2 v_p^2 \sin^2 \theta \sin^2 \psi} \quad (27)$$

Pentru a se determina distanța la care sînt aruncate particulele de sol față de peretele brazdei, punem.

$$Z = 0 ; \quad (28)$$

și din relația (27) rezultă că.

$$Y = Ld = \frac{2v_p^2 \sin^2 \theta \sin \delta \cos (\theta + \delta)}{g \cos^2 \delta} \quad (29)$$

Relația (29) s-a determinat pentru a se observa dependența distanței la care sînt aruncate particulele de sol în funcție de viteza de lucru. Sporind viteza peste o anumită limită, particulele sînt aruncate prea departe și calitatea arăturii se înrăutățește, iar consumul de energie crește.

În figura 37 se prezintă schematic traiectoria particulei de sol după părăsirea organului de lucru.

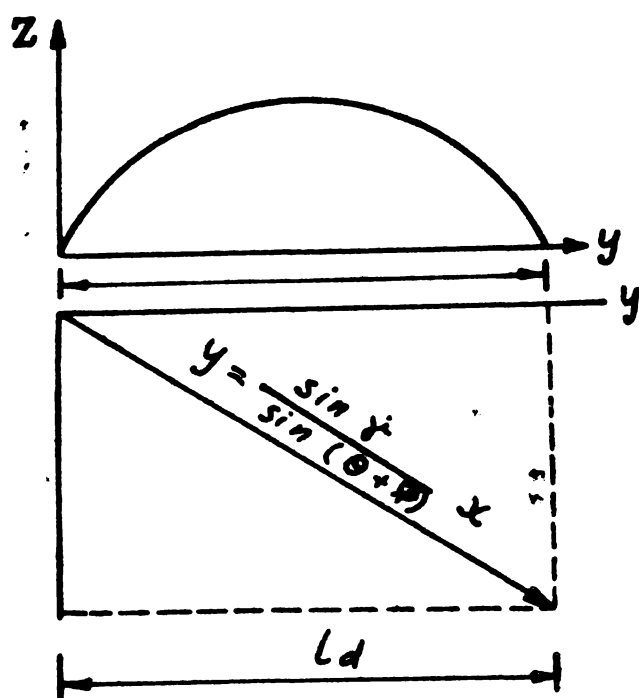


Fig.37. Traiectoria particulei de sol după părăsirea organului de lucru

§ 4. Energia necesară aruncării particulelor de sol în procesul de arat

Energia necesară aruncării laterale ale particulelor de sol după ce patratul de sol părăsește organul de lucru a plugului se determină cu relația.

$$E = \frac{1}{2} mv^2 \quad (30)$$

în care.

E - energia cinetică necesară;

m - masa particulei de sol;

v - viteza particulei de sol.

Din ecuația (19) viteza laterală a particulei de sol este dată de.

$$v_{my} = v_p \frac{\sin \theta}{\cos \phi} \sin \gamma$$

Rezultă deci.

$$E \approx \frac{1}{2} m \left(v_p \frac{\sin \theta}{\cos \phi} \sin \gamma \right)^2 \quad (31)$$

Din relația (31) se observă că energia necesară pentru aruncarea laterală a particulelor de sol este funcție de viteza de înaintare a plugului, frecarea solului și parametrii constructivi principali (θ, γ) ai organului de lucru.

§ 5. Ecuatia traiectoriei brazdei pe suprafața de lucru a cormanei

Pentru determinarea pe cale analitică [61] a forței de tracțiune a plugului, trebuie să se cunoască vitezele și accelerațiile masei de sol ce se deplasează pe suprafața cormanei, respectiv ecuația traiectoriei descrisă de masa de sol pe suprafața de lucru a cormanei.

Pentru exprimarea parametrică a traiectoriei brazdei s-au făcut următoarele ipoteze: cormana este fixă și solul se deplasează pe suprafața acesteia; direcția de mișcare a plugului este reprezentată pe axa ox; viteza de deplasare a plugului este de aceeași mărime cu a brazdei. Brazda se împarte în prisme elementare de dimensiuni $\delta x = 1 \text{ cm}$, $\delta y = 1 \text{ cm}$, $z_0 =$ adâncimea de lucru, iar masa fiecărei prisme se presupune a fi concentrată în centrul de greutate al acesteia, fig.38.

Adoptînd sistemul de coordonate din fig.38, coordonatele (x, y, z) ale centrului de greutate al prisme elementare, sînt date de relațiile.

$$x = v_x t$$

$$y = B_1 + B_2 x + B_3 x^2 + B_4 x^3 + \dots \quad (32)$$

$$z = C_1 + C_2 x + C_3 x^2 + C_4 x^3 + \dots$$

în care $B_1, B_2, \dots, C_1, C_2, \dots$ reprezintă coeficienții polinoamelor ce aproximează curba descrisă de centrul de greutate al prisme elementare.

Din ecuațiile curbelor ce reprezintă drumul parcurs

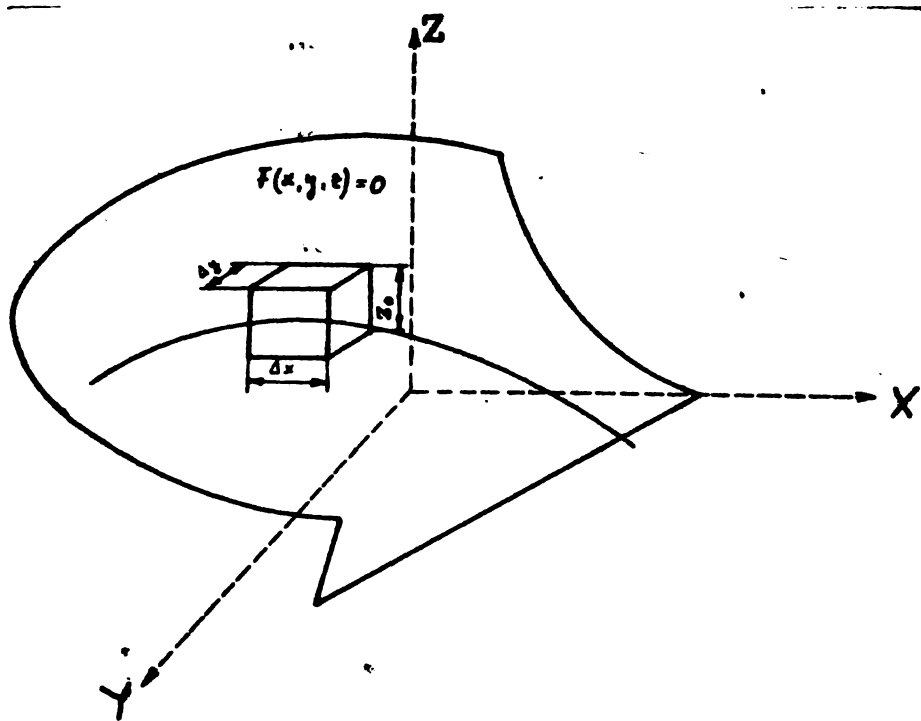


Fig.38. Traiectoria prismei elementare pe suprafața cormanei.

de brazdă pe suprafața cormanei, se pot determina vitezele și accelerațiile brazdei.

Componentele vitezei după direcțiile x , y , z , se calculează prin derivare, astfel:

$$v_x = \frac{dx}{dt}$$

$$v_y = \frac{dy}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = (B_2 + 2B_3x + 2B_4x^2 + \dots)v_x \quad (33)$$

$$v_z = \frac{dz}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = (C_2 + 2C_3x + 3C_4x^2 + \dots)v_x$$

Componentele accelerațiilor după direcțiile x , y , z , se calculează prin derivarea în continuare a vitezelor. Considerând viteza de înaintare a plugului constantă, avem:

$$a_x = 0$$

$$a_y = \frac{dv_y}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = (2B_3 + 6B_4x + \dots)v_x^2 \quad (34)$$

$$a_z = \frac{dv_z}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = (2C_3 + 6C_4x + \dots)v_x^2$$

Traiectoria brazdei pe suprafața de lucru a cormanei

se poate determina experimental prin acoperirea suprafeței cormanei cu o vopsea fluidă, pe care se imprimă urmele brazdei în mișcarea parcursă în timpul aratului. Coordonatele punctelor de pe curba traiectoriei se poate ușor determina. Avînd curbele traiectoriei brazdei determinate experimental și respectiv coordonatele x, y, z se procedea-ză în felul următor pentru determinarea coeficienților polinoamelor ce aproximează curba descrisă de brazdă.

Se consideră existența datelor experimentale sub formă de șiruri.

$$\begin{aligned} x_0, x_1, x_2, \dots, x_n \\ y_0, y_1, y_2, \dots, y_n \\ z_0, z_1, z_2, \dots, z_n \end{aligned}$$

care sînt în corespondență.

$$\begin{aligned} y_i &= f_1(x_i) \quad \text{unde } i = 1, \dots, n \\ z_i &= f_2(x_i) \quad \text{unde } i = 1, \dots, n \end{aligned} \quad (35)$$

Se alege forma funcțiilor f_1 și f_2 polinomială astfel încît.

$$\begin{aligned} f_i(x_i) &= P_n^{(1)}(x_i) \quad \text{unde } 1 = 1, 2 \text{ sau altfel spus} \\ y_i &= P_n^{(1)}(x_i) \\ z_i &= P_n^{(2)}(x_i) \end{aligned} \quad (36)$$

Polinoamele $P_n^{(1)}(x_i)$ se iau de gradul n și de forma.

$$P_n^{(1)}(x_i) = C_0^{(1)} + C_1^{(1)}x + C_2^{(1)}x^2 + \dots + C_n^{(1)}x^n \quad (37)$$

Ele vor fi determinate complet dacă se vor determina coeficienții $C_i^{(1)}$.

Din condițiile $y_i, z_i = P_n^{(1)}(x_i)$ rezultă în cazul nostru două sisteme de ecuații liniare și neomogene.

$$\begin{aligned} C_1^{(1)} + C_2^{(1)}x_0 + C_3^{(1)}x_0^2 + \dots + C_n^{(1)}x_0^n &= y_0 \\ C_1^{(1)} + C_2^{(1)}x_1 + C_3^{(1)}x_1^2 + \dots + C_n^{(1)}x_1^n &= y_1 \\ \dots & \\ C_1^{(1)} + C_2^{(1)}x_n + C_3^{(1)}x_n^2 + \dots + C_n^{(1)}x_n^n &= y_n \end{aligned} \quad (38)$$

și

$$c_1^{(2)} + c_2^{(2)} x_0 + c_3^{(2)} x_0^2 + \dots + c_n^{(2)} x_0^n = z_0$$

$$c_1^{(2)} + c_2^{(2)} x_1 + c_3^{(2)} x_1^2 + \dots + c_n^{(2)} x_1^n = z_1$$

.....

$$c_1^{(2)} + c_2^{(2)} x_n + c_3^{(2)} x_n^2 + \dots + c_n^{(2)} x_n^n = z_n$$

care se rezolvă funcție de $c_i^{(1)}$, după care o dată determinăți acești coeficienți, ecuațiile parametrice ale traiectoriei punctelor materiale pe cormană sub formă polinomială vor fi complet determinate.

Vom rezolva aceste sisteme cu ajutorul metodei Gauss și notînd un sistem oarecare sub forma următoare matricială.

$$\text{unde } A x = b$$

$$A = [a_{ij}]_{nn}, \quad x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix} \quad (39)$$

In urma eliminării necunoscutelor treptat, observăm că sistemul echivalent înainte de eliminarea necunoscutei x_k și după eliminarea necunoscutelor x_1, x_2, \dots, x_k , se poate scrie.

$$A^{(k)} x = b^{(k)} \quad (40)$$

unde k reprezintă numărul de transformări ale sistemului inițial,

$$A^{(k)} = a^{(k)}_{ij} \quad \text{și} \quad b^{(k)} = \begin{bmatrix} b_1^{(k)} \\ b_2^{(k)} \\ \vdots \\ b_n^{(k)} \end{bmatrix} \quad (41)$$

Pentru $k = 1$ avem $A^{(1)} = A$ și $b^{(1)} = b$. Matricile de la (1) se calculează pentru $k = 2, 3, \dots, n$, astfel.

$$a_{ij}^{(k)} = \begin{cases} a_{ij}^{(k-1)} & \text{pentru } i \leq k-1 \\ 0 & \text{pentru } i \geq k, j \leq k-1 \\ a_{ij}^{(k-1)} - \frac{a_{i,k-1}^{(k-1)}}{a_{k-1,k-1}^{(k-1)}} a_{k-1,j}^{(k-1)} & \text{pentru } i \geq k, j \geq k \end{cases} \quad (42)$$

$$b_i^{(k)} = \begin{cases} b_i^{(k-1)} & \text{pentru } i \leq k-1 \\ b_i^{(k-1)} - \frac{a_{i,k-1}^{(k-1)}}{a_{k-1,k-1}^{(k-1)}} \cdot b_{k-1}^{(k-1)} & \text{pentru } i \geq k \end{cases} \quad (42)$$

în mod succesiv.

Elementele de mai sus sînt rezultatul înmulțirii ecuației $k-1$ a sistemului $A^{(k-1)}x = b^{(k-1)}$ cu raportul $a_{i,k-1}^{(k-1)}/a_{k-1,k-1}^{(k-1)}$ și scăderii rezultatului obținut din ecuația i pentru orice $i \geq k$. Astfel se elimină variabila x_{k-1} din ultimele $n-k+1$ ecuații. În această etapă se obține.

$$b^k = \begin{bmatrix} b_1^{(1)} \\ b_2^{(2)} \\ \vdots \\ b_{k-1}^{(k-1)} \\ b_k^{(k)} \\ \vdots \\ b_n^{(k)} \end{bmatrix}; \quad A_k = \begin{bmatrix} a_{11}^{(1)} & a_{12}^{(1)} & \dots & a_{1,k-1}^{(1)} & a_{1,k}^{(1)} & \dots & a_{1,n}^{(1)} \\ 0 & a_{22}^{(2)} & \dots & a_{2,k-1}^{(2)} & a_{2,k}^{(2)} & \dots & a_{2,n}^{(2)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & a_{k-1,k-1}^{(k-1)} & a_{k-1,k}^{(k-1)} & \dots & a_{k-1,n}^{(k-1)} \\ 0 & 0 & \dots & 0 & a_{k+1,k}^{(k)} & \dots & a_{k+1,n}^{(k)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & a_{n,k}^{(k)} & \dots & a_{n,n}^{(k)} \end{bmatrix} \quad (43)$$

unde $a_{kk}^{(k)} \neq 0$ pentru $k = 1, 2, \dots, n$.

În ultima transformare, adică pentru $k = n$ necunoscuta x_{n-1} va fi eliminată din ultima ecuație, obținîndu-se un sistem sub formă triunghiulară.

$$\begin{aligned} a_{11}^{(1)} x_1 + a_{12}^{(1)} x_2 + \dots + a_{1k}^{(1)} x_k + \dots + a_{1n}^{(1)} x_n &= b_1^{(1)} \\ a_{22}^{(2)} x_2 + \dots + a_{2k}^{(2)} x_k + \dots + a_{2n}^{(2)} x_n &= b_2^{(2)} \\ \dots & \dots \\ a_{kk}^{(k)} x_n + \dots + a_{kn}^{(k)} x_n &= b_k^{(k)} \\ a_{nn}^{(n)} x_n &= b_n^{(n)} \end{aligned} \quad (44)$$

Pentru găsirea soluției sistemului (44) are loc un proces de eliminare inversă astfel.

$$\begin{aligned} x_n &= b_{nn}^{(n)} / a_{nn}^{(n)} \\ x_{n-1} &= \frac{b_{n-1}^{(n-1)} - a_{n-1,n}^{(n-1)} x_n}{a_{n-1,n-1}^{(n-1)}} \\ x_j &= \frac{b_j^{(j+1)} - a_{jn}^{(j+1)} x_n - \dots - a_{j,j+1}^{(j+1)} x_{j+1}}{a_{jj}^{(j)}} \end{aligned} \quad (45)$$

unde, $j = n - 2, n - 3, \dots, 2, 1$.

Dacă notația generală C_i o echivalăm cu x_i , iar x_i^m cu a_{ij} unde $m = 0, 1, 2, \dots, n$, metoda generală Gauss de rezolvare a unui sistem liniar neomogen, se poate aplica atât sistemului $y_i = D_n^{(1)}(x_i)$ cât și sistemului $z_i = P_n^{(1)}(x_i)$.

Făcînd observația că aceste sisteme liniare devin din ce în ce mai greu de rezolvat, în funcție de numărul coeficienților de determinat, se va folosi un program de calcul electronic pentru 5 coeficienți, care poate fi ușor extins la valoarea n a numărului coeficienților.

Diagrama programului de calcul a coeficienților ecuațiilor parametrice ale traiectoriei brazdei, a vitezelor și accelerațiilor corespunzătoare șirului punctelor x de pe traiectoria brazdei, este redată în fig.39.

§6. Cercetări teoretice privind rezistența la tracțiune a plugului.

6.1. Considerațiuni generale.

Organele de prelucrat solul sînt, supuse în general, la trei sisteme de forță independente; greutatea, forțelor datorită reacțiunii solului ("forțe active") și forțele ce apar în sistemul de fixare a organelor de lucru, care mențin echilibrul ansamblului.

Forțele care acționează asupra cormanei, au mărimi și direcții variabile, datorită neomogenității solului, a formei suprafeței cormanei și a modului de fixare a acesteia pe cadrul plugului.

Se poate stabili poziția vectorului rezultat \bar{R} , care acționează în punctul D pe cormană, fig.40. Poziția acestui punct D precum și direcția forței rezultante \bar{R} , se schimbă în funcție de secțiunea brazdei ($a \times b$), de felul solului și de viteza de înaintare a plugului.

În planul orizontal (fig.40 a) acțiunea forțelor elementare, este reprezentată prin rezultanta \bar{R}_{xy} dispusă de direcția de înaintare sub unghiul $\alpha \approx 15 - 20^\circ$ și care intersectează suprafața cormanei în punctul D situat la distanța $b/3$ măsurată de la peretele vertical al brazdei.

Rezultanta \bar{R}_{xy} se descompune după două direcții perpendiculare, R_x după direcția de înaintare a plugului și \bar{R}_y - perpendiculară pe această direcție.

ORGANIGRAMA PROGRAMULUI DE CALCUL AL COEFICIENTILOR
ECUAȚIILOR PARAMETRICE ALE TRAIECTORIEI BRAZDEI

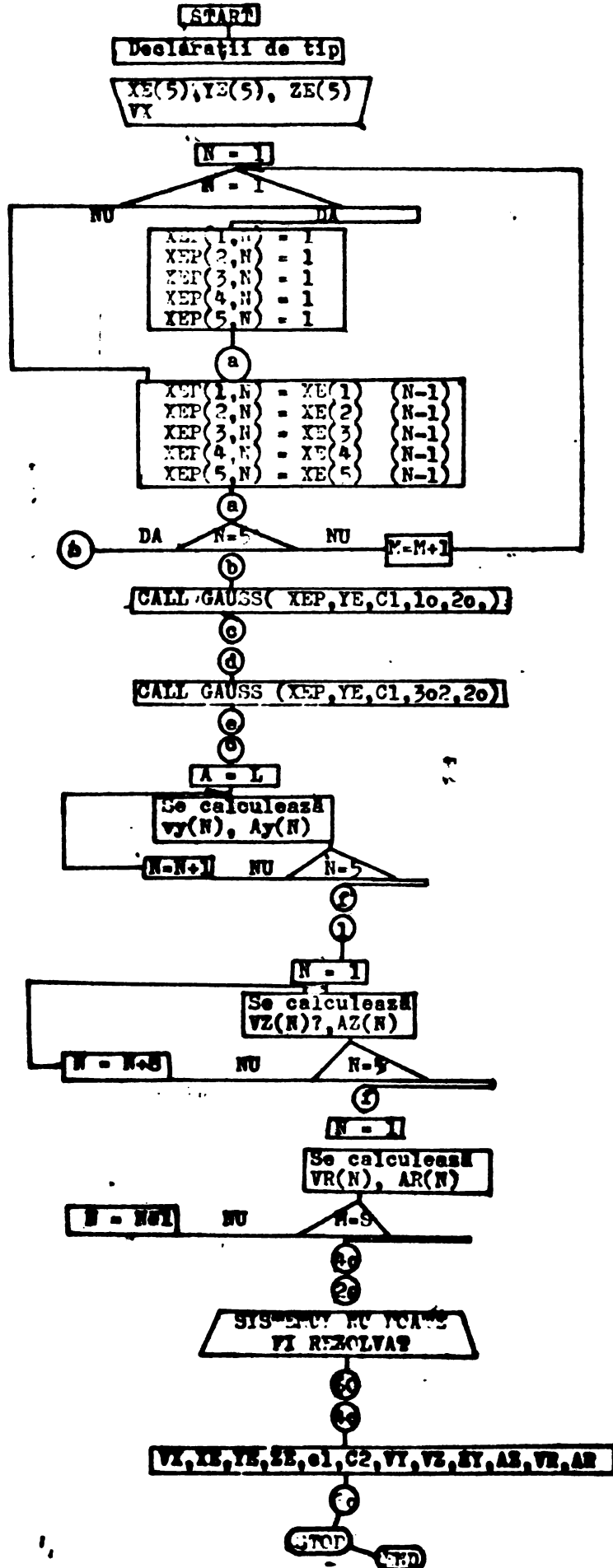


Fig. 39.a. Schema logică a programului de calcul al coeficienților ecuațiilor parametrice ale traiectoriei brazdei

JOB CUT/RPU00/RI80U1,PN:MALHEL
 COMPILE FORTRAN CRF.0PL.MAP,886
 PUNTRAN STARTED
 PUNTRAN 00.00

CUT/RPU 20/08/80 12.49.08

```

C      1      C      UE (DETERMINAREA COEFICIENTILOR POLINOAMELOR ECUAIIILOR
      2      C      PARAMETRICE ALE TRAFECTORILOR SUBLILUI PE SUPRAFATA
      3      C      CAMPANELI PRIN METODA GAUSS
      4      C
      5      C
      6      C
      7      C
      8      C      ANIEUER N
      9      C      NEAL VX
      10      C      DIMENSIUN XF(5),YE(5),ZE(5),XEP(5),Y(5),VZ(5),AY(5),VR(5),
      11      C      -AR(5),C1(5),C2(5),A7(5),TE(5),PE(5),ME(5),TFP(5.5)
      12      C      6U HEAD(10),11,END=3A) (XF(N),N=1,5),
      13      C      -(YE(N),N=1,4),
      14      C      -(ZE(N),N=1,5),VX
      15      C      11 FORMAT(10A,5F10.3/
      16      C      -10X,5F10.3/
      17      C      -10X,5F10.3/
      18      C      -10X,5F10.3/
      19      C      NE1
      20      C      12 IF(N-1,84,0)GO 10 13
      21      C      XEP(1,N)=XE(1)**(N-1)
      22      C      XEP(2,N)=XE(2)**(N-1)
      23      C
      24      C
      25      C
      26      C
      27      C
      28      C
      29      C
      30      C
      31      C
      32      C
      33      C
      34      C
      35      C
      36      C
      37      C
      38      C
      39      C
      40      C
      41      C
      42      C
      43      C
      44      C
      45      C
      46      C
      47      C
      48      C
      49      C
      50      C
      51      C
      52      C
      53      C
      54      C
      55      C
      56      C
      57      C
      58      C
      59      C
      60      C
      61      C
      62      C
      63      C
      64      C
      65      C
      66      C
      67      C
      68      C
      69      C
      70      C
      71      C
      72      C
      73      C
      74      C
      75      C
      76      C
      77      C
      78      C
      79      C
      80      C
      81      C
      82      C
      83      C
      84      C
      85      C
      86      C
      87      C
      88      C
      89      C
      90      C
      91      C
      92      C
      93      C
      94      C
      95      C
      96      C
      97      C
      98      C
      99      C
      100      C
      101      C
      102      C
      103      C
      104      C
      105      C
      106      C
      107      C
      108      C
      109      C
      110      C
      111      C
      112      C
      113      C
      114      C
      115      C
      116      C
      117      C
      118      C
      119      C
      120      C
      121      C
      122      C
      123      C
      124      C
      125      C
      126      C
      127      C
      128      C
      129      C
      130      C
      131      C
      132      C
      133      C
      134      C
      135      C
      136      C
      137      C
      138      C
      139      C
      140      C
      141      C
      142      C
      143      C
      144      C
      145      C
      146      C
      147      C
      148      C
      149      C
      150      C
      151      C
      152      C
      153      C
      154      C
      155      C
      156      C
      157      C
      158      C
      159      C
      160      C
      161      C
      162      C
      163      C
      164      C
      165      C
      166      C
      167      C
      168      C
      169      C
      170      C
      171      C
      172      C
      173      C
      174      C
      175      C
      176      C
      177      C
      178      C
      179      C
      180      C
      181      C
      182      C
      183      C
      184      C
      185      C
      186      C
      187      C
      188      C
      189      C
      190      C
      191      C
      192      C
      193      C
      194      C
      195      C
      196      C
      197      C
      198      C
      199      C
      200      C
      201      C
      202      C
      203      C
      204      C
      205      C
      206      C
      207      C
      208      C
      209      C
      210      C
      211      C
      212      C
      213      C
      214      C
      215      C
      216      C
      217      C
      218      C
      219      C
      220      C
      221      C
      222      C
      223      C
      224      C
      225      C
      226      C
      227      C
      228      C
      229      C
      230      C
      231      C
      232      C
      233      C
      234      C
      235      C
      236      C
      237      C
      238      C
      239      C
      240      C
      241      C
      242      C
      243      C
      244      C
      245      C
      246      C
      247      C
      248      C
      249      C
      250      C
      251      C
      252      C
      253      C
      254      C
      255      C
      256      C
      257      C
      258      C
      259      C
      260      C
      261      C
      262      C
      263      C
      264      C
      265      C
      266      C
      267      C
      268      C
      269      C
      270      C
      271      C
      272      C
      273      C
      274      C
      275      C
      276      C
      277      C
      278      C
      279      C
      280      C
      281      C
      282      C
      283      C
      284      C
      285      C
      286      C
      287      C
      288      C
      289      C
      290      C
      291      C
      292      C
      293      C
      294      C
      295      C
      296      C
      297      C
      298      C
      299      C
      300      C
      301      C
      302      C
      303      C
      304      C
      305      C
      306      C
      307      C
      308      C
      309      C
      310      C
      311      C
      312      C
      313      C
      314      C
      315      C
      316      C
      317      C
      318      C
      319      C
      320      C
      321      C
      322      C
      323      C
      324      C
      325      C
      326      C
      327      C
      328      C
      329      C
      330      C
      331      C
      332      C
      333      C
      334      C
      335      C
      336      C
      337      C
      338      C
      339      C
      340      C
      341      C
      342      C
      343      C
      344      C
      345      C
      346      C
      347      C
      348      C
      349      C
      350      C
      351      C
      352      C
      353      C
      354      C
      355      C
      356      C
      357      C
      358      C
      359      C
      360      C
      361      C
      362      C
      363      C
      364      C
      365      C
      366      C
      367      C
      368      C
      369      C
      370      C
      371      C
      372      C
      373      C
      374      C
      375      C
      376      C
      377      C
      378      C
      379      C
      380      C
      381      C
      382      C
      383      C
      384      C
      385      C
      386      C
      387      C
      388      C
      389      C
      390      C
      391      C
      392      C
      393      C
      394      C
      395      C
      396      C
      397      C
      398      C
      399      C
      400      C
      401      C
      402      C
      403      C
      404      C
      405      C
      406      C
      407      C
      408      C
      409      C
      410      C
      411      C
      412      C
      413      C
      414      C
      415      C
      416      C
      417      C
      418      C
      419      C
      420      C
      421      C
      422      C
      423      C
      424      C
      425      C
      426      C
      427      C
      428      C
      429      C
      430      C
      431      C
      432      C
      433      C
      434      C
      435      C
      436      C
      437      C
      438      C
      439      C
      440      C
      441      C
      442      C
      443      C
      444      C
      445      C
      446      C
      447      C
      448      C
      449      C
      450      C
      451      C
      452      C
      453      C
      454      C
      455      C
      456      C
      457      C
      458      C
      459      C
      460      C
      461      C
      462      C
      463      C
      464      C
      465      C
      466      C
      467      C
      468      C
      469      C
      470      C
      471      C
      472      C
      473      C
      474      C
      475      C
      476      C
      477      C
      478      C
      479      C
      480      C
      481      C
      482      C
      483      C
      484      C
      485      C
      486      C
      487      C
      488      C
      489      C
      490      C
      491      C
      492      C
      493      C
      494      C
      495      C
      496      C
      497      C
      498      C
      499      C
      500      C
      501      C
      502      C
      503      C
      504      C
      505      C
      506      C
      507      C
      508      C
      509      C
      510      C
      511      C
      512      C
      513      C
      514      C
      515      C
      516      C
      517      C
      518      C
      519      C
      520      C
      521      C
      522      C
      523      C
      524      C
      525      C
      526      C
      527      C
      528      C
      529      C
      530      C
      531      C
      532      C
      533      C
      534      C
      535      C
      536      C
      537      C
      538      C
      539      C
      540      C
      541      C
      542      C
      543      C
      544      C
      545      C
      546      C
      547      C
      548      C
      549      C
      550      C
      551      C
      552      C
      553      C
      554      C
      555      C
      556      C
      557      C
      558      C
      559      C
      560      C
      561      C
      562      C
      563      C
      564      C
      565      C
      566      C
      567      C
      568      C
      569      C
      570      C
      571      C
      572      C
      573      C
      574      C
      575      C
      576      C
      577      C
      578      C
      579      C
      580      C
      581      C
      582      C
      583      C
      584      C
      585      C
      586      C
      587      C
      588      C
      589      C
      590      C
      591      C
      592      C
      593      C
      594      C
      595      C
      596      C
      597      C
      598      C
      599      C
      600      C
      601      C
      602      C
      603      C
      604      C
      605      C
      606      C
      607      C
      608      C
      609      C
      610      C
      611      C
      612      C
      613      C
      614      C
      615      C
      616      C
      617      C
      618      C
      619      C
      620      C
      621      C
      622      C
      623      C
      624      C
      625      C
      626      C
      627      C
      628      C
      629      C
      630      C
      631      C
      632      C
      633      C
      634      C
      635      C
      636      C
      637      C
      638      C
      639      C
      640      C
      641      C
      642      C
      643      C
      644      C
      645      C
      646      C
      647      C
      648      C
      649      C
      650      C
      651      C
      652      C
      653      C
      654      C
      655      C
      656      C
      657      C
      658      C
      659      C
      660      C
      661      C
      662      C
      663      C
      664      C
      665      C
      666      C
      667      C
      668      C
      669      C
      670      C
      671      C
      672      C
      673      C
      674      C
      675      C
      676      C
      677      C
      678      C
      679      C
      680      C
      681      C
      682      C
      683      C
      684      C
      685      C
      686      C
      687      C
      688      C
      689      C
      690      C
      691      C
      692      C
      693      C
      694      C
      695      C
      696      C
      697      C
      698      C
      699      C
      700      C
      701      C
      702      C
      703      C
      704      C
      705      C
      706      C
      707      C
      708      C
      709      C
      710      C
      711      C
      712      C
      713      C
      714      C
      715      C
      716      C
      717      C
      718      C
      719      C
      720      C
      721      C
      722      C
      723      C
      724      C
      725      C
      726      C
      727      C
      728      C
      729      C
      730      C
      731      C
      732      C
      733      C
      734      C
      735      C
      736      C
      737      C
      738      C
      739      C
      740      C
      741      C
      742      C
      743      C
      744      C
      745      C
      746      C
      747      C
      748      C
      749      C
      750      C
      751      C
      752      C
      753      C
      754      C
      755      C
      756      C
      757      C
      758      C
      759      C
      760      C
      761      C
      762      C
      763      C
      764      C
      765      C
      766      C
      767      C
      768      C
      769      C
      770      C
      771      C
      772      C
      773      C
      774      C
      775      C
      776      C
      777      C
      778      C
      779      C
      780      C
      781      C
      782      C
      783      C
      784      C
      785      C
      786      C
      787      C
      788      C
      789      C
      790      C
      791      C
      792      C
      793      C
      794      C
      795      C
      796      C
      797      C
      798      C
      799      C
      800      C
      801      C
      802      C
      803      C
      804      C
      805      C
      806      C
      807      C
      808      C
      809      C
      810      C
      811      C
      812      C
      813      C
      814      C
      815      C
      816      C
      817      C
      818      C
      819      C
      820      C
      821      C
      822      C
      823      C
      824      C
      825      C
      826      C
      827      C
      828      C
      829      C
      830      C
      831      C
      832      C
      833      C
      834      C
      835      C
      836      C
      837      C
      838      C
      839      C
      840      C
      841      C
      842      C
      843      C
      844      C
      845      C
      846      C
      847      C
      848      C
      849      C
      850      C
      851      C
      852      C
      853      C
      854      C
      855      C
      856      C
      857      C
      858      C
      859      C
      860      C
      861      C
      862      C
      863      C
      864      C
      865      C
      866      C
      867      C
      868      C
      869      C
      870      C
      871      C
      872      C
      873      C
      874      C
      875      C
      876      C
      877      C
      878      C
      879      C
      880      C
      881      C
      882      C
      883      C
      884      C
      885      C
      886      C
      887      C
      888      C
      889      C
      890      C
      891      C
      892      C
      893      C
      894      C
      895      C
      896      C
      897      C
      898      C
      899      C
      900      C
      901      C
      902      C
      903      C
      904      C
      905      C
      906      C
      907      C
      908      C
      909      C
      910      C
      911      C
      912      C
      913      C
      914      C
      915      C
      916      C
      917      C
      918      C
      919      C
      920      C
      921      C
      922      C
      923      C
      924      C
      925      C
      926      C
      927      C
      928      C
      929      C
      930      C
      931      C
      932      C
      933      C
      934      C
      935      C
      936      C
      937      C
      938      C
      939      C
      940      C
      941      C
      942      C
      943      C
      944      C
      945      C
      946      C
      947      C
      948      C
      949      C
      950      C
      951      C
      952      C
      953      C
      954      C
      955      C
      956      C
      957      C
      958      C
      959      C
      960      C
      961      C
      962      C
      963      C
      964      C
      965      C
      966      C
      967      C
      968      C
      969      C
      970      C
      971      C
      972      C
      973      C
      974      C
      975      C
      976      C
      977      C
      978      C
      979      C
      980      C
      981      C
      982      C
      983      C
      984      C
      985      C
      986      C
      987      C
      988      C
      989      C
      990      C
      991      C
      992      C
      993      C
      994      C
      995      C
      996      C
      997      C
      998      C
      999      C
      1000      C
    
```

Fig. 39.b. Programul de calcul intocmit

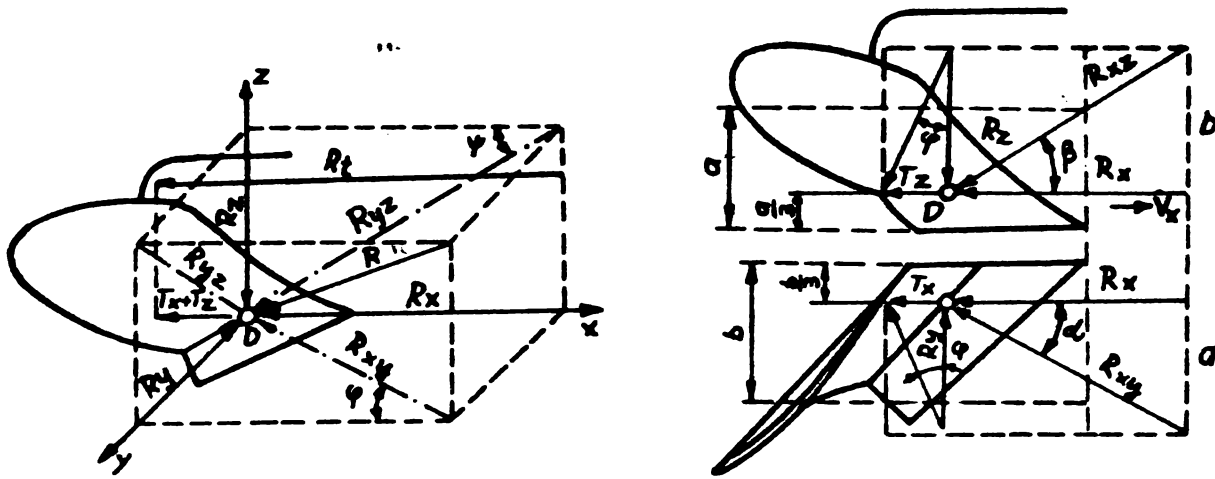


Fig. 40. Dispunerea forțelor rezultante pe suprafața de lucru a cormanei.

În planul vertical, paralel cu direcția de înaintare a plugului, acțiunea forțelor elementare este reprezentată prin rezultanta \bar{R}_{xz} (fig.40 b), dispusă față de planul orizontal sub un unghi $\beta \approx 12 - 15^\circ$ și care intersectează suprafața cormanei la distanța $a/3$ de la partea inferioară a brazdei. [73].

Forța rezultantă \bar{R}_{xz} se descompune în \bar{R}_z care acționează după axa oz și forța \bar{R}_x acționând după direcția de înaintare a plugului.

Ca rezultat al acțiunii forțelor \bar{R}_z și \bar{R}_y după direcția de înaintare a cormanei, acționează forțele de frecare \bar{T}_z și \bar{T}_x și în consecință, forța totală de tracțiune este :

$$R_t = \bar{R}_x + \bar{T}_z + \bar{T}_x \quad (46)$$

Forța de tracțiune este alcătuită din următoarele componente rezistente :

- rezistența la tracțiune pe brăzdar;
- rezistența datorată mișcării brazdei pe suprafața cormanei ;

La rîndul său, rezistența la tracțiune pe brăzdar, este alcătuită din :

- rezistența la tăierea brazdei;
- rezistența datorată forfecării solului;

- rezistența datorită frecării solului cu suprafața brăzdarului;
- rezistența datorită adeziunii solului;
- rezistența datorită accelerației particulelor de sol.

Valoarea componentelor rezistenței la tracțiune a plugului se deduce astfel.

6.2. Rezistența opusă de brăzdar

Ipoteza manifestării reacțiunilor solului ce apar pe suprafața de lucru a brăzdarului la înaintarea plugului este prezentată în figura 41, în care s-au folosit notațiile,

- [34] CF_1 și μN_1 - forțele datorită forfecării solului;
- B - forța datorită accelerației particulelor de sol;
- $\mu' N_0$ - forța datorită frecării pe brăzdar;
- $C_a f_0$ - forța datorită adeziunii solului;
- K_b - forța datorită rezistenței la tăiere.

Componentele rezistenței pe orizontală sînt date de relația.

$$R_b = N_0 \sin \theta c + \mu' N_0 \cos \theta c + K_b \quad (47)$$

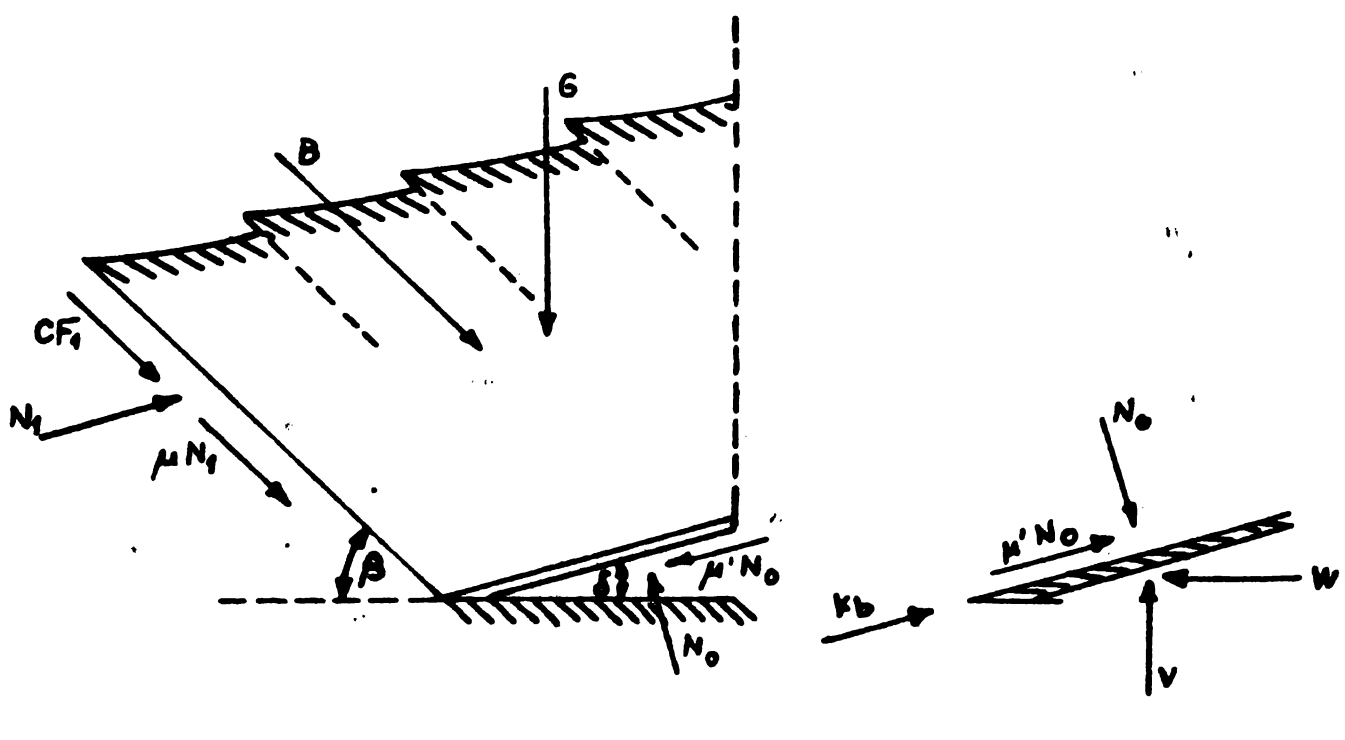


Fig.41. Forțele ce apar pe suprafața brăzdarului în timpul lucrului

În relație s-au folosit notațiile.

- R_b - rezistența la tracțiune pe brăzdar;
- μ - coeficientul de frecare externă;

N_0 - greutatea normală pe brăzdar;

K - rezistența la tăiere a solului pe lățimea de lucru;

b - lățimea de lucru;

θ - unghiul de așezare a brăzdarului față de fundul brazdei;

Presupunind că forțele pe verticală sînt în echilibru, din figura 41 avem.

$$G - N_0 (\cos \theta - \mu' \sin \theta) - N_1 (\cos \beta - \mu \sin \beta) + (CF_1 + B) \sin \beta = 0$$

în care. (48)

G - greutatea brazdei;

N_1 - greutatea normală pe suprafața de forfecare;

β - unghiul format de suprafața de forfecare cu orizontala;

μ - coeficientul de frecare internă;

μ' - coeficientul de frecare externă;

F_1 - aria suprafeței de frecare;

C - coeziunea solului;

B - rezistența la accelerație a solului;

θ - unghiul de așezare a brăzdarului față de fundul brazdei.

Din figura 41 echilibrul forțelor orizontale dă următoarea relație:

$$N_0 (\sin \theta + \mu' \cos \theta) - N_1 (\sin \beta + \mu \cos \beta) - \cos \beta (CF_1 + B) = 0 \quad (49)$$

Rezultă:

$$N_0 = \frac{Rb - Kb}{\sin \theta + \mu' \cos \theta} ; \quad (50)$$

și introducînd N_0 în relația (49):

$$N_1 = \frac{Rb - Kb - (CF_1 + B) \cos \beta}{(\sin \beta + \mu \cos \beta)} ; \quad (51)$$

Inlocuind N_0 și N_1 în ecuația (48) avem:

$$G - \left[Rb - Kb \left(\frac{\cos \theta - \mu' \sin \theta}{\sin \theta + \mu' \cos \theta} \right) - \left[Rb - Kb - (CF_1 + B) \cos \beta \right] \frac{\cos \beta - \mu \sin \beta}{\sin \beta + \mu \cos \beta} + (CF_1 + B) \sin \beta \right] = 0 ; \quad (52)$$

sau

$$(R_b - K_b) \left[\frac{\cos \theta - \mu' \sin \theta}{(\sin \theta + \mu' \cos \theta)} + \frac{\cos \beta + \mu \sin \beta}{(\sin \beta + \mu \cos \beta)} \right] =$$

$$= G + \frac{CF_1 + B}{(\sin \beta + \mu \cos \beta)} ; \quad (53)$$

Dacă punem:

$$Z = \left[\frac{\cos \theta - \mu' \sin \theta}{(\sin \theta + \mu' \cos \theta)} + \frac{\cos \beta + \mu \sin \beta}{(\sin \beta + \mu \cos \beta)} \right] ; \quad (54)$$

Rezultă:

$$R_b - K_b = \frac{G}{Z} + \frac{CF_1 + B}{Z (\sin \beta + \mu \cos \beta)} ; \quad (55)$$

sau

$$R_b = \frac{G}{Z} + \frac{CF_1 + B}{Z (\sin \beta + \mu \cos \beta)} + K_b ; \quad (56)$$

În relația (56) se adună componenta rezistenței datorită adeziunii solului, astfel încât relația capătă următoarea formă, care reprezintă rezistența totală pe brăzdar:

$$R_b = \frac{G}{Z} + \frac{CF_1 + B}{Z (\sin \beta + \mu \cos \beta)} + \frac{C_a F_o}{Z (\sin \theta + \mu \cos \theta)} + K_b ; \quad (57)$$

Brăzdarul fiind înclinat cu unghiul γ față de direcția de înaintare rezultă deci că:

$$R_b = \left[\frac{G}{Z} + \frac{CF_1 + B}{Z (\sin \beta + \mu \cos \beta)} + \frac{C_a F_o}{Z (\sin \theta + \mu \cos \theta)} + K_b \right] \sin \gamma \quad (58)$$

în care:

C_a - adeziunea sol pe oțel;

F_o - suprafața brăzdarului.

Parametrii necunoscuți din relația (57), adică G , CF_1 , B , unghiul β și rezistența la tăiere K_b , se determină în felul următor:

- Greutatea brazdei G

Din figura 41 care reprezintă brăzdarul și volumul de sol suportat de acesta, se poate calcula greutatea brazdei.

$$G = \gamma b' a' \left(l_0 + \frac{l_1 + l_2}{2} \right) ; \quad (59)$$

în care:

γ - greutatea specifică a solului;

b' - lungimea brăzdarului;

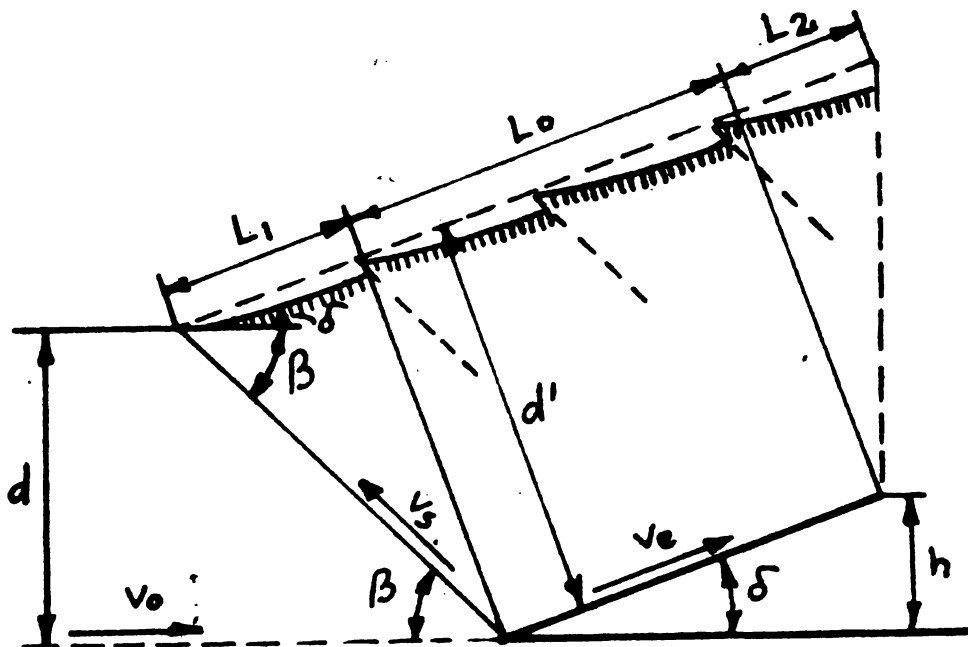


Fig.42.

a - adîncimea de lucru;

$$a' = a \frac{\sin(\theta + \beta)}{\sin \beta};$$

l_0 - lăţimea brăzdarului;

$$l_1 = a \frac{\cos(\theta + \beta)}{\sin \beta};$$

$l_2 = a' \operatorname{tg} \theta$;

Introducînd valorile lui a' , l_1 , l_2 în relaţia (59), rezultă:

$$G \geq Y b' a \frac{\sin(\theta + \beta)}{\sin \beta} \left(l_0 + \frac{a \cos(\theta + \beta) + a \sin(\theta + \beta) \operatorname{tg} \theta}{2 \sin \beta} \right); \quad (60)$$

- Aria de forfecare F_1

Se poate determina cu relaţia:

$$F_1 = \frac{b' a}{\sin \beta}; \quad (61)$$

- Rezistenţa datorită accelerării brazdei B

Aplicînd legea de mişcare a lui Newton avem:

$$B = m \frac{dv}{dt}; \quad (62)$$

în care:

- m - masa brazdei;
- v - viteza brazdei;
- t - timpul.

Luîndu-se în conșiderare schema din figura 42 la început solul este în repaos, dar după un timp t capătă viteza v_m . Deci, masa de sol accelerată în timpul t este dată de relația:

$$m = \frac{\gamma}{g} b' a t v_p; \quad (63)$$

în care:

- γ - greutatea specifică a solului;
- b' - lungimea brăzdarului;
- a - adîncimea de lucru;
- t - timpul;
- v_p - viteza de lucru;
- g - accelerația gravitațională.

Presupunem că:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_m - 0}{t - 0} = \frac{v_m}{t}; \quad (64)$$

Vectorii vitezelor pot fi considerați ca fiind relativi și că formează un triunghi închis, astfel încît în figura 42, proiecțiile lor pe orizontală sînt date de următoarea relație:

$$v_p = v_m \cos \beta + v_r \cos \theta; \quad (65)$$

și pe verticală de relațiile:

$$v_m \sin \beta = v_r \sin \theta \quad (66)$$

$$v_r = \frac{v_m \sin \beta}{\sin \theta};$$

Inlocuind relația (66) în relația (65), rezultă:

$$v_m = v_p \frac{tg \theta}{(\cos \theta + \sin \theta)}; \quad (67)$$

Substituind relația (67) în (64) și apoi în (62) și în continuare (64) în (63) avem:

$$B = \frac{\gamma}{g} b a v_p^2 \frac{tg \theta}{(\cos \theta + \sin \theta)} \quad (68)$$

Deci, înlocuind relațiile (68, 62 și 60) în (58) avem într-o singură expresie componenta rezistenței la tracțiune pe brăzdar și toți parametrii sînt astfel stabiliți. În modul acesta s-a stabilit o relație unică între rezistența la tracțiune pe brăzdar, elementele geometrice ale brăzdarului (b , l_0), parametrii solului (μ' , γ , C , C_a) parametrii de lucru (v_p , θ , a , δ) și coeficientul de frecare dintre sol și brăzdar μ .

- Unghiul β

Din literatura de specialitate se cunoaște că acest unghi se calculează cu expresia:

$$\beta^0 = \frac{1}{2} (90^0 - \varnothing) ; \quad (69)$$

în care: \varnothing - unghiul de frecare internă;

- Rezistența la tăiere K_b

Rezistența la tăiere este alcătuită din forțele reprezentate în figura 43 unde N este forța normală pe tăișul brăzdarului și T forța tangențială pe tăiș, rezistența la tăiere este dată de relația:

$$K_b = N + T; \quad (70)$$

în care:

- N - componenta rezistenței datorită forței normale;

T - componenta rezistenței datorită forței tangențiale.

Rezistența normală N este dată de relația:

$$N = K_1 S ; \quad (71)$$

în care:

K_1 - rezistența specifică a solului;

S - suprafața tăișului.

Considerînd tăișul de formă cilindrică figura 43, elementul de suprafață ds se poate considera ca fiind:

$$ds = r d\epsilon b' \quad (72)$$

în care:

b' - lungimea tăișului;

$d\epsilon$ - unghiul care substituie arcul elementar ds ;

r - raza tăișului.

$$\text{Dar } b' = \frac{b}{\sin \gamma} ; \quad (73)$$

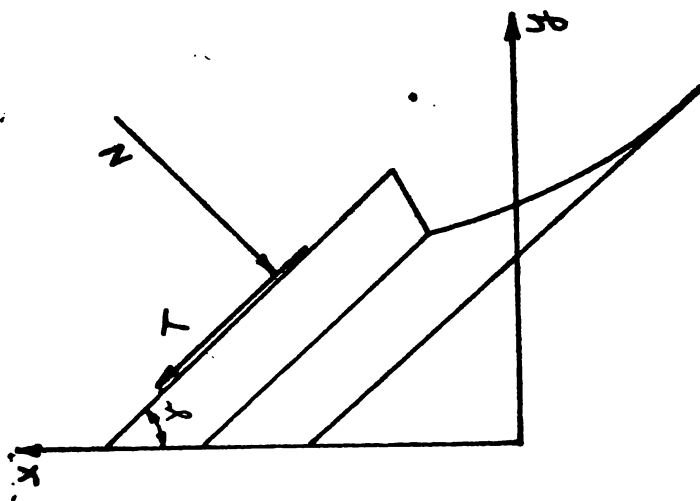


Fig.43. Dispunerea forțelor de tăiere pe
tăișul brăzdarului

în care:

b - lățimea de lucru a brăzdarului;

δ - unghiul de așezare al tăișului pe direcția de înaintare.

Integrând relația (72), avem suprafața tăișului egală cu:

$$S = r \xi b' ; \quad (74)$$

sau

$$S = r \xi \frac{b}{\sin \delta} ; \quad (75)$$

Înlocuind relația (75) în (71) obținem:

$$N = K, r \xi \frac{b}{\sin \delta} ; \quad (76)$$

Componenta rezistenței la tăiere datorită forței tangențiale T este:

$$T = N \mu' ; \quad (77)$$

în care μ' este coeficientul de frecare.

Înlocuind relația (76) în (77) avem:

$$T = K, r \xi \frac{b}{\sin \delta} \mu' ; \quad (78)$$

Introducând valorile lui N și T în relația (70) rezultă că rezistența la tăiere este dată de relația:

$$K_b = K_1 r \xi \frac{b_1}{\sin \gamma} + K_1 r \xi \frac{b_2}{\sin \gamma}; \quad (79)$$

Inlocuind valoarea rezistenței la tăiere K_b dată de relația (79) în (58), rezultă o singură relație pentru rezistența totală pe brăzdar (58)

6.3. Rezistența opusă datorită mișcării brazdei pe suprafața de lucru a cormanei.

Rezistența la tracțiune datorită mișcării brazdei pe suprafața de lucru a cormanei, este alcătuită din următoarele componente:

- rezistența datorită frecării dintre sol și suprafața de lucru a cormanei.
- rezistența datorită forței de gravitație.
- rezistența datorită accelerării solului.
- rezistența datorită forțelor de adeziune dintre sol și cormană.

Componenta de rezistență opusă datorită mișcării brazdei pe suprafața de lucru a cormanei, se calculează astfel:

Forța de frecare dintre sol și suprafața de lucru a cormanei, este direct proporțională cu reacțiunea normală \bar{R} aplicată de cormana solului cu care este în contact. Această forță depinde de greutatea proprie și accelerația mișcării relative a cantității de sol aflată pe cormană.

Masa prismei elementare luată în considerare la calculul reacțiunii \bar{R} este dată de relația : [61]

$$M = \frac{\delta}{g} \delta x \delta y \delta z_0 \quad (80)$$

și în consecință componentele forțelor de inerție dirijate după cele trei axe coordonate, vor fi :

$$\begin{aligned} R_x &= 0 \\ R_y &= \frac{\delta}{g} \delta x \delta y \delta z_0 a_y \\ R_z &= \frac{\delta}{g} \delta x \delta y \delta z_0 a_z + \delta \delta x \delta y \delta z_0 \end{aligned} \quad (81)$$

iar forța de inerție resultantă are valoarea :

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2} \quad (82)$$

Mărimea forței de frecare dintre sol și suprafața de lucru a cormanei, se calculează luând în considerare componenta după normala la suprafață a cormanei a forței rezultante R

și valoarea coeficientului de frecare dintre sol și metal. Ea este dată de expresia

$$T = \mu R_N \quad (83)$$

în care;

μ - este coeficientul de frecare dintre sol și suprafața de lucru a cormanei,

R_N - componenta lui \bar{R} după normala la suprafața de lucru.

Forța de frecare acționează în sens opus mișcării, astfel că într-un punct oarecare M de pe suprafața cormanei $f(x,y,z)=0$ se poate determina valoarea forței de frecare T .

La început se calculează expresia lui R_N în punctul M de pe suprafața cormanei în care acționează forța rezultantă R Fig.44

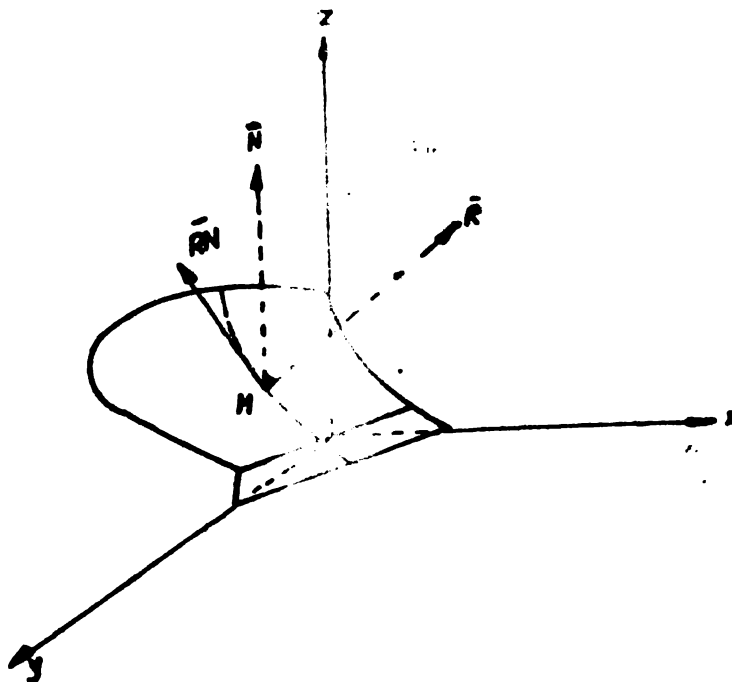
Expresia vectorială a lui \bar{R}_N este:

$$\bar{R}_N = \frac{\bar{N}\bar{R}}{\bar{N}\bar{N}} \bar{N} \quad (84)$$

în care

$$\bar{N} = \frac{\partial f}{\partial x} \bar{I} + \frac{\partial f}{\partial y} \bar{J} + \frac{\partial f}{\partial z} \bar{K} \quad (85)$$

$$\bar{R} = R_x \bar{I} + R_y \bar{J} + R_z \bar{K}$$



.. Fig. 44

unde $(\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, \frac{\partial f}{\partial z})$ reprezintă parametrii directori ai normalei la suprafața $f(x,y,z) = 0$, sau derivatele parțiale ale lui f .

Inlocuind (84) în (83) obținem :

$$R_N = \frac{\frac{\partial f}{\partial x} R_x + \frac{\partial f}{\partial y} R_y + \frac{\partial f}{\partial z} R_z}{(\frac{\partial f}{\partial x})^2 + (\frac{\partial f}{\partial y})^2 + (\frac{\partial f}{\partial z})^2} (\frac{\partial f}{\partial x} \bar{i} + \frac{\partial f}{\partial y} \bar{j} + \frac{\partial f}{\partial z} \bar{k}) =$$

$$= R_{Nx} \bar{i} + R_{Ny} \bar{j} + R_{Nz} \bar{k} \quad (86)$$

în modul,

$$R_N = \sqrt{R_{Nx}^2 + R_{Ny}^2 + R_{Nz}^2} \quad (87)$$

Avînd aceste relații, se determină în continuare forța de frecare T , iar apoi componentele forței de frecare dirijate după direcțiile axelor de coordonate :

$$T_x = R_N \frac{V_x}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}}$$

$$T_y = R_N \frac{V_y}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}} \quad (88)$$

$$T_z = R_N \frac{V_z}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}}$$

Forța de tracțiune totală necesară deplasării cormanii în sol, se determină cu suficientă precizie, calculînd în prealabil lucrul mecanic total absorbit de cormană în timpul procesului de arat.

Cu ajutorul forțelor determinate mai sus, se poate calcula lucrul mecanic total efectuat de cormană într-o secundă, cauzat de deplasarea brazdei pe suprafața de lucru a cormanii.

Lucrul mecanic, datorită forțelor de frecare ce iau naștere pe cormană în timpul deplasării solului, din poziția $S-1$ în poziția s , se stabilește cu relația aproximativă :

$$W_f = \frac{1}{2} \left[(T_{x_s} + T_{x_{s-1}})(X_s - X_{s-1}) + (T_{y_s} + T_{y_{s-1}})(Y_s - Y_{s-1}) + (T_{z_s} + T_{z_{s-1}})(Z_s - Z_{s-1}) \right] \quad (89)$$

Lucrul mecanic datorită forței de gravitație în timpul deplasării elementului de brazdă din poziția S-1 în poziția S, se determină cu relația,

$$W_G = \gamma \delta x \delta y z_0 (Z_S - Z_{S-1}) = \delta G (Z_S - Z_{S-1}) \quad (90)$$

Lucrul mecanic datorită accelerării solului (prisme elementare) din poziția S-1 în poziția S, se determină cu relația :

$$W_a = \frac{\delta G}{2g} \left[(v^2_{y_S} - v^2_{y_{S-1}}) + (v^2_{z_S} - v^2_{z_{S-1}}) \right] \quad (91)$$

Lucrul mecanic datorită forțelor de adeziune dintre sol și cormană se presupune ca forță de adeziune, este dată de relația :

$$Q = \beta A \quad (92)$$

în care ;

Q = forță de adeziune

β = coeficient de adeziune

A = aria de contact.

Aria de contact a prisme elementare rămâne constantă (δA) pe întreaga traiectorie iar forța de adeziune pe cele trei axe este proporțională cu componenta vitezei pe fiecare axă:

$$Q_x = \beta \delta A \frac{v_x}{\sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}}$$

$$Q_y = \beta \delta A \frac{v_y}{\sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}} \quad (93)$$

$$Q_z = \beta \delta A \frac{v_z}{\sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}}$$

Rezultă deci că lucrul mecanic consumat pentru învingerea adeziunii este dat de :

$$W_{ad} = \frac{1}{2} \left[(Qx_s + Qx_{s-1})(X_s - X_{s-1}) + (Qy_s + Qy_{s-1})(Y_s - Y_{s-1}) + (Qz_s + Qz_{s-1})(Z_s - Z_{s-1}) \right] \quad (94)$$

Lucrul mecanic total necesar deplasării prismei elementare de-a lungul urmei cormanei, este egal cu mărimea totală a lucrului mecanic efectuat la deplasarea prismei pe distanța δx în direcția deplasării plugului, însumînd traverările corespunzătoare unui număr de deplasări foarte mici, elementare, se obține:

$$W_t = \sum_{s=1}^{s=n} \frac{1}{2} \left[(Tx_s + Tx_{s-1})(X_s - X_{s-1}) + (Ty_s + Ty_{s-1})(Y_s - Y_{s-1}) + (Tz_s + Tz_{s-1})(Z_s - Z_{s-1}) \right] + \sum_{s=1}^{s=n} G(Z_s - Z_{s-1}) + \sum_{s=1}^{s=n} \frac{G}{2g} \left[(V^2 y_s - V^2 y_{s-1}) + (V^2 z_s - V^2 z_{s-1}) \right] + \frac{1}{2} \left[(Qx_s + Qx_{s-1})(X_s - X_{s-1}) + (Qy_s + Qy_{s-1})(Y_s - Y_{s-1}) + (Qz_s + Qz_{s-1})(Z_s - Z_{s-1}) \right] \quad (95)$$

Lucrul mecanic efectuat într-o secundă prin deplasarea prismei elementare de dimensiuni Δx , Δy , Z_0 , pe suprafața cormanei va fi:

$$W_s = \frac{W_t}{t} \quad (96)$$

în care t este intervalul de timp necesar deplasării prismei elementare din poziția X_{s-1} în poziția X_s , pe distanța x

$$t = \frac{X_s - X_{s-1}}{Vx} \quad (97)$$

și în consecință,

$$W_s = W_t \frac{Vx}{X_s - X_{s-1}} \quad (98)$$

iar lucrul mecanic total efectuat într-o secundă prin deplasarea întregii brazde pe suprafața cormanei, va fi dat de :

$$W_T = \frac{Vx}{K_s - K_{s-1}} \sum_{i=1}^m W_t \quad (99)$$

în care m este numărul prismelor longitudinale în care este divizată brazda pe cormană, iar n numărul prismelor transversale de lungime δ_x în care este divizată brazda.

Impărțind valoarea lucrului mecanic total corespunzător unei deplasări foarte mici a cormanii cu valoarea acestei deplasări, se obține valoarea forței de tracțiune corespunzătoare deplasării considerate a brazdei pe cormană. Insumînd la aceasta, forța de tracțiune pe brăzdarul trupiței, calculată mai înainte, se obține forța de tracțiune totală necesară deplasării organului de lucru a plugului pe sol :

$$R_t = R_b + R_c \quad (100)$$

în care,

R_t = Rezistența la tracțiune totală.

R_b = Rezistența la tracțiune pe brăzdar.

R_c = Rezistența la tracțiune pe cormană.

C A P I T O L U L II.

CONTRIBUTII TEORETICE PRIVIND REDUCEREA REZISTENTEI
PLUGULUI

§1-Considerații teoretice privind aratul la viteze mărite

Pentru construirea unui plug de viteză mărită, trebuie studiate toate aspectele procesului de lucru în vederea stabilirii parametrilor optimi de proiectare și construire a organelor de lucru. Ținând seama de fenomenele ce apar la viteze mărite, este necesar ca un asemenea plug să satisfacă atât cerințele energetice, pentru a lucra cu productivitate mare, cât și cerințele agrotehnice.

Prin sporirea vitezelor se modifică într-o oarecare măsură procesul tehnologic de interacțiune dintre organele active și solul care se prelucurează. De regulă, iau naștere rezistențe suplimentare care fac să crească consumul de energie.

Se produce o concentrare a energiei în mediul prelucrat, se măresc presiunile exercitate și crește gradul de mărunțire a solului lucrat. [43]

Prin sporirea vitezelor de lucru, cresc sarcinile dinamice atât asupra pieselor mașinii, cât și asupra tractorului din agregat.

Așa cum s-a stabilit, acțiunea de lucru a organului activ al plugului este asemănătoare penei tetraedrice care produce tăierea, ruperea și apoi deplasarea solului de către penă, "perioadă în care are loc mărunțirea și răsturnarea brazdei.

În timpul acestui proces cresc tensiunile de sol, fapt ce duce la intensificarea acțiunii de mărunțire. Concentrarea tensiunilor se produce atât datorită formei organelor active, cât și datorită vitezei de acționare a organului activ asupra solului.

Intrucât stratul de sol posedă o inerție oarecare, tensiunile și respectiv, deformările care se produc în el, nu se transmit instantaneu în sol, necesitând un timp oarecare pentru aceasta. Prin creșterea vitezei de lucru, zona de deformare se va micșora, iar intensitatea tensiunii va spori. Totodată sporește și concentrarea cîmpului de tensiune, crește rezistența la tracțiune și acțiunea de mărunțire a stratului de sol se intensifică.

Astfel, mărirea vitezei de lucru, atrage după sine o mărunțire mai bună a stratului de sol. Această mărunțire are însă o limită și la viteze de lucru în jur de 9 km/oră, încetează practic creșterea gradului de mărunțire. Limita aceasta se explică prin faptul că pe măsură ce crește gradul de mărunțire, este din ce în ce mai greu să se distrugă legăturile existente între particulele de sol.

§ 2 - REZISTENȚA TOTALĂ A PLUGULUI

Așa cum am mai menționat în partea I-a a acestei lucrări, academicienul sovietic V.P. Goriacikin a stabilit o formulă rațională pentru determinarea rezistenței la tracțiune a plugului pe bază științifică :

$$R = \mu G + K a b + a b \varepsilon v^2 \quad 101$$

Un număr mare de încercări realizate de diferiți autori [80] arată că rezistența specifică a plugului crește cu majorarea vitezei de înaintare după o lege guvernată de expresia lui Goriacikin.

Impărțind această expresie cu secțiunea brazdei, se obține,

$$\frac{R}{ab} = \frac{\mu G}{ab} + K + \varepsilon v^2 \quad 102$$

în care :

$$\frac{R}{ab} = K \text{ rezistența specifică a plugului la arat}$$

Notînd

$$\frac{\mu G}{ab} + k = k' \quad 103$$

se obține relația simplificată a rezistenței specifice a plugului la arat,

$$k = k' + \varepsilon v^2 \quad 104$$

în care $k' = \text{const.}$

Termenul εv^2 , care reprezintă componenta dinamică a rezistenței specifice la arat, poate fi exprimat în funcție de viteza brazdei v' și viteza de deplasare v a plugului, cu relația,

$$\varepsilon v^2 = \frac{\delta}{g} v v' \quad 105$$

în care $v' = \varepsilon' v$

δ = greutatea specifică a solului

g = accelerația de gravitație

Din studiul documentar prezentat în partea I-a a acestei lucrări, rezultă că ε' depinde în mare parte de componenta laterală v_y a vitezei de deplasare a brazdei pe aripa cormanei, iar componenta v_y este în funcție de unghiul de așezare δ_a al aripei cormanei față de peretele vertical al brazdei.

§3.- Cercetări privind stabilirea parametrilor constructivi corespunzători reducerii rezistenței la tracțiune și măririi vitezei de lucru a plugurilor

Pentru mărirea vitezei de lucru a plugurilor, este necesară găsirea unor parametrii constructivi și funcționali ai organelor de lucru care să contribuie la micșorarea rezistenței la tracțiune a acestora.

Rezistența specifică dinamică a plugului determinată cu relația (103) mai sus, poate fi calculată după modul de repartizare a vitezelor unor particule elementare separate ale stratului de sol ce se deplasează pe cormană, găsindu-se astfel dependența valorii coeficientului \mathcal{E} de parametrii principali ai cormanei.

Determinarea vitezelor acestor particule nu s-a putut face complet. O analiză simplificată, se face prin urmărirea vitezelor particulelor de sol care aderă nemijlocit pe suprafața activă a cormanei și lasă urme ale traiectoriilor de deplasare sub formă de zgîrieturi. Din analizarea acestor zgîrieturi, se pot stabili vitezele componente ale mișcării stratului de sol pe cormană, în cele trei planuri de referință V_x , V_y și V_z Fig.45 [73]

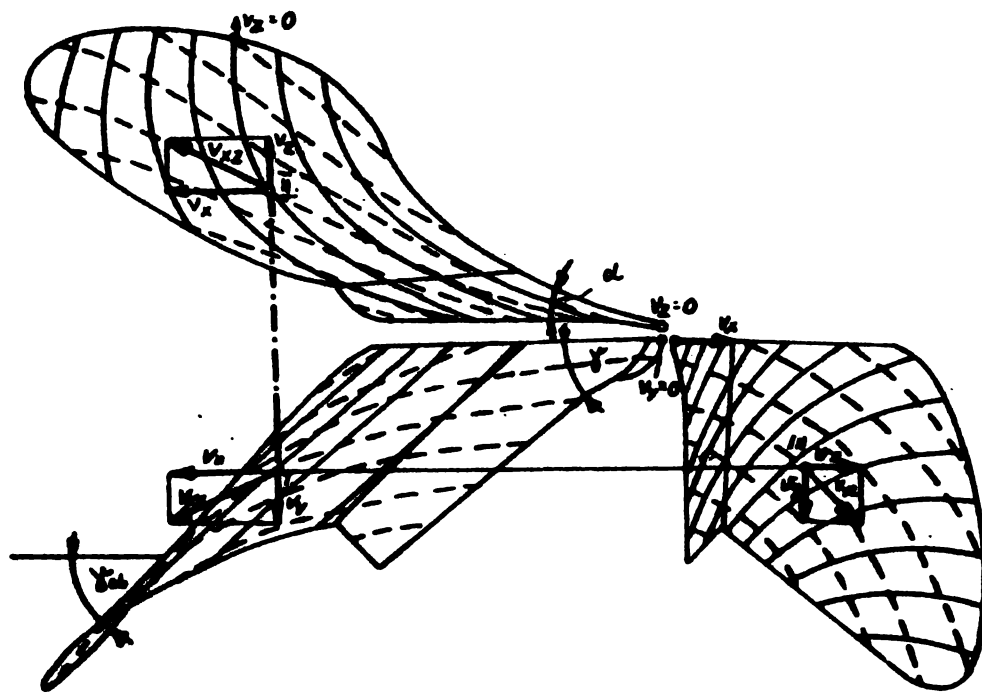


Fig. 45.

Viteza medie a secțiunii brazdei în raport cu cormana este egală cu viteza de deplasare a plugului, deoarece deplasarea brazdei pe cormană se face continuu și uniform.

Dacă se analizează cele trei componente se constată că V_x , se micșorează pe măsura deplasării stratului de sol spre capătul cormanei, V_y crește continuu, atingând la capătul cormanei valoarea maximă, iar V_z ajunge la o valoare maximă, după care scade la 0, la capătul aripiei.

În momentul când brazda cade de pe cormană, viteza medie a brazdei este paralelă cu solul și are valoarea

$$V_m = V_x + V_y \quad (105)$$

Deoarece variației componentelor V_x, V_y și V_z în timpul lucrului cormana este presată pe peretele și fundul brazdei, provocând o frecare intensă ΔR_1 . Totodată iau naștere forțe dinamice în cormana ΔR_2 , al căror rezultat este o creștere a rezistenței la tracțiune a plugului.

Deci,

$$\Delta R_1 = \mu \left(\int_0^{V_y} \frac{dv_y}{dt} \cdot dm + \int_0^{V_z} \frac{dv_z}{dt} \cdot dm \right) \quad (107)$$

In care :

ΔR_1 - creșterea rezistenței la tracțiune datorită frecării cormanei cu solul.

μ - coeficientul de frecare al trupeții cu peretele și fundul brazdei.

iar,

$$\Delta R_2 = \int_0^{V_x} \frac{d(v_{pl} - v_x)}{dt} dm \quad (108)$$

și pentru că accelerația

$$a = \frac{d(V_{pl} - V_x)}{dt} = \frac{(V_{pl} - V_x)_{max}}{t} \quad (109)$$

iar,

$$t = \frac{S}{V_{pl}} \quad (110)$$

atunci

$$\Delta R_2 = \frac{(V_{pl} - V_x)_{max}}{S} V_{pl} m \quad (111)$$

în care :

m - masa brazdei aflată pe cormană ;

t - durata de trecere a brazdei de la tăișul brăzdarului pînă la capătul aripiei cormanei;

S - lungimea brazdei aflată pe cormană.

$$\text{Deoarece } m = S a b \frac{\delta}{g} \quad (112)$$

în care :

a - grosimea brazdei;

b - lățimea brazdei;

δ - greutatea specifică a solului aflat pe cormană;

g - accelerația gravitațională,

$$R_2 = \frac{\delta}{g} abV_{pl} (V_{pl} - V_x)_{\max}. \quad (113)$$

Deci, creșterea totală a rezistenței la tracțiune a plugului va fi :

$$\Delta R = \Delta R_1 + \Delta R_2 \quad (114)$$

întrucât ΔR_1 este proporțional cu ΔR_2 , se poate scrie :

$$\Delta R_1 = \eta \Delta R_2 \quad (115)$$

în care :

η - coeficient care ține seama de amplasarea vitezelor pe suprafața cormanei și care depinde de tipul cormanei și starea solului

Dacă se compară creșterea rezistenței plugului, ΔR cu termenul al treilea din formula lui Goriacikin, se poate calcula relația dintre coeficientul \mathcal{E} și unghiul de așezare al aripei cormanei, δ_a :

$$\eta \frac{\delta}{g} abV_{pl} (V_{pl} - V_x)_{\max} = \mathcal{E} V_{pl}^2 ab \quad (116)$$

și deci,

$$\mathcal{E} = \frac{\delta}{g} \left(1 - \frac{V_x \max}{V_{pl}}\right) \quad (117)$$

deoarece

$$\frac{V_x}{V_{pl}} = \frac{V_x}{V_{med}} = \cos \delta_a \quad (118)$$

rezultă că

$$\mathcal{E} = \frac{\delta}{g} (1 - \cos \delta_a) \quad (119)$$

Din această expresie se vede că, că coeficientul \mathcal{E} este în funcție de unghiul δ_a al direcției laterale.

Aceasta demonstrează că factorul \mathcal{E} poate fi micșorat prin reducerea unghiului direcției laterale δ_a

Conform formulii raționale a lui Goriacikin, reducerea coeficientului \mathcal{E} duce la micșorarea rezistenței la tracțiune a plugului.

Rezultă deci că micșorarea rezistenței la tracțiune în vederea măririi vitezei de lucru a plugului, poate fi realizată prin micșorarea unghiului de așezare a aripii cormanei față de peretele brazdei.

În determinarea forței de tracțiune necesară (capit. I=6) deplasării cormanei pe sol, calculînd lucrul mecanic absorbit de cormană în timpul procesului de arat, s-au stabilit următoarele componente;

- lucrul mecanic datorită forțelor de frecare W_f ;

$$W_f = \frac{1}{2} \left[(T_{x_s} + T_{x_{s-1}})(X_s - X_{s-1}) + (T_{y_s} + T_{y_{s-1}})(Y_s - Y_{s-1}) + (T_{z_s} + T_{z_{s-1}})(Z_s - Z_{s-1}) \right]$$

- lucrul mecanic datorită accelerării solului W_a

$$W_a = \frac{\delta G}{2g} \left[(v_{y_s}^2 - v_{y_{s-1}}^2) + (v_{z_s}^2 - v_{z_{s-1}}^2) \right]$$

- lucrul mecanic datorită forțelor de adeziune :

$$W_{ad} = \frac{1}{2} \left[(Q_{x_s} + Q_{x_{s-1}})(X_s - X_{s-1}) + (Q_{y_s} + Q_{y_{s-1}})(Y_s - Y_{s-1}) + (Q_{z_s} + Q_{z_{s-1}})(Z_s - Z_{s-1}) \right]$$

Din relațiile prezentate mai sus și relațiile stabilite mai înainte se constată că forțele necesare deplasării cormanei pe sol depinde de distanța longitudinală $X_s - X_{s-1}$, cea transversală $Y_s - Y_{s-1}$, distanța verticală $Z_s - Z_{s-1}$ a deplasării brazdei și componentele V_y, V_x, V_z , ale vitezei și componentele a_x, a_y, a_z ale accelerației și alți parametri.

Totodată s-a arătat mai înainte că componentele vitezelor și ale accelerației ale brazdei pe suprafața de lucru a cormanei variază în funcție de lungimea traiectoriei brazdei pe suprafața cormanei.

Din cele expuse mai sus, se poate ușor constata că micșorarea suprafeței de lucru a cormanei rezultă în micșorarea distanței de deplasare $X_s - X_{s-1}, Y_s - Y_{s-1}, Z_s - Z_{s-1}$ și traiectoriei brazdei pe suprafața de lucru ceea ce conduce la micșorarea forțelor necesare deplasării cormanei în sol.

§4 - Cercetări privind modificarea geometriei cormanei clasice în vederea reducerii rezistenței la tracțiune și măririi vitezei de lucru.

S-a demonstrat că reducerea rezistenței la tracțiune a plugului în vederea măririi vitezei de lucru a acestuia, poate fi obținută prin :

- micșorarea unghiului de așezare al aripii cormanei față de peretele brazdei.
- micșorarea suprafeței de lucru a cormanei.

4.1- Cormaņa cu unghiuri gama modificatē :

Din literatura de specialitate precum și din cercetări teoretice prezentate în această lucrare §-3, rezultă că:

- Reducerea coeficientului \mathcal{E} duce la micșorarea rezistenței la tracțiune.
- coeficientul \mathcal{E} este în funcție de unghiul de așezare al aripii cormanei δ_a față de peretele brazdei.
- coeficientul \mathcal{E} este în funcție de componenta laterală V_y a brazdei pe aripa cormanei.
- componenta V_y este funcție de unghiul de așezare al aripii δ_a cormanei față de peretele brazdei.

Rezultă că prin micșorarea unghiului δ_a se poate mări corespunzător viteza de înaintare a plugului, astfel că viteza laterală a brazdei și coeficientul \mathcal{E} să rămână aceleași. În consecință, pentru mărire vitezei de înaintare a plugului, fără să crească rezistența la tracțiune, trebuie ca unghiul generatoarei pe aripa cormanei δ_a să fie corelat cu viteza de înaintare a plugului. Pe baza acestor considerente, se stabilește teoretic unghiul δ_a corespunzător măririi vitezei de lucru a cormanei clasice.

Pentru stabilirea unghiului δ_a adecvat acestui nou regim de lucru, se pleacă de la cercetările teoretice efectuate în această lucrare (Capit. 1 - 2)

După cum am mai menționat, stratul de sol tăiat urcă pe suprafața de lucru sub formă de fișii primare și se deplasează lateral sub formă de fișii secundare, care sînt aproape perpen-

diculare pe cele primare.

Deoarece deplasarea laterală a stratului de sol (brazdă) sub formă de fîșii secundare este influențată de unghiul de așezare al cormanei față de direcția de înaintare δ , corelația între unghiul δ și viteza de înaintare a plugului se stabilește considerînd mișcarea fîșiilor secundare Fig. 35.

Pentru simplificare, se consideră cormana ca o lamă simplă înclinată față de direcția de înaintare sub unghiul δ și fixa în spațiu, iar stratul de sol se mișcă cu viteza de lucru a plugului V_p . Viteza fîșiilor secundare față de suprafața de lucru a cormanei V_m este dirijată pe suprafața de forfecare sub unghiul β și viteza stratului de sol pe suprafața cormanei este V_r așa cum se vede în Fig. 46.

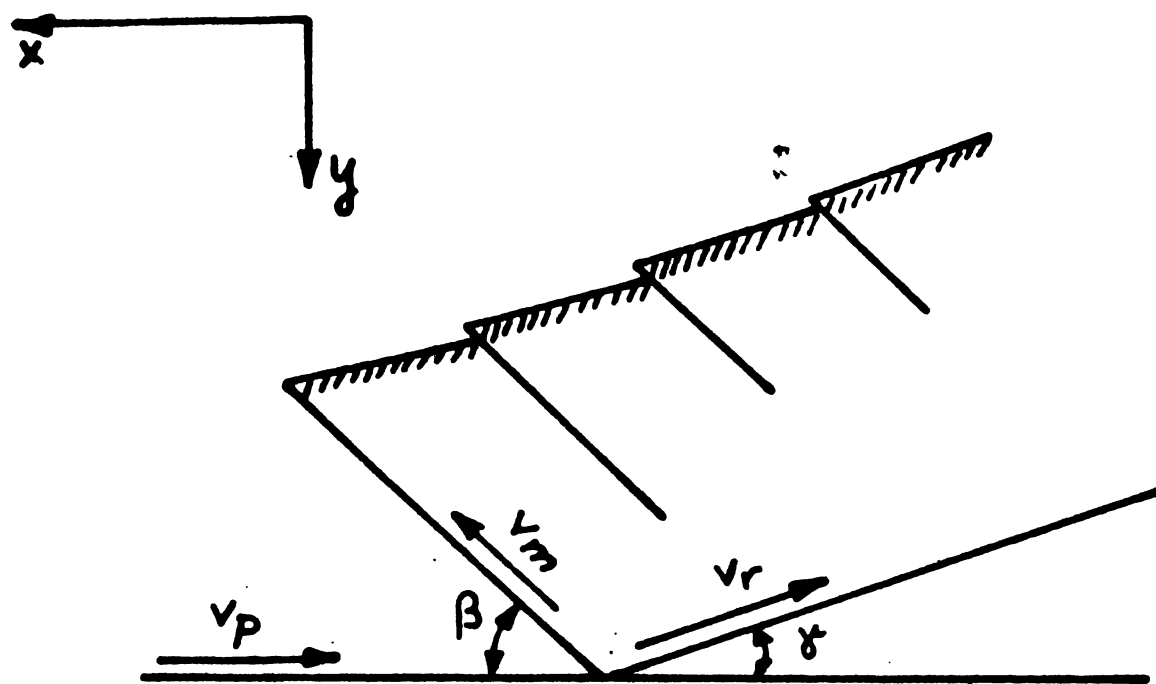


Fig. 46. Mișcarea stratului de sol sub formă de fîșii secundare pe cormană.

Se presupune că, cormana clasică ce urmează să fie modificată, are următorii parametri constructivi și funcționali:

- Unghiul de așezare a cormanei față de direcția de înaintare = δ_0
- Unghiul de așezare a brăzdarului față de fundul brazdei = θ_0

- Viteza de lucru maximă = V_{p_0}
- Viteza particulelor de sol față de cormană = V_{m_0}

Pentru a modifica cormana clasică ;

Din figura 46, vectorii vitezelor, pot fi considerați ca fiind relativi și formează un triunghi. Deci proiecțiile vectorilor pe orizontală sînt date de relația :

$$V_p = V_m \cos \beta + V_r \cos \delta ; \quad (120)$$

iar proiecțiile vectorilor pe verticală :

$$V_m \sin \beta = V_r \sin \delta \quad (121)$$

în care :

V_p - viteza de înaintare a plugului.

V_m - viteza particulelor de sol față de suprafața cormanei dirijată pe suprafața de forfecare.

V_r - viteza particulelor de sol pe suprafața cormanei.

β - unghiul format de suprafața de forfecare și orizontală.

δ - unghiul de așezare a cormanei față de direcția de înaintare.

Din relația (121) rezultă :

$$V_r = \frac{V_m \sin \beta}{\sin \delta} ; \quad (122)$$

Introducînd relația (122) în (120) avem :

$$V_p = V_m \cos \beta + V_m \frac{\sin \beta}{\operatorname{tg} \delta} ; \quad (123)$$

sau,

$$V_p \operatorname{tg} \delta = V_m (\cos \beta \operatorname{tg} \delta + \sin \beta) ;$$

sau în fine :

$$V_m = \frac{V_p \operatorname{tg} \delta}{\cos \beta \operatorname{tg} \delta + \sin \beta} ; \quad (124)$$

Se observă că viteza particulelor de sol V_m este proporțională cu viteza de înaintare, dar depinde și de proprietățile solului și de unghiul δ al așezării cormanei față de direcția de înaintare.

Rezultă deci că putem mări viteza de lucru de la V_{p_0} la V_{p_1} și fără să crească viteza particulelor de sol V_m față de suprafața cormanei, se poate acționa asupra unghiului δ , în care caz trebuie respectată condiția :

$$V_{m_0} = V_{m_1} \quad (125)$$

unde :

V_{m_0} - viteza particulelor de sol în cazul cormanei clasice.

V_{m_1} - viteza particulelor de sol în cazul cormanei modificate pentru viteza mărită.

Inlocuind valoarea V_m din relația (123) în (124)

avem :

$$V_{m_0} = V_{m_1} = \frac{V_{p_0} \operatorname{tg} \delta_0}{\cos \beta \operatorname{tg} \delta_0 + \sin \beta} = \frac{V_{p_1} \operatorname{tg} \delta_1}{\cos \beta \operatorname{tg} \delta_1 + \sin \beta} \quad (126)$$

unde :

δ_0 - unghiul de așezare al cormanei clasice față de direcția de înaintare.

δ_1 - unghiul de așezare a cormanei modificate pentru viteza mărită față de direcția de înaintare.

Relația (125) se mai poate pune sub forma :

$$V_{p_0} \operatorname{tg} \delta_0 (\cos \beta \operatorname{tg} \delta_1 + \sin \beta) = V_{p_1} \operatorname{tg} \delta_1 (\cos \beta \operatorname{tg} \delta_0 + \sin \beta);$$

sau

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{V_{p_0} \operatorname{tg} \delta_0 \sin \beta}{V_{p_1} \cos \beta \operatorname{tg} \delta_0 + V_{p_1} \sin \beta - V_{p_0} \operatorname{tg} \delta_0 \cos \beta} \quad (127)$$

rezultă deci în final că:

$$\delta_1 = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{V_{p_0} \operatorname{tg} \delta_0 \sin \beta}{V_{p_1} \cos \beta \operatorname{tg} \delta_0 + V_{p_1} \sin \beta - V_{p_0} \operatorname{tg} \delta_0 \cos \beta} \quad (128)$$

4.2.-Cormana cu suprafață micșorată

S-a demonstrat că componentele forței de tracțiune necesare cormanei pe sol, pot fi micșorate prin reducerea suprafeței de lucru a cormanei.

Brazda de sol tăiată și ridicată de brăzdar în timpul lucrului se măruntește parțial pe pieptul cormanei, apoi este răstur-

nată și deplasată lateral de către aripa cormanei. Se consumă o energie cinetică oarecare datorită deplasării brazdei dată de relația Cap. 1-4

$$E = \frac{1}{2} mv^2$$

în care :

m = masa brazdei

v = viteza de aruncare laterală a brazdei pe aripa cormanei.

Rezultă că această energie cinetică crește cu majorarea vitezei de lucru și prin urmare crește și forța de tracțiune necesară deplasării cormanei în sol.

În vederea micșorării acestei energii cinetice consumate și a componentelor forței de tracțiune se pune problema micșorării suprafeței de lucru a cormanei prin tăierea aripei cormanei.

Bazându-ne pe constatarea din literatura de specialitate că rezistența la rostogolire este mai mică decât rezistența la alunecare și în vederea respectării cerințelor agrotehnice, se propune îndeplinirea rolului aripei cormanei prin adăugarea unui organ de lucru rotativ.

§5- Concluzii :

S-a studiat teoretic fenomenul de mișcare a stratului de sol pe suprafața de lucru a plugului pe baza căreia s-au stabilit metodele adecvate reducerii rezistenței la tracțiune, în vederea măririi vitezei de lucru a plugurilor.

Din analiza studiului teoretic se desprind următoarele concluzii :

- S-a demonstrat că viteza particulei de sol în timpul lucrului este proporțională cu viteza de înaintare, dar își micșorează valoarea în funcție de proprietățile fizico-mecanice ale solului și parametrii constructivi ai suprafeței de lucru.

- S-a analizat rezistența la tracțiune a plugului, ajungându-se la o relație care să permită determinarea acestei valori în funcție de elementele ce pot fi ușor măsurate.

- Din relația stabilită rezultă că rezistența la tracțiune depinde de o serie întreagă de parametrii constructivi, de proprietățile fizico-mecanice ale solului și de viteza de lucru.

- Se observă că rezistența la tracțiune conține termeni care depind de viteza de lucru și termeni care nu depind de aceasta, ceea ce este în concordanță cu formula rațională a lui Goriacikin.

- Se mai observă că prin mărirea vitezei de lucru a plugului, rezistența la tracțiune crește cu pătratul ei, dar depinde foarte mult și de unghiul δ .

- S-a demonstrat că micșorarea rezistenței la tracțiune în vederea măririi vitezei de lucru a plugului poate fi realizată prin micșorarea unghiului δ .

- Totodată s-a arătat că micșorarea rezistenței la tracțiune poate fi realizată prin micșorarea suprafeței de lucru a cormanei.

- S-a stabilit o relație acceptabilă între unghiul δ și viteze de lucru a plugului. Această relație permite modificarea cormanelor clasice să lucreze la viteze mărite.

- Se poate micșora rezistența la tracțiune a plugului prin înlocuirea aripei cormanei cu organe rotative.

P A R T E A III - A

CONTRIBUTII EXPERIMENTALE PRIVIND REDUCEREA REZISTENTEI
LA TRACTIUNE SI MARIREA VITEZELOR DE LUCRU A PLUGURILOR

P A R T E A III- A

CONTRIBUTII EXPERIMENTALE PRIVIND REDUCEREA REZISTENTEI LA TRACTIUNE SI MARIREA VITEZELOR DE LUCRU A PLUGURILOR

C A P I T O L U L I

CERCETARI EXPERIMENTALE PRIVIND CONSTRUCTIA PLUGURILOR REALIZATE, DESTINATE EXECUTARII ARATURII LA VITEZE MARITE

§ 1. Considerații generale.

Din analiza studiului documentar efectuat în partea I-a și a studiului teoretic elaborat în partea II-a, se desprind următoarele concluzii :

- Dintre metodele actuale de investigație abordate de cercetători, pentru reducerea rezistenței la înaintare a plugurilor, care să permită mărirea vitezelor de lucru, merită atenție acelea care contribuie la micșorarea frecării dintre sol și organele de lucru și modificarea construcției actuale a suprafețelor de lucru ale cormanelor [26].

- Modificarea formei suprafețelor de lucru ale cormanelor, capabilă să reducă rezistența și să permită mărirea vitezei de înaintare a plugurilor, constituie o cale de cercetare mai puțin investigată, dar cu posibilități mari.

- Construcțiile actuale ale suprafețelor de lucru ale cormanelor, au valorile unghiurilor δ cuprinse între 38° - 48° [27] ceea ce conduce la rezultate nesatisfăcătoare în condiții de lucru la viteze mărite, necesitând un consum mare de energie imprimând brazdei deplasări laterale mari, fapt ce duce la creșterea rezistenței plugului și la înrăutățirea indicilor calitativi de lucru.

- Din relația matematică stabilită privind influența vitezei de lucru asupra distanței la care sînt aruncate particulele de sol, se observă că această distanță este dependentă de viteza de lucru.

- Din relația matematică stabilită privind rezistența la tracțiune, rezultă că aceasta depinde de o serie întreagă de parametri constructivi, de proprietățile fizico-mecanice ale solului și de viteza de lucru.

- Se observă că prin mărirea vitezei de lucru a plugului, rezistența la tracțiune crește cu pătratul ei, dar depinde foarte mult și de unghiurile γ și θ .

- Micșorarea rezistenței la tracțiune în vederea măririi vitezei de lucru a plugului, poate fi realizată prin micșorarea unghiului γ .

- Micșorarea suprafeței de lucru a cormanei, duce la reducerea rezistenței la tracțiune.

Pentru a reprezenta dependența dintre distanța la care sînt aruncate particulele de sol și viteza de lucru, cea dintre rezistența la tracțiune și viteza de lucru și dependența dintre rezistența la tracțiune și unghiul γ s-au făcut următoarele aplicații numerice în relațiile stabilite în partea II-a.

S-au ales arbitrar, cinci viteze de lucru : 3 km/h ; 4 km/h ; 5 km/h ; 6 km/h ; 8 km/h.

S-a considerat că valorile parametrilor θ , γ , și g sînt $\theta = 25^\circ$; $\gamma = 40^\circ$, $\phi = 25^\circ$; $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ (constant)

θ - este unghiul format de brăzdar față de fundul brazdei.

γ - este unghiul format de tăișul brăzdarului față de direcția de înaintare.

ϕ - unghiul de frecare dintre sol și cormană (metal)

g - accelerația gravitațională.

S-a avut în vedere că ceilalți parametri sînt constanți.

Înlocuind aceste valori în relația (58) s-au obținut valori diferite ale distanței la care sînt aruncate particulele de sol (fig.47)

S-a făcut înlocuirea în relația (58), în vederea obținerii variației rezistenței la tracțiune în funcție de viteza de lucru. (fig.48)

Pentru reprezentarea grafică a influenței unghiului γ asupra rezistenței la tracțiune a plugului, s-au calculat cu relația (58). Valorile rezistenței la tracțiune calculate pentru fiecare trei valori ale unghiului γ , alese arbitrar, (40° ; 35° ; 30°), sînt reprezentați în figura 47.

Pentru verificarea rezultatelor și concluziilor de mai sus, s-au folosit patru modele de organe de lucru ale plugului în vederea încercărilor experimentale.

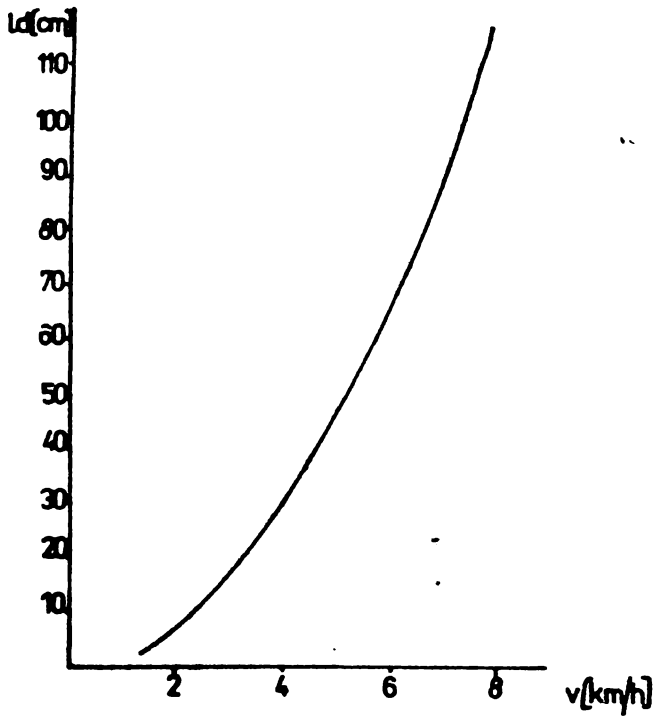


Fig.47. $L_d=f(V)$

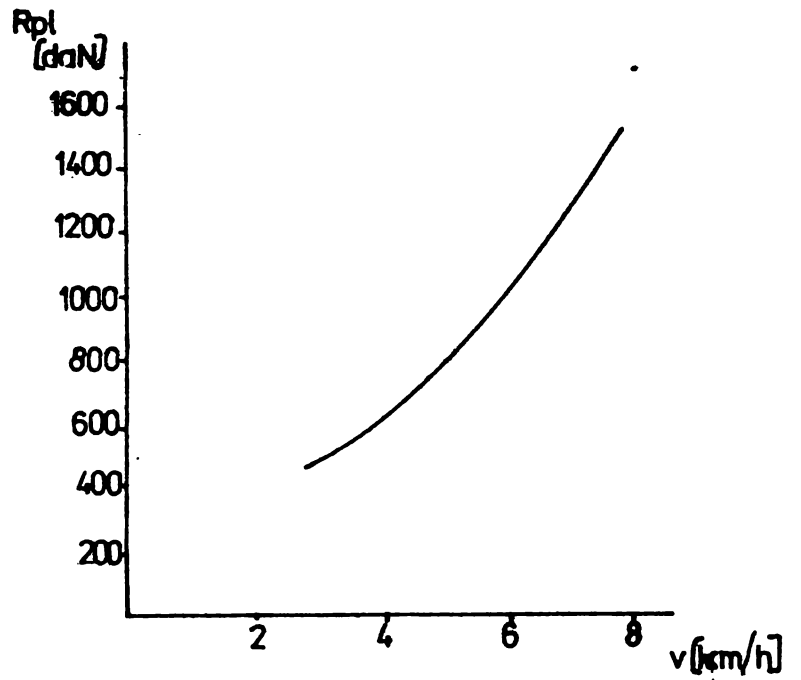


Fig.48. Variația rezistenței la tracțiune în funcție de viteza de lucru a plugului.

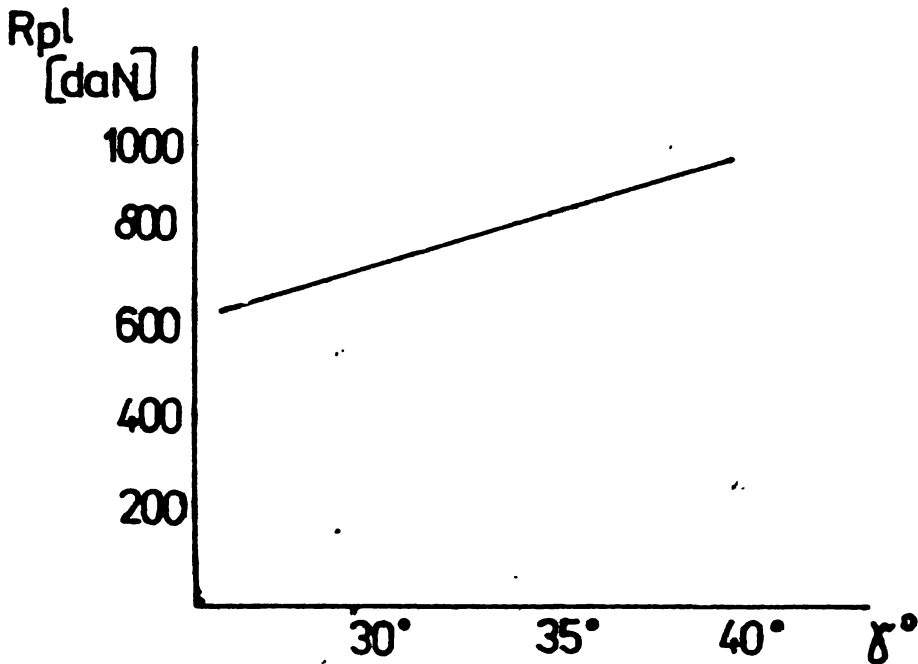


Fig. 49. Variația rezistenței la tracțiune în funcție de unghiul δ

Două variante au fost realizate prin micșorarea unghiurilor și două prin înlocuirea aripii cernanei cu organe de lucru rotative, urmărindu-se reducerea rezistenței la trac-

țiune prin înlocuirea frecării de alunecare cu frecare de rostogolire.

Variantele propuse și realizate au fost încercate experimental comparativ cu varianta clasică din fabricația de serie (plugul PP-4-30)

§ 2. Realizarea variantelor experimentale.

Pentru experimentări s-au realizat, în cadrul Institutului Politehnic Timișoara, patru variante de organe de lucru ale plugului pentru reducerea rezistenței la tracțiune și mărirea vitezei de lucru a plugului, două variante prin micșorarea valorilor unghiului γ , și celelalte prin înlocuirea aripei cormanei cu dispozitive cu role conice, respectiv cilindrice.

2.1. Realizarea variantelor cu unghiurile modificate.

Cele două variante au fost realizate prin modificarea cormanei universale clasice a plugului PP-4-30, având următorii parametri principali :

- lățimea de lucru $b = 300$ mm
- înălțimea conturului anterior $H = 300$ mm
- unghiul de așezare a brăzdarului față de direcția de înaintare $\gamma_0 = 40^\circ$
- unghiul de așezare a brăzdarului față de fundul brazdei $\theta = 25^\circ$
- creșterea maximă a unghiului γ pe toată înălțimea cormanei $\Delta\gamma = 8^\circ$
- viteza de lucru maximă $V \approx 6$ km/h.

Pe baza cercetărilor teoretice elaborate în partea II-a unghiurile γ ale cormanei au fost micșorate, în vederea micșorării rezistenței la tracțiune și mărirea vitezei de lucru. Aplicând relația

$$\gamma_1 = \arctg \frac{v_{po} \operatorname{tg} \gamma_0 \sin \beta}{v_{pl} \cos \beta \operatorname{tg} \gamma_0 + v_{pl} \sin \beta - v_{po} \operatorname{tg} \gamma_0 \cos \beta}$$

S-a obținut valoarea unghiului γ_1 corespunzător mării vitezei

de lucru a cormanei clasice de la 6 km/h la 7,5 km/h fără să crească rezistența la tracțiune a acesteia. Astfel, la varianta I-a cu cormana modificată în vederea măririi vitezei de lucru s-au determinat următorii parametri principali :

- lățimea de lucru $b = 280 \text{ mm}$
- înălțimea conturului anterior $H = 280 \text{ mm}$
- unghiul de așezare a brăzdarului față de direcția de înaintare $\gamma = 27^\circ$
- unghiul de așezare a brăzdarului față de fundul brazdei $\theta = 25^\circ$
- creșterea maximă a unghiului γ pe toată lățimea cormanei $\Delta\gamma = 8^\circ$
- viteza de lucru rezultată din calcule $v_{pl\max} \approx 7,5 \text{ km/h}$.

Aplicînd aceeași formulă s-a obținut valoarea unghiului a celei de-a doua variantă Corespunzător măririi vitezei de lucru a cormanei clasice de la 6 km/h la 8 km/h avînd următorii parametri

- lățimea de lucru $b = 270 \text{ mm}$
- înălțimea conturului anterior $H = 270 \text{ mm}$
- unghiul de așezare a brăzdarului față de direcția de înaintare $\gamma = 24^\circ$
- unghiul de așezare a brăzdarului față de fundul brazdei $\theta = 25^\circ$
- creșterea maximă a unghiului pe toată înălțimea cormanei $\Delta\gamma = 6^\circ$
- viteza de lucru calculată $v_p = 8 \text{ km/h}$

Legea de variație a unghiurilor γ pe toată suprafața înălțimea cormanei pentru ambele variante este prezentată în fig.50, comparativ cu cea de la cormana clasică a plugului PP-4-30. Această modificare constructivă a implicat și schimbări în valorile unghiurilor α și β dupăcele prezentate în fig.51 și fig.52.

Valorile acestor unghiuri pe pieptul și aripa cormanei au fost măsurate în laborator cu ajutorul profilografului prezentat în fig.53.

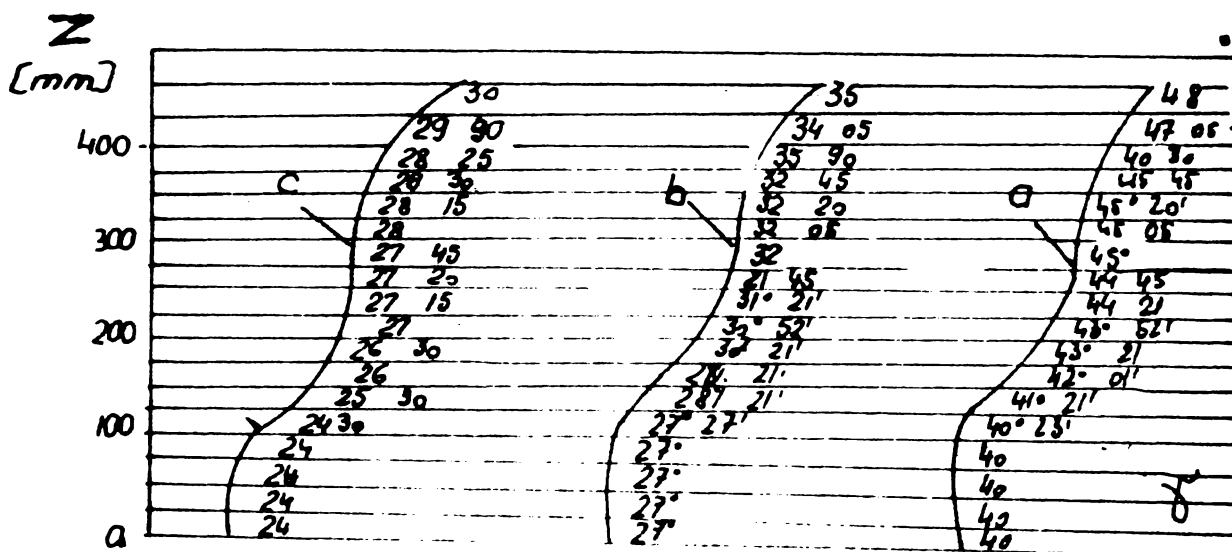


Fig.50. Variația unghiurilor δ .

- a) cormana normală, b) cormana modificată $\delta = 27^\circ$
- c) cormana modificată $\delta = 24^\circ$

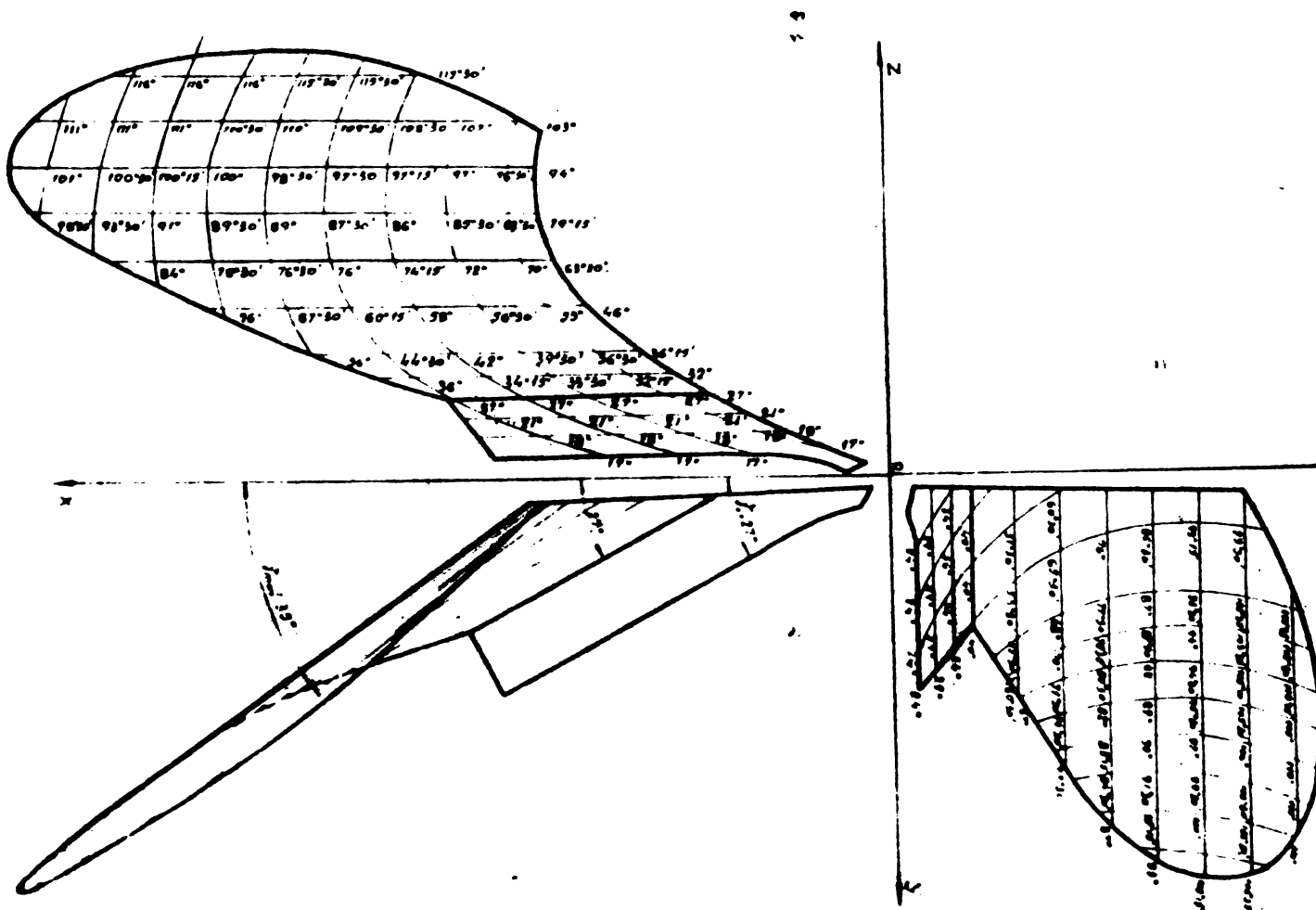


Fig.51. Cormana pentru viteza mărită, varianta I-a

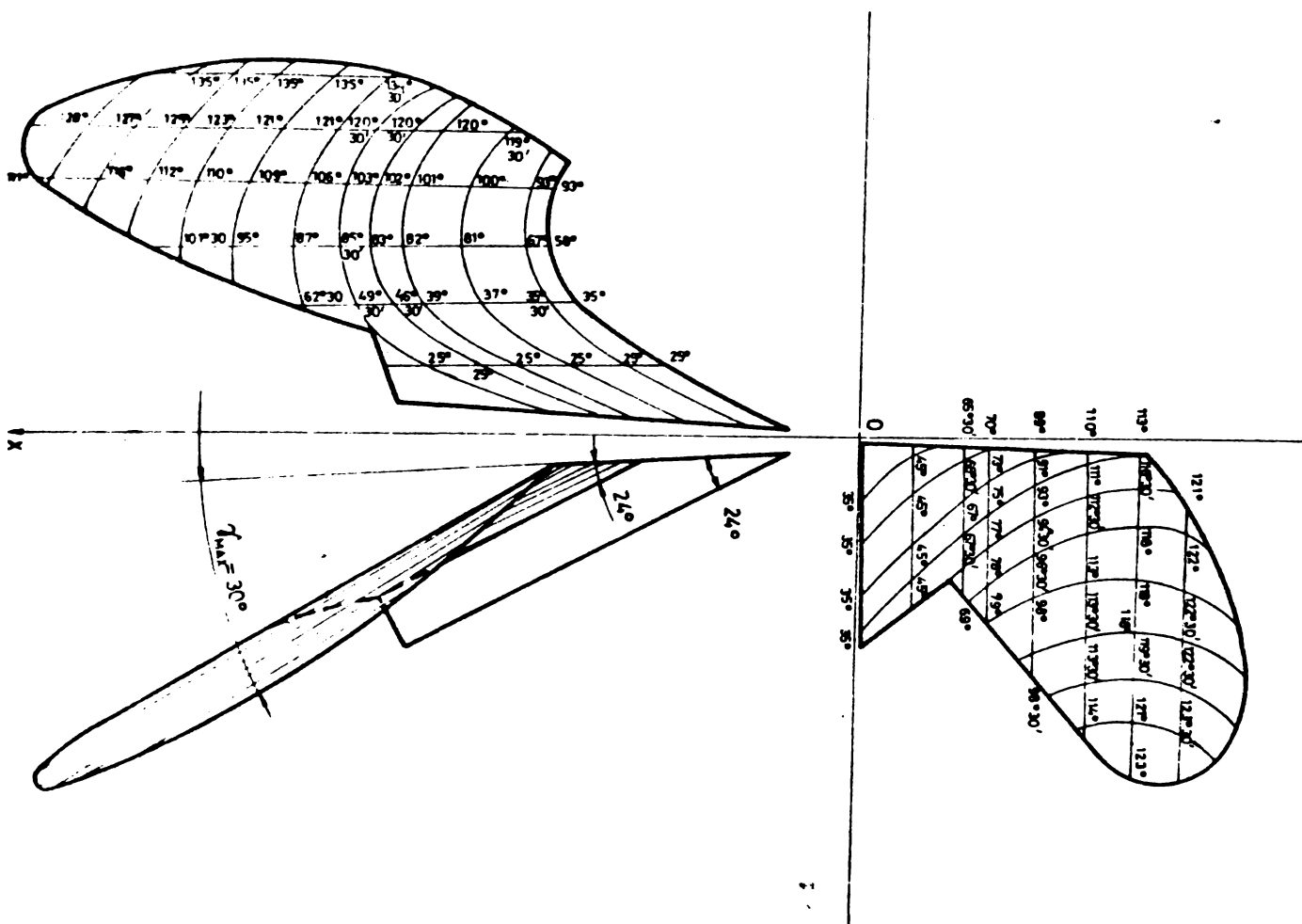


Fig.52. Cormana pentru vitèza mărîtă, varianta II-a.

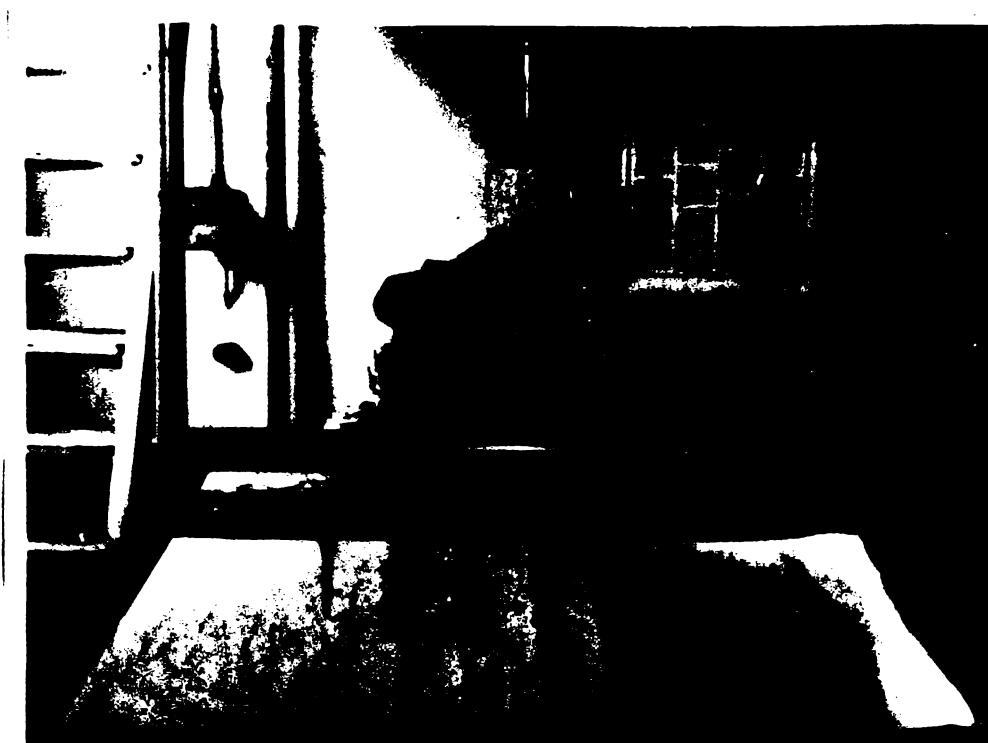


Fig.53. Profilografu

INSTITUTUL POLITEHNIC
TIMISOARA
BIBLIOTECA

Pentru varianta I-a, în pieptul cormanei unghiul α variază de la 10° pînă la $115^{\circ} 30'$, iar în aripa cormanei de la 56 pînă la 116° , ceea ce indică o creștere mare a acestui unghi, contribuind la mărunțirea și afinarea satisfăcătoare a solului. Unghiul β variază în pieptul cormanei de la 24° pînă la $103^{\circ} 30'$ iar în aripa cormanei de la 87° la 110° ceea ce conduce la răsturnarea nesatisfăcătoare a brazdei, proces ce se îmbunătățește la viteze mărite datorită transmiterii unei inerții mari brazdei.

În fig.52 reiese că unghiurile α , β variază pe pieptul și aripa cormanei la fel și pentru varianta II-a; astfel în pieptul cormanei unghiul α variază de la 20 pînă la $134^{\circ} 30'$ iar în aripa cormanei de la $62^{\circ} 30'$ pînă la 135° . Unghiul β variază în pieptul cormanei între valorile $35-122^{\circ}$, iar în aripa cormanei în limitele $18 - 123^{\circ} 30'$.

Această modificare a geometriei suprafeței cormanei și în special micșorarea unghiului δ a creat posibilitatea curgerii mai ușoare a brazdei pe suprafața de lucru a acesteia, ceea ce determină reducerea rezistenței opuse de sol la înaintarea trapezei.

În figura 54 este arătată o variantă de plug cu unghiul δ a cormanelor modificat, montat pe tractorul U-651 M.



Fig.54. Plug experimental cu cormană cu unghiul δ modificat, montat pe tractor.

2.2. Realizarea variantei experimentale cu role conice

Pe baza studiului teoretic elaborat, în cadrul acestei lucrări, pentru reducerea rezistenței la înaintare a plugului care să permită sporirea vitezei de lucru, s-a realizat și varianta cu role conice.

Varianta s-a construit prin modificarea formei actuale a cormanului micșorând suprafața de lucru a acesteia și folosind în același timp un dispozitiv pentru îmbunătățirea calității arăturii. La fiecare trupiță s-a atașat un tambur-rolă care înlocuiește o parte din cormană (fig.55)

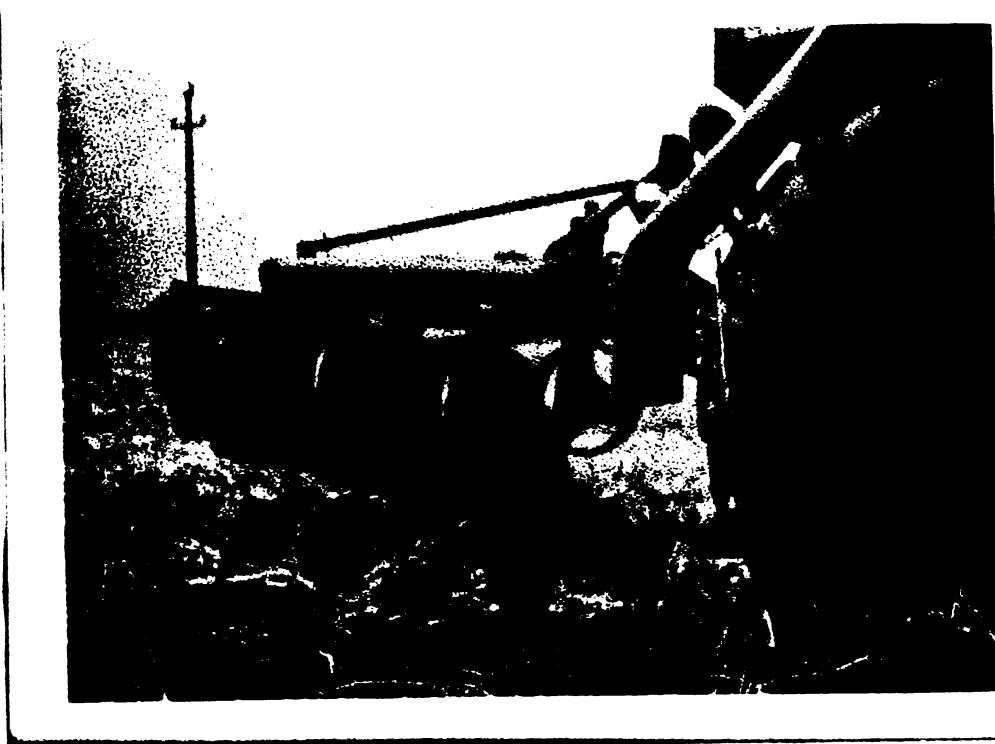


Fig.55. Plug experimental cu cormană cu tambur-rolă, montat pe tractor.

Această variantă este un model experimental, construit la Institutul Politehnic Timișoara, cu scopul de a se urmări comportarea lui la viteza de lucru mărită.

Pe cadrul plugului sînt fixați niște suporturi tamburi-rolă cu axul de rotație vertical. Cormanele plugului sînt de tip universal, la care s-a decupat aripa cormanului - reducîndu-se suprafața acesteia cu circa 30% - și s-a înlocuit cu rolele-tambur. Aceste role-tamburi se rotesc și au rolul de a înlocui frecarea de alunecare a solului pe suprafața cormanului sau frecarea de rostogolire, dar îndeplinind aceleași funcții ale aripilor cormanului.

Unghiul format de tăișul brăzdarului cu planul vertical al peretelui brazdei este de 40° .

Dispozitivul cu rolă conică, are rolul preponderent de a suplini aripa cormanei în procesul de răsturnare a brazdei în vederea respectării cerințelor agrotehnice de bază impuse arăturii, fără a necesita un consum echivalent de energie celui consumat de aripa cormanei detașate. Rola are un profil asemănător profilului cormanei în zona de decupare, constituind o prelungire a suprafeței de lucru a cormanei.

Rola s-a confecționat din cauciuc și s-a montat pe un ax vertical pe lagăre cu rulmenți și cu posibilitatea de reglare a poziției față de cormană și a înclinării față de verticală.

Brazda este tăiată și ridicată de brăzdar pe pieptul cormanei, unde se mărunțește parțial, apoi este preluată de rolă și în contact cu aceasta, continuă procesul de mărunțire, iar prin rotirea acesteia, este răsturnată parțial.

2.3. Realizarea variantei experimentale cu role cilindrice

Această variantă este construită la Institutul Politehnic Timișoara, ca un model experimental, pe baza unor rezultate obținute în R.P.Ungară.

Varianta este realizată pe principiul cormanei cu role conice, amintită mai înainte, însă la fiecare trupiță a cărei suprafață a cormanei s-a decupat, s-a atașat câte două role cilindrice care înlocuiesc o parte din cormană (fig.56)



Fig.56. Plug experimental cu cormană cu role cilindrice montat pe tractor.

Rolele cilindrice sînt confecționate din cauciuc și sînt montate pe lagăre cu rulmenți.

Rolele cilindrice sînt fixate pe cadrul plugului în așa fel, încît să înlocuiască aripa cormană în procesul de răsturnare a brazdei.

Brazda este tăiată și ridicată de brăzdar pe pieptul cormanei unde de mărunțește parțial, apoi este preluată de prima rolă cilindrică, care are ca rol principal schimbarea traiectoriei brazdei. Apoi brazda este preluată de a doua rolă cilindrică și în contact cu aceasta continuă procesul de mărunțire, iar prin rotirea acesteia brazda este răsturnată parțial.

Variantele de plug realizate au fost supuse la încercările experimentale în condițiile de cîmp, conform metodelor de încercare cunoscute în agregat cu tractorul U-651 M. În unele faze speciale ale experimentărilor s-au folosit două tractoare pentru agregarea variantelor experimentate.

C A P I T O L U L II

METODICA EXPERIMENTALA

§ 1. Considerațiuni generale

Incercările experimentale au drept scop scoaterea în evidență a performanțelor variantelor la viteza de lucru mărită, atât din punct de vedere al calității arăturii, cât și din punct de vedere al indicilor economici. Totodată încercările experimentale pun în evidență variația indicilor calitativi și energetici de lucru, funcție de tipul organului de lucru și dependența dintre variația unghiului γ , rezistența la tracțiune și viteza de lucru a plugului.

Incercările experimentale se fac pe cale patru variante cercetate comparativ cu performanțele agrotehnice și de exploatare (rezistența la tracțiunea, consumul de combustibil, și viteza de lucru) realizată de plugul normal PP-4-30.

În vederea experimentării variantelor se parcurg următoarele etape :

- pregătirea aparaturii de măsură ;
- pregătirea variantelor ;
- alegerea și organizarea parcelelor ;

§ 2. Pregătirea aparaturii de măsură

Pentru determinarea indicilor calitativi și energetici de lucru a variantelor, este necesară următoarea aparatură :

- dinamograf hidraulic ;(4)
- rama dinamometrică ; (5)
- dispozitiv de înregistrat consumul de combustibil (1)
- dispozitiv pentru determinarea profilului solului,
- rama pătrată specială de 1 m²;
- brazdometru ; ruletă de 50 m;
- cronometru ;
- nivelă cu bulă de aer ;
- capsula pentru determinarea umidității ;
- jaloane ;
- picheți ;
- aparat de fotografiat .

Accesoriiile necesare pentru a măsura forța de rezistență la tracțiune a plugului și consumul de combustibil au fost montate pe tractor, după schema din fig.57.

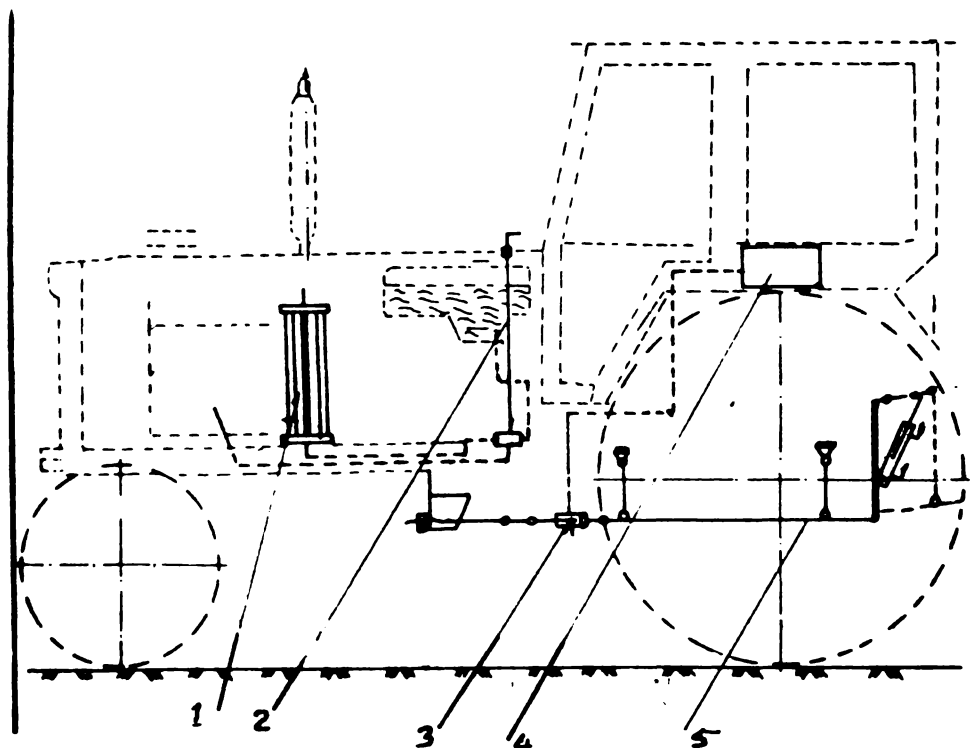


Fig.57. Modul de amplasare al aparaturii de măsură, pe tractor

Pentru măsurarea consumului de combustibil s-a folosit dispozitivul prevăzut cu tub de nivel, existent la Facultatea de Mecanică agricolă (fig.58). amplasat în circuitul de alimentare al motorului tractorului (fig.59)



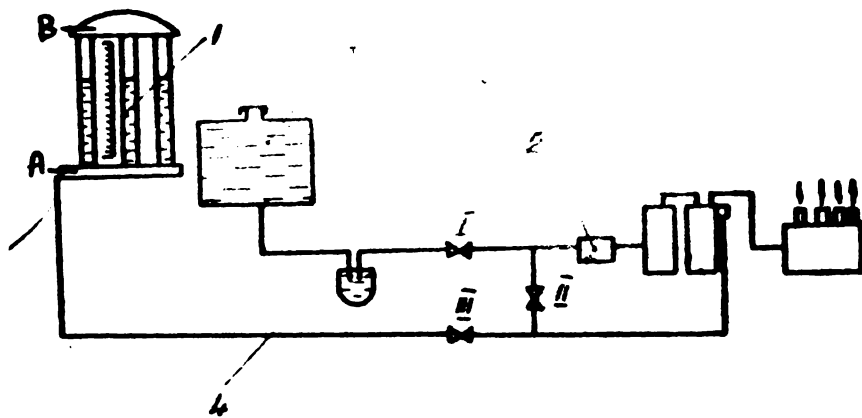


Fig.59. Aparat pentru măsurarea consumului de combustibil cu tub de nivel așezat în sistemul de alimentare.

lui și s-a intercalat în circuitul de combustibil în amonte de pompa de alimentare.

Modul de lucru al aparatului este următorul: cînd nu se efectuează măsuratori de consum (fig.60 poziția a) motorul consumă din rezervorul principal -3- căile I și II sînt deschise, iar calea III este închisă.

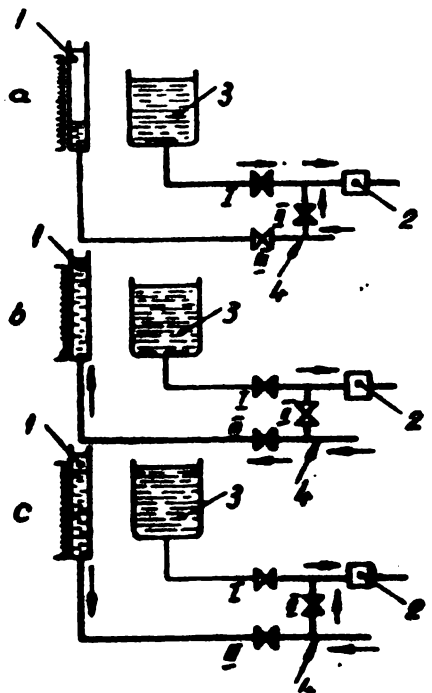


Fig.60.

se trece pe poziția „măsurare” pornind în același timp și un cronometru; în acest caz motorul va consuma numai din rezervorul

Aparatul este compus din bazi-
nul inferior -B-
bazinul superior
-A-; rezervor
gradat -1- și
5 țevi de legătur
Aparatul cumuni-
că cu sistemul
de alimentare pri
intermediul ro-
binetului cu 3
căi. Aparatul
s-a montat pe
șasiul tractoru-

Pentru umplerea rezervorului se trece robinetul cu trei căi pe poziția de umplere în care caz căile I și II (fig.60-poz. 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. După umplerea cilindrului de măsură, se trece robinetul cu trei căi în poziția normală, arătată în fig.60-poziția a).

Pentru efectuarea unei mă-
surători robinetul cu trei căi

de măsură (fig. 60 poziția C).

Înainte de efectuarea măsurătorilor în condiții de câmp, aparatul de consum a fost supus unor încercări în condiții de laborator pentru controlul etanșeității, stabilirea pierderii de presiune și determinarea constantei aparatului.

Pentru măsurarea forței de tracțiune, s-a montat dinamograful hidraulic între plug și tractor prin intermediul ramei dinamometrice. Rama dinamometrică este formată din două lonjeroane orizontale și doi suportți verticali care s-au montat în părțile laterale ale tractorului. Suportții și lonjeroanele formează împreună o ramă care s-a fixat articulat pe cadrul tractorului (fig.57).

În partea inferioară, între carterul ambreajului și lonjeron , s-a cuplat cilindrul de forță al dinamografului (fig.61) Pe suportții verticali s-a montat mecanismul de ridicare și coborâre al instalației hidraulice a tractorului.

Cilindrul de forță al dinamografului a fost pus în legătură cu dinamograful prin intermediul unui furtun.

În partea dreaptă a tractorului, lângă cabină, pe aripă s-a montat dispozitivul de înregistrare al dinamografului.

Scara reală a inducțiilor dinamografului diferă de obicei de cea calculată, ceea ce se aplică prin diferența dintre proprietățile elastice reale ale arcului față de cele considerate în calcul [55]

De aceea, pentru evaluarea reală a valorii rezistenței la tracțiune s-a realizat în prealabil etalonarea dinamografului cu ajutorul unei mașini de tarare prezentată în fig.62.

Dinamograful a fost încărcat succesiv cu forțele cunoscute $p_1 p_2$ și de fiecare dată banda de hîrtie a fost deplasată cu una și aceeași distanță. S-a obținut o diagramă în trepte, treapta superioară corespunzînd sarcinii maxime P. După aceasta și în aceeași succesiune, însă în sens invers, s-a descărcat dinamograful. Astfel s-a verificat scara aparatului.

§ 3. Pregătirea variantelor experimentale în vederea încercărilor.

Înainte de începerea încercărilor s-au executat următoarele operațiuni :



Fig.61. Cilindrul de forță al dinamografului hidraulic montat pe tractor.

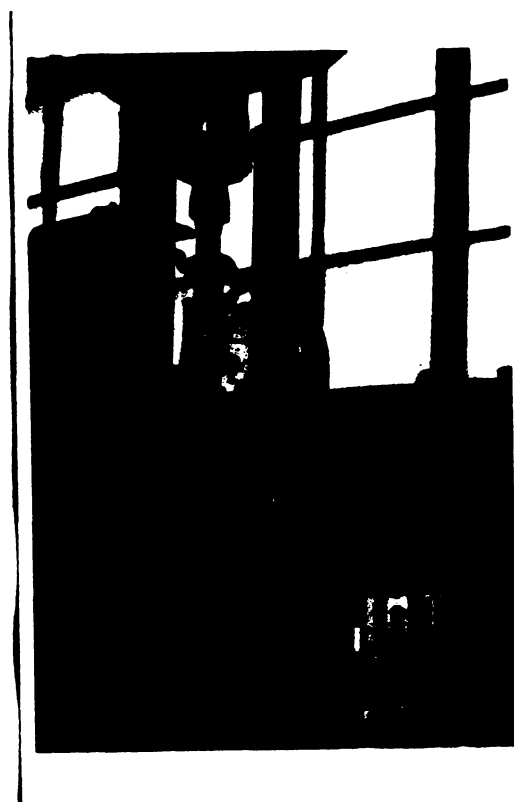


Fig.62. Instalația folosită pentru tararea dinamografului.

- Executarea întreținerii tehnice zilnice la cele patru variante ;
- Cu fiecare variantă s-a executat arătută la o adâncime medie de 20-25 cm pe suprafața de circa 1 ha, pentru a se lustrui

suprafețe cormanelor.

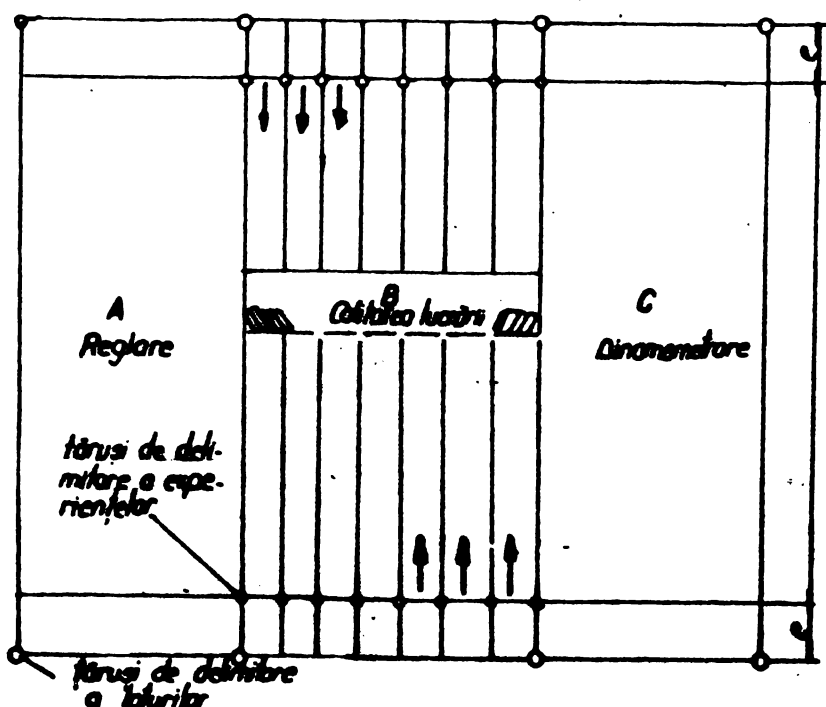
- S-au verificat reglajele fiecărei variante.

§ 4. Alegerea și organizarea parcelelor

Experimentările s-au efectuat pe teritoriul Stațiunii didactice și experimentale a Institutului agronomic din Timișoara pe un sol cernoziom levigat cu textura luto-nisipoasă în miriște de orez, având următoarele caracteristici: principale: rezistența specifică la arat 5,6-6,0 N/cm², umiditatea relativă pe adâncimea de lucru 23%, înălțimea medie a miriștii 12 cm.

Suprafața totală a parcelei destinată încercării pentru o variantă în condițiile de lucru date a fost determinată în așa fel încât să se asigure posibilitatea de executare a întregului volum de determinări prevăzute la încercările de laborator-
oîmp.

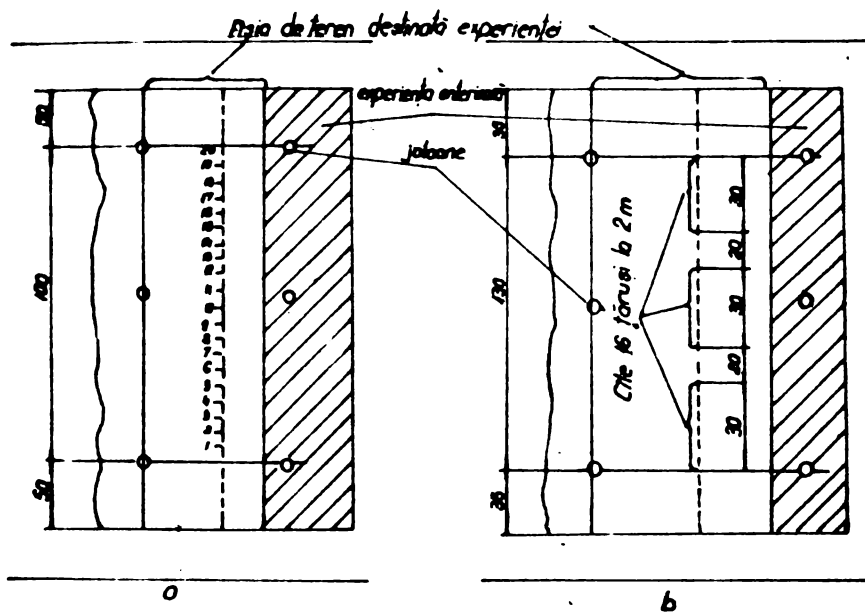
Parcela a fost împărțită în trei loturi principale după schema din fig.63 și anume:



- lotul A, pentru încercări de reglare ;
 - lotul B, pentru determinarea indicilor calitativi de lucru.
 - lotul C, pentru determinarea indicilor energetici.
- Loturile au fost amplasate în mod diferit între ele cu condiția de a prezenta caracteristici uniforme.

Fig.63. Schema de amplasare a loturilor.

Suprafețele loturilor experimentale s-au delimitat cu țărugi și jaloane conform schemei din fig.64. și fig.65.



Schema de jalonare a parcelei pentru determinarea cotelii lucrării (a) și pentru dinamometrare (b)

Fig.64. Model de marcarea cu picheți a loturilor.



Fig.65. Lotul experimental delimitat de picheți și jaloane.

§ 5. Desfășurarea încercărilor

5.1. Considerațiuni generale

După încheierea etapelor pregătitoare s-a trecut la efectuarea măsurărilor propriu-zise.

Înainte de începerea determinărilor, pentru fiecare ex-

periență s-a făcut pregătirea și reglarea plugului pe lotul de teren A.

Fiecare variantă experimentală a fost supusă aceluiași și încercări, în condiții identice de sol și regim de lucru și anume:

- încercări în vederea determinării indicilor calitativi de lucru;
- încercări în vederea determinării indicilor energetici.
- încercări în vederea determinării indicilor de exploatare

Pentru determinarea indicilor calitativi și energetici, încercările s-au repetat de trei ori, în aceleași condiții de sol și la aceleași reglaje ale plugului.

Pentru aprecierea comparativă a variantelor încercate la diferite viteze de lucru, s-au determinat pentru fiecare variantă următorii indici:

5.2. Determinarea vitezei de lucru

Viteza de deplasare s-a determinat în funcție de timpul în care agregatul a parcurs lungimea parcelei ($l = 200$ m). S-a determinat în km/h prin cronometrare prin următoarea metodă:

Un observator sa așezat de la început lângă primul jalon în așa fel ca să privească roțile din spatele tractorului. În momentul când roțile din spate au trecut peste linia de observație, observatorul a cuplat cronometrul și a ocupat o poziție asemănătoare în dreptul ultimului jalon, la capătul parcelei unde a decuplat cronometrul în momentul în care roțile din spate au trecut peste linia de observație. Timpul determinat t a permis determinarea vitezei

$$v = \frac{l}{t}$$

5.3. Determinarea indicilor calitativi de lucru

5.3.1. Adâncimea de lucru

Adâncimea de lucru s-a determinat în cm, în dreptul fiecăruia din cei 21 de țaruși așezați în lungul parcelei, cu ajutorul brazdometrului.

Pe baza măsurătorilor adâncimii de lucru, și pentru fiecare repetare, s-au determinat următorii indici: adâncime medie a_m , abaterea medie pozitivă și negativă a adâncimii δ_a ,

abaterea accidentală maximă pozitivă și negativă $\mp \Delta_a$, abaterea medie pătratică σ_a , indicele de variație $V_a\%$. Indicii enumerați mai sus s-au calculat cu ajutorul metodelor statistice.

5.3.2. Lățimea de lucru :

S-a determinat în cm prin măsurători cu ruleta, în dreptul fiecăruia din cei 21 de picheți.

Pe baza măsurătorilor lățimii de lucru, și cu formulele folosite și la analiza adâncimii de lucru, sau calculat, lățimea medie de lucru (B_m), abaterea medie pozitivă și negativă a lățimii de lucru ($\pm \sigma_B$), abaterea accidentală maximă pozitivă ($+\Delta B$) și negativă ($-\Delta B$) de la lățimea medie de lucru, abaterea medie pătratică a lățimii de lucru (σ_B) și indicele de variație a lățimii de lucru ($V_B\%$).

5.3.3. Gradul de acoperire cu sol a masei vegetale (G_{av})

Gradul de acoperire cu sol a masei vegetale s-a determinat pentru fiecare experiență în dreptul pichetilor nr. 3, 6, 9, 11, 15, 17 pe suprafața de 1 m^2 .

S-a determinat greutatea totală a masei vegetale de la suprafața de 1 m^2 , înainte de trecerea plugului și greutatea masei vegetale rămase la suprafața pe proba luată 1 m^2 , după trecerea plugului.

Gradul de acoperire cu sol a masei vegetale s-a calculat cu ajutorul relației

$$G_{av} \% \hat{=} \frac{\sum_{i=1}^{i=n} G_s}{n G_t} \cdot 100 \quad (129)$$

în care

- G_{av} - gradul de acoperire cu sol a masei vegetale
- G_s - masa vegetală rămasă, măsurată la suprafața solului, pe proba luată după trecerea plugului (kg)
- G_t - masa vegetală totală, măsurată la suprafața solului, pe proba luată înainte de trecerea plugului (kg)
- n - numărul de probe luate.

5.3.4. Gradul de afânare a solului (G_{as})

S-a determinat în 8 repetiții pentru fiecare experiență și anume câte două la fiecare din cele două curse de încercare pe partea dreaptă și stângă a parcelei în dreptul țărășilor 4 și 12 la prima cursă și și respectiv 8 și 16 la cursa următoare.

S-a determinat suprafața secțiunii transversale a brazdei, măsurată la proba luată după trecerea plugului. S-a determinat suprafața secțiunii transversale a brazdei măsurată la proba luată, înainte de trecerea plugului (cm^2).

Gradul de frînare a solului pe adâncimea de lucru a plugului s-a determinat cu relația:

$$G_{as} \% = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta Si}{Si} \cdot 100 \quad (130)$$

în care:

G_{as} - reprezintă gradul de afânare a solului pe adâncimea de lucru;

ΔSi - diferența dintre suprafața secțiunii transversale a brazdei, măsurată la o probă, după trecerea plugului și suprafața secțiunii transversale a brazdei, măsurată la o probă înainte de trecerea plugului (cm^2)

Si - suprafața secțiunii transversale a brazdei măsurată la o probă, înainte de trecerea plugului (cm^2)

n - numărul de probe luate.

5.4. Determinarea indicilor energetici de lucru.

Experimentările au comportat și stabilirea indicilor energetici. Dintre aceștia, s-au considerat ca cei mai importanți (care fac obiectul cercetării de față) stabilirea rezistenței la tracțiune, a consumului de combustibil și puterea necesară pentru agregarea plugului.

Determinările s-au făcut pe lotul de teren C în baza aceluiași plan de încercări cu cele patru variante, ca și în cazul determinării indicilor calitativi de lucru.

Pregătirea și reglarea variantelor s-a efectuat pe lotul de teren A.

Cercetările experimentale s-a efectuat în două etape. În prima etapă s-a urmărit variația indicilor energetici

funcție de tipul organului de lucru, iar în a doua s-a urmărit variația acestor indici în funcție de viteza de lucru.

Pentru determinarea influenței tipului organului de lucru asupra indicilor energetici de lucru, cele 4 variante au fost încercate în aceleași condiții de sol și de exploatare.

Pentru fiecare variantă s-a făcut câte trei determinări, în vederea obținerii unei valori medii cât mai apropiate de realitate.

Pentru determinarea influenței vitezei de lucru asupra indicilor energetici, cele patru variante au fost încercate în aceleași condiții de sol și la 3 trepte de viteze diferite și anume la II R, III R și IV R.

Pentru fiecare viteză s-au făcut câte trei determinări.

În cadrul încercărilor s-au făcut măsurători concomitente asupra următoarelor elemente:

- adâncimea și lățimea de lucru
- rezistența la tracțiune
- viteza de deplasare a agregatului plug-tractor
- consumul de combustibil

Pe baza măsurătorilor s-au determinat următorii indici:

A_m - adâncimea medie de lucru, în cm ;

B_m - lățimea medie de lucru, în cm;

S - secțiunea brazdei arată la o trecere în cm^2 ;

R_p - rezistența la tracțiune, în N ;

K - rezistența specifică a solului la executarea arăturii cu plugul încercat, în N/cm^2 .

V - viteza de deplasare efectivă în km/h .

Q - consumul de combustibil în l/ha .

5.4.1. Metode de determinare

Adâncimea (a) și lățimea de lucru (B) precum și viteza de deplasare (V) s-au determinat ca și în cazul indicilor calității lucrului.

Măsurătorile de adâncime și lățime s-au făcut în dreptul

metrelor pe lungimea cursei de încercare (fig.65).

Cronometrarea timpului pentru determinarea vitezei s-a făcut pe întreaga lungime a cursei de încercare, avându-se în vedere să nu se acționeze asupra modificării turației motorului pe acest interval.

Secțiunea brazdei arate (S) s-a determinat prin produsul dintre adâncimea și lățimea medie de lucru.

Rezistența la tracțiune s-a determinat cu dinamograful hidraulic montat pe tractorul u-651 M cu ajutorul ramei dinamometrice, iar consumul de combustibil cu ajutorul dispozitivului de măsurat combustibil (fig.57).

Rezistența specifică la tracțiune (K) pentru fiecare variantă a fost determinată din raportul rezistenței medii la tracțiune (R_m) și secțiunea medie a brazdei (S_m).

Puterea necesară pentru tractarea plugului s-a calculat cu relația :

$$P = \frac{R_{pl} \cdot v}{1000} \quad (131)$$

în care:

P - este puterea necesară tractării în KW.

v - viteza de lucru a agregatului m/s

R_{pl} - rezistența la tracțiune a plugului în N

§ 6. Determinarea indicilor de exploatare

Dintre acești indici se determină productivitatea plugului încărcat și se observă comportarea generală a plugului în timpul lucrului.

Pe baza măsurărilor efectuate anterior privind viteza și lățimea de lucru s-a calculat capacitatea de lucru a agregatului cu relația

$$W = 0,36 B \cdot v \quad (132)$$

în care

W - este capacitatea de lucru a agregatului ha/h

B - lățimea de lucru a agregatului în m

v - viteza de lucru în m/s

Comportarea plugului în timpul arăturii s-a stabilit

prin observații generale asupra:

- adincimii și lățimii de lucru
- stabilității în mers a plugului
- îngropării resturilor vegetale
- înfundării plugului.

§ 7. Concluzii

Pe baza cercetărilor teoretice elaborate în cadrul acestei lucrări, s-au construit patru variante experimentale, două variante cu unghiurile δ ale cormanelor modificate și două cu cormane cu aripa scurtată la care s-a adăugat role rotative.

- Variantele realizate au fost supuse încercărilor comparative cu plugul normal PP-4-30 în condiții de câmp identice.

- Fiecare variantă a fost supusă la aceleași încercări prin care s-a urmărit:

- a) determinarea indicilor calitativi de lucru
- b) determinarea indicilor energetici
- c) determinarea indicilor de exploatare

- Pentru a urmări influența vitezei de lucru asupra acestor indici încercările s-au făcut utilizând trei trepte de viteză II R, III R și IV R.

C A P I T O L U L III

PRELUCRAREA SI INTERPRETAREA DATELOR EXPERIMENTALE

§ 1. Metoda statistice de prelucrare a datelor experimentale. [19, 70, 78]

Prelucrarea statistică a măsurătorilor se face în scopul determinării valorilor adevărate ale mărimilor măsurate, precum și a stabilirii preciziei acestora.

Pentru a reflecta cât mai fidel condițiile fizice de măsurare se are în vedere că rezultatele măsurătorilor sînt afectate de erori, că abaterea rezultatului de la valoarea adevărată este cauzată de factori aleatori, unde probabilitatea de apariție a erorilor pozitive este egală cu cea de apariție a erorilor negative și probabilitatea erorilor foarte mari este egală cu cea a erorilor foarte mici.

Pentru prelucrarea datelor obținute în urma unei cercetări, aceste date se înscriu într-un tabel și se ordonează după mărimea lor, începînd cu valoarea cea mai mică și sfîrșind cu valoarea cea mai mare, iar în dreptul fiecărei valori se trece numărul de repetiție ale aceleiași valori sau frecvența.

Se impune gruparea observațiilor pe clase în cazul unui număr mare de observații (cel puțin ≥ 50). În general, se va ține seama de următoarele recomandări :

50 - 100 observații	...	8 - 10 clase ;
101 - 200	"9 - 12 "
201 - 300	"	...10 - 15 "
peste 300	"	...12 - 200 "

Cunoscînd numărul de clase cu care vom lucra și amplitudinea variației (diferența între valoarea cea mai mare și cea mai mică), putem calcula intervalul de clase astfel:

$$\text{interval de clasă} = \frac{\text{amplitudinea variației}}{\text{numărul claselor}}$$

Prelucrarea statistică constă în caracterizarea prin anumite mărimi numerice a distribuțiilor de frecvențe. Pentru aceasta ne servim de așa numiții „indici statistici” care sînt: media aritmetică, varianța, abaterea standard, coeficientul de variație etc.

Dacă șirul de măsurători este format din $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, media aritmetică \bar{x} se deduce astfel :

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

sau

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (133)$$

Dacă în șirul de măsurători x_1 apare de n_1 ori, x_2 de n_2 ori... x_k de n_k ori, atunci media aritmetică este dată de expresia:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{l=1}^k \frac{f \cdot x_l}{n}}{n} \quad (134)$$

unde : f - frecvența absolută a intervalului ;
 n - numărul de măsurători.

Media aritmetică are o deosebită importanță în estimarea preciziei măsurătorilor, atunci cînd nu se cunoaște valoarea exactă a mărimii măsurate. Ea permite aplicarea principiului metodei celor mai mici pătrate sau condiției Lagrange, care arată că suma pătratelor abaterilor valorilor observate x , față de media aritmetică \bar{x} , este mai mică decît suma pătratelor abaterilor aceluiași valori față de orice număr.

Valorile medii nu ne dau o imagine completă asupra unui șir statistic. Pentru o caracterizare precisă a șirului statistic este necesar să știm cum se grupează valorile individuale în jurul valorilor medii, dacă sînt apropiate sau îndepărtate de aceste valori. Mai interesează și dispersia valorilor individuale în jurul valorilor medii. Dispersia observațiilor în jurul valorilor medii, de exemplu în jurul mediei aritmetice, se măsoară cu ajutorul indicilor dispersiei, cum ar fi abaterea medie pătratică și abaterea standard.

Abaterea medie (deviația medie) este media valorilor absolute ale abaterilor individuale de la media aritmetică \bar{x} :

$$\delta = \frac{x - \bar{x}}{x} \quad (135)$$

În cazul distribuțiilor de frecvențe (grupate) se utilizează relația :

$$\delta = \frac{f(x - \bar{x})}{n} \quad (136)$$

în care f este frecvența clasei, iar x valoarea fiecărei clase.

Indicele cel mai sigur al dispersiei este abaterea medie pătratică sau varianța, care este media aritmetică a pătratelor abaterilor valorilor individuale ale unui șir statistic de la media aritmetică a șirului respectiv.

La șirurile statistice alcătuite dintr-un număr mic de observații, varianța se calculează cu ajutorul formulei următoare:

$$G^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1} \quad (137)$$

Rădăcina pătrată din varianță se numește abatere standard (deviație standard, eroare standard) :

$$G = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (138)$$

În cazul șirurilor cu valori distribuite pe clase, variația și abaterea standard se calculează cu relația:

$$G^2 = \frac{\sum fa^2 - \frac{(\sum fa)^2}{n}}{n-1} \quad (139)$$

în care :

f - frecvența fiecărei clase ;

a - abaterea fiecărei clase de la valoarea medială (valoarea variabilei careia îi corespunde frecvența maximă).

Abaterea standard a mediei aritmetice se calculează în felul următor:

$$G_{\bar{x}} = \frac{G}{n} ; G_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{G^2}{n}} \quad (140)$$

sau

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f a^2 - \frac{(\sum fa)^2}{n}}{n(n-1)}} \quad (141)$$

Dacă avem două șiruri statistice ale căror abatere standard (varianță) este σ_1^2 și σ_2^2 și facem diferența dintre valorile

individuale perechi, se poate demonstra că varianța diferențelor este egală cu suma varianțelor celor două șiruri statistice între care s-a făcut diferența :

$$\sigma_d^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 \quad (142)$$

Tinând seama că varianța unui șir distribuit normal de valori medii este $\frac{\sigma^2}{x}$, atunci varianța diferențelor dintre valorile medii va fi :

$$\sigma_d^2 = \sigma_x^2 + \sigma_2^2 \bar{x}_2 \quad (143)$$

Deci, abaterea standard a diferenței (eroare a diferenței) se calculează cu relația

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}} \quad (144)$$

Cînd avem mai multe probe și dorim să calculăm o varianță comună (abaterea medie pătratică ponderată) se procedează în felul următor: în cazul cînd probele au același număr de observații avem :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_k^2}{k}} \quad (145)$$

în care :

σ - varianțele probelor 1,2....k iar k numărul probelor.

În cazul cînd probele au un număr diferit de observații: avem

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sigma_1^2(n_1-1) + \sigma_2^2(n_2-1) + \dots + \sigma_k^2(n_k-1)}{n-k}} \quad (146)$$

$n_1, n_2 \dots n_k$ - numărul de observații al probelor 1, 2, ..., k.

n - numărul total de observații

k - numărul probelor

Pentru a compara două sau mai multe distribuții de frecvențe în privința variației lor, se recurge la coeficientul care este raportul dintre abaterea standard și media aritmetică:

$$c_{v\%} = \frac{\sigma_{r100}}{\bar{X}} \quad (147)$$

În cazul încercării mașinilor agricole, mărimile măsurate sînt supuse unor influențe aleatoare de mică intensitate și independente unele de altele, de aceea distribuția lor se supune legii distribuției normale.

În cazul distribuției normale, densitatea de probabilitate este dată de funcția :

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(z)^2}{2\sigma^2}} \quad (148)$$

în care : σ - abaterea standard;

$z = X - \bar{X}$, \bar{X} - media aritmetică

Distribuțiile empirice pot fi comparate cu distribuția normală atunci cînd probele au un număr mare de valori individuale mai mare de 100. În cazul probelor cu un număr mic de valori individuale (sub 100), distribuțiile empirice se compară cu distribuția t.

În teoria statisticii, legea t este dată sub forma:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad (149)$$

unde : \bar{X} - media empirică ;

μ - media teoretică.

Funcția sumelor distribuției t este dată de expresia:

$$2 \Phi(t) = 2 \int_t^{\infty} d\Phi(t) = 2 \frac{\left(\frac{1-t}{2}\right)!}{\sqrt{\pi} \Gamma\left(\frac{1-t}{2}\right)!} \int_t^{\infty} \frac{dt}{\left(1 + \frac{t^2}{1}\right)^{\frac{1+t}{2}}} = \alpha \quad (150)$$

unde α reprezintă suma celor două suprafețe situate la stînga și la dreapta ordonatelor $\pm t$ (figura 67).

Valorile α se exprimă în % din suprafața totală mărginită de curba t , care se consideră egală cu 100%. Ele reprezintă probabilitatea de transgresiune, care este probabilitatea ca o valoare individuală în cadrul distribuției t să depășească granița de semnificație.

Nivelul probabilităților cu care trebuie garantată precizia rezultatelor măsurătorilor este determinat de indicele de multiplicitate t , care reprezintă relația dintre eroarea posibilă

a probei și valoarea medie a erorii (abaterea standard) sub forma:

$$t = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad x - \mu = t\sigma \quad (151)$$

Pentru nivelul probabilității 99%, indicele de multiplicitate $t = 4,032$; pentru nivelul probabilității 95%, $t = 2,571$. Granițele semnificației vor fi :

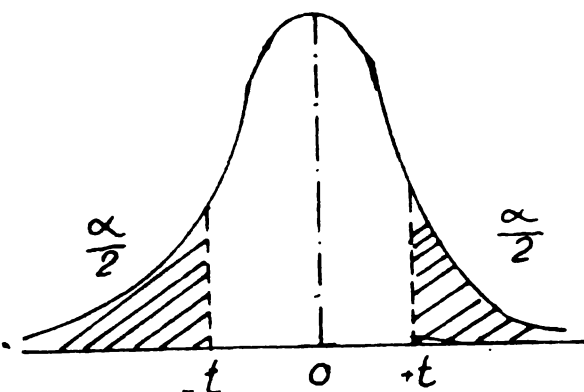


Fig.67.

- pentru $\alpha = 5\%$,

$$\bar{x} \pm t\sigma = \bar{x} \pm 2,571\sigma \quad (152)$$

- pentru $\alpha = 1\%$

$$\bar{x} \pm t\sigma = \bar{x} \pm 4,032\sigma \quad (153)$$

La compararea distribuțiilor empirice cu cele teoretice sau a distribuțiilor empirice între ele se folosește Testul χ^2 (Hi pătrat) χ^2 se calculează cu ajutorul formulei :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(f_i - \varphi_i)^2}{\varphi_i}, \quad (154)$$

în care :

f_i reprezintă frecvența observată iar φ_i frecvența teoretică ;

Ipoteza ca distribuția empirică dată corespunde cu distribuția normală, este respinsă în cazul când probabilitatea de transgresiune α corespunzătoare valorii χ^2 calculate, citită în tabela pentru numărul gradelor de libertate dat, este mai mică decât probabilitatea de transgresiune $\alpha = 5\%$ și dimpotrivă este acceptată dacă probabilitatea respectivă este mai mare decât probabilitatea de transgresiune $\alpha = 5\%$.

Semnificația unei diferențe dintre două variante experimentale se va examina după cum urmează:

Se calculează diferența limită DL cu relația :

$$DL = t \cdot \sigma_d \quad (155)$$

t = este indicele de multiplicitate corespunzător graniței semnificației (probabilitatea)

σ_d = abaterea standard a diferenței (eroarea diferenței).

Dacă diferența empirică este mai mică decât diferența limită DL, atunci nu este semnificativă și invers, dacă diferența găsită este mai mare decât diferența limită, atunci ea este semnificativă.

Cînd comparația se face între mai multe variante se folosește testul t multiplu. Pentru aplicarea testului t multiplu obișnuit comparăm diferențele între cîte două medii \bar{X} cu DL 5%.

Semnificația unei diferențe dintre două sau mai multe variante experimentale se poate efectua și cu ajutorul metodei de analiză varianței AV.

.2. Interpretarea diagramelor.

Diagramele obținute cu ajutorul dinamografului se prelucreează pentru a stabili valoarea medie și alte caracteristici statistice necesare pentru caracterizarea regimului încercărilor și stabilirea rezistenței la tracțiune a plugurilor încercate.

Valoarea absolută la un moment dat și, deci valoarea minimă și maximă a mărimii înregistrate, se stabilește prin măsurarea directă a ordonatelor în punctele respective.

Valoarea medie se stabilește cu ajutorul diferitelor metode de prelucrare ca : plinimetrarea, metoda formulelor cuadraturale, metoda de clasificare bazate pe folosirea statisticii matematice, metoda maximelor și minimelor, etc.

Metoda de prelucrare folosită la lucrarea de față este

metoda ordonatelor echidistante, bazată pe statistica matematică.

Lungimea diagramei ce urmează a fi prelucrată (figura 68) se împarte în părți egale cu ajutorul unei serii de ordonate echidistante, apoi se determină punctele de intersecție ale ordonatelor cu curba înregistrată. Stabilirea valorii medii și a celorlalte caracteristici statistice se face cu mijloacele statisticii matematice amintite mai înainte.

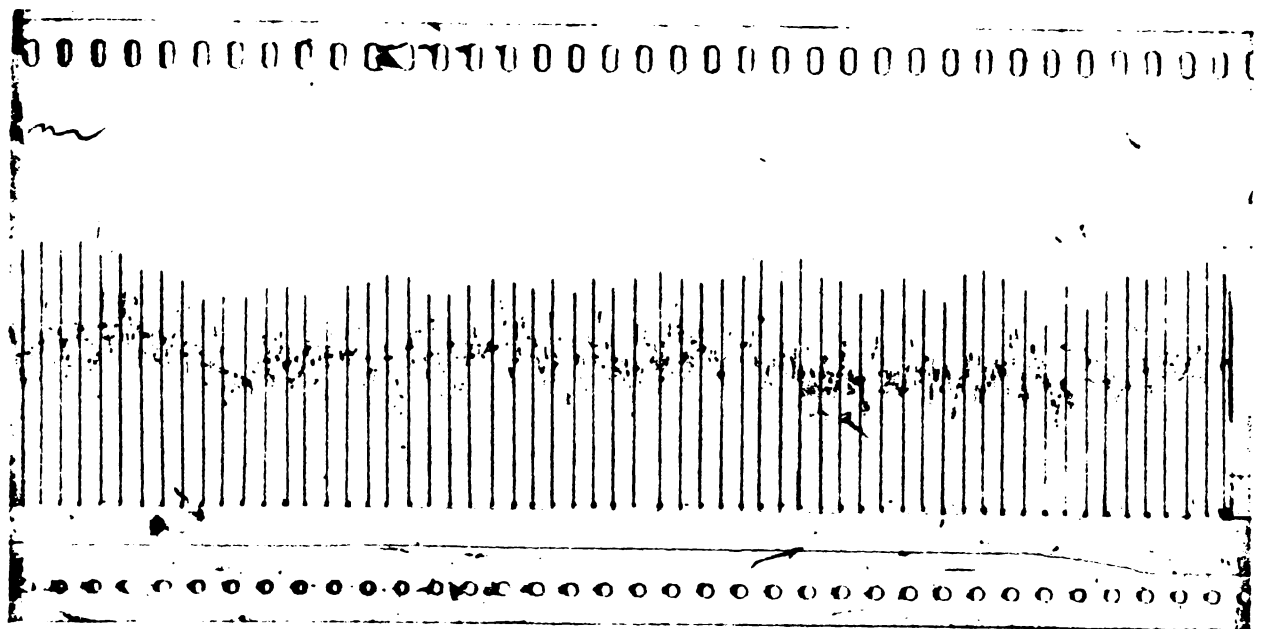


Fig.68.

Valoarea medie a rezistenței la tracțiune a plugului se calculează în funcție de înălțimea medie a ordonatelor și scara dinamometrului, adică :

$$R = \lambda \bar{x} , \quad (156)$$

unde R - rezistența la tracțiune a plugului ; λ - scara dinamografului ; \bar{x} - înălțimea medie a ordonatelor.

C A P I T O L U L IV

REZULTATELE EXPERIMENTALE ALE VARIANTELOR INCERCATE

§ 1. Rezultatele experimentale privind viteza efectivă de lucru.

Folosindu-se jaloanele distanțiate la 200 m și cronometrându-se timpul t în secunde al parcursului executat, și prin aplicarea relației :

$$= \frac{3.6.l}{t} \quad \text{km/h}$$

s-a obținut vitezele efective pentru variantele experimentate, tabelul 4)

TABELUL 4.

Vitezele efective de lucru pt. modele experimentale

Nr. crt.	Varianta	Viteza efectivă Km/h		
		II R	III R	IV R
1.	Plug cu cormana normală	5,8	6,7	7,6
2.	Plug cu cormana modificată $\gamma=27^\circ$	6,0	7,9	9,5
3.	Plug cu cormana modificată $\gamma=24^\circ$	5,7	7,5	9,3
4.	Plug cu cormana cu role cilindrice	5,4	8,8	10
5.	Plug cu cormana cu role conice	5,3	7,5	9

§ 2. Rezultatele experimentale privind indici calitativi de lucru.

2.1. Adâncimea și lățimea de lucru:

Conform metodei experimentale determinarea acestor indici amintite mai sus datele culese la cele trei trepte de viteză sînt tabelate și prelucrate statistic după cum reiese din tabelele anexate, iar rezultatele privind adâncimea medie și

și lățimea medie de lucru a variantelor experimentate sînt date în tabelul 5.

TABELUL 5.

Adîncimea și lățimea medie de lucru a variantelor experimentate

Nr. crt.	Varianta	Adîncimea medie de lucru a_m cm			Lățimea medie de lucru B_m cm		
		II R	III R	IV R	II R	III R	IV R
		1.	Plug cu cormăna normală	22	25	23	107
2.	Plug cu cormana modificată $\delta = 27^\circ$	22	21	20	101	112	115
3.	Plug cu cormana modificată $\delta = 24^\circ$	22,8	23,6	24,5	112,5	109	110
4.	Plug cu role cilindrice	25	23	24	111	100	101
5.	Plug cu role conice	24	25	25	98	99	90

2.2. Gradul de afînări al solului și gradul de acoperire cu sol a vegetației.

Conform metodicii experimentale, s-au efectuat măsurători privind gradul de afînare a solului și gradul de acoperire cu sol a masei vegetale pentru variantele cu role cilindrice și conice, comparativ cu plugul normal pp-4-30. Acești indici s-au calculat cu relațiile 130 și 129 iar rezultatele sînt redade în tabelul 6.

TABELEUL 6

Valerile gradului de afînare a solului și gradului de acoperire

Nr. crt.	Varianta experimentată	Gradul de afînare %	Gradul de acoperire cu sol a masei vegetale %
1.	Plug normal	18	79
2.	Plug cu role cilindrice	18	88
3.	Plug cu role conice	17	69

§ 3. Rezultatele experimentale privind indicii energetici

3.1. Rezistența la tracțiune a variantelor încercate

Rezistența la tracțiune a fost determinată, conform metodei experimentale descrise în capitolul II, pentru cele patru variante realizate, comparativ cu plugul normal pp-4-30.

Diagramele obținute cu ajutorul dinamografului în cele trei trepte de viteză pentru fiecare variantă s-a prelucrat cu ajutorul metodei ordonatelor echidistante. Ordonatele măsurate, care reprezintă mărimea studiată, s-au grupat pe clase și s-au prelucrat statistic (tabelele din anexă)

Rezultatele experimentale privind rezistența medie și rezistența specifică a variantelor la cele trei trepte de viteză sînt date în tabelul 7.

TABELUL 7.

Rezistența medie și specifică de tracțiune la arat.

Nr. crt.	Varianta experimentată	Rezistența medie la tracțiune N			Rezistența specifică la arat N/cm ²		
		IIR	IIIR	IVR	IIR	IIIR	IV
1	Plug cu cormana normală	21410	22269	22468	9,0	9,5	9,9
2	Plug cu cormana modificată $\delta=27^\circ$	17501	18884	19459	7,8	8,0	8,5
3	Plug cu cormana modificată $\delta=24^\circ$	13770	16320	17331	5,4	6,0	6,4
4	Plug cu cormana cu role cilindrice	20910	21420	21726	7,5	8,7	8,9
5	Plug cu cormana cu role conice	22314,9	22440	22514	8,0	8,8	9,2

3.2. Puterea necesară pentru tractarea plugurilor (variantelor) încercați.

Puterea necesară pentru agregarea fiecărei variante s-a dedus din rezistența la tracțiune cu ajutorul relației

$$p = \frac{R_{pl} \cdot V}{1000}$$

unde:

p este puterea de tracțiune în kW

v - viteza efectivă de lucru în m/s

R_{pl} - rezistența la tracțiune a plugului în N

S-a calculat puterea necesară de tracțiune p variante experimentate la cele trei trepte de viteză. Rezultatele obținute sînt centralizate în tabelul 8.

TABELUL 8

Puterea de tracțiune pentru variantele experimentate

Nr. Varianta experimentată crt.	Putere necesară (kW)		
	II R	III R	IV R
1. Plug cu cormana normală	34	41	47
2. Plug cu cormana modificată $\gamma = 24^\circ$	22	33	45
3. Plug cu cormana modificată $\gamma = 27^\circ$	29	41	50
4. Plug cu cormana cu role cilindrice.	31	52	60
5. Plug cu cormana cu role conice	33	44	56

3.3. Rezultatele experimentale privind consumul de combustibil.

O dată cu stabilirea vitezelor de lucru prin cronometrarea timpului în care s-a efectuat parcursul, s-a folosit și aparatul de măsurat consumul, prin citirea volumului de combustibil consumat. Consumul orar de combustibil s-a determinat astfel :

$$G_n = \frac{3.6.VL}{t} \quad \text{l/h} \quad (157)$$

în care

VL- este volumul de combustibil consumat în cm^3

t - timpul în care se face determinarea în s.

Consumul de combustibil la hectar s-a calculat după cum urmează:

$$Q = \frac{G_h}{W} \quad \text{l/ha} \quad (158)$$

unde :

Q - consumul de combustibil la hectar în litri

G_h - consumul orar de combustibil în l/h

W - capacitatea de lucru a agregatului în ha/h .

S-a calculat consumul de combustibil pentru toate variantele experimentate la cele trei trepte de viteză. Rezultatele sînt date în tabelul 9.

TABELUL 9.

Consumul de combustibil

Nr. crt.	Varianta experimentală	Consumul de combustibil în l/ha		
		II R	III R	IV R
1.	Plug cu cormana normală	25,2	21,5	17,3
2.	Plug cu cormana modificată $\gamma = 27$	19,6	17,4	12,6
3.	Plug cu cormana modificată $\gamma = 24$	13	12,2	11,5
4.	Plug cu role cilindrice	20,2	20	15
5.	Plug cu role conice	21,9	21	16

§.4. Rezultatele experimentale privind indicii de exploatare.

S-a calculat capacitatea de lucru a variantelor experimentate cu ajutorul relației(132), la cele trei trepte de viteză. Diferențe semnificative apar în special la treapta III R și IV R, iar valorile calculate sînt date în tabelul 10.

TABELUL 10

Capacitatea de lucru a variantelor experimentate

Nr. Varianta experimentată ort.	Capacitate de lucru ha/h	
	III R	IV R
1. Plug cu cormana normală	0,62	0,74
2. Plug cu cormana modificată $\delta = 27$	0,88	1,1
3. Plug cu cormana modificată $\delta = 24$	0,81	1,0
4. Plug cu role cilindrice	0,88	1,0
5. Plug cu role conice	0,74	0,81

C A P I T O L U L V

ANALIZA REZULTATELOR EXPERIMENTALE ALE VARIANTELOR

INCERCATE [19] [27] [78] [90]

§1 Analiza rezultatelor experimentale privind indicii calitativi de lucru.

1.1 Adâncimea și lățimea de lucru:

Rezultatele experimentărilor privind acești indici calitativi de lucru pentru toate variantele încercate sînt reprezentate grafic în figurile 69, 70, 71, și 72.

Analiza rezultatelor experimentale privind adâncimea de lucru la treapta IIR pentru toate variantele, arată că marea majoritate a acestor măsurători s-au încadrat în limitele admisibile indicate în literatura tehnică de specialitate.

Astfel, abaterile medii pozitive și negative ale adîncimii de lucru ($\pm \delta_a$) se încadrează în totalitatea lor în limitele admisibile ($\pm \delta_a \leq 0,08 a_m$) pentru plugurile cu role cilindrice, plugul cu role conice și plugul cu cormana cu unghiul γ modificat la 24° . În cazul plugului normal, abaterea medie negativă depășește cu 0,74 cm. limita admisă, iar pentru plugul cu cormana cu unghiul γ modificată la 27° abaterea medie pozitivă depășește cu 0,54 cm. limita admisă, depășire neînsemnată în ambele cazuri și poate fi admisă.

Abaterile accidentale maxime pozitive și negative, abaterile medii pătratice ale adîncimii de lucru și indicele de variație al adîncimii de lucru, se încadrează în totalitatea lor în limitele admise pentru toate variantele experimentate.

Toate aceste rezultate, indică o bună stabilitate în lucru în plan vertical a tuturor agregatelor formate cu variantele experimentate.

Din figura 72 se observă că depășirea cea mai însemnată a limitei admise a abaterilor medii pozitive și negative a lățimii de lucru, s-a înregistrat în cazul plugului cu cormana cu unghiul δ modificat la 24° ($\pm \delta_B = 6,8$ cm.) și în cazul plugului cu role conice ($+\delta_B = 3,6$ cm.) respectiv $-\delta_B = 5,8$ cm. Plugul cu role cilindrice depășește cu 3,3 cm. limita admisă a abaterilor

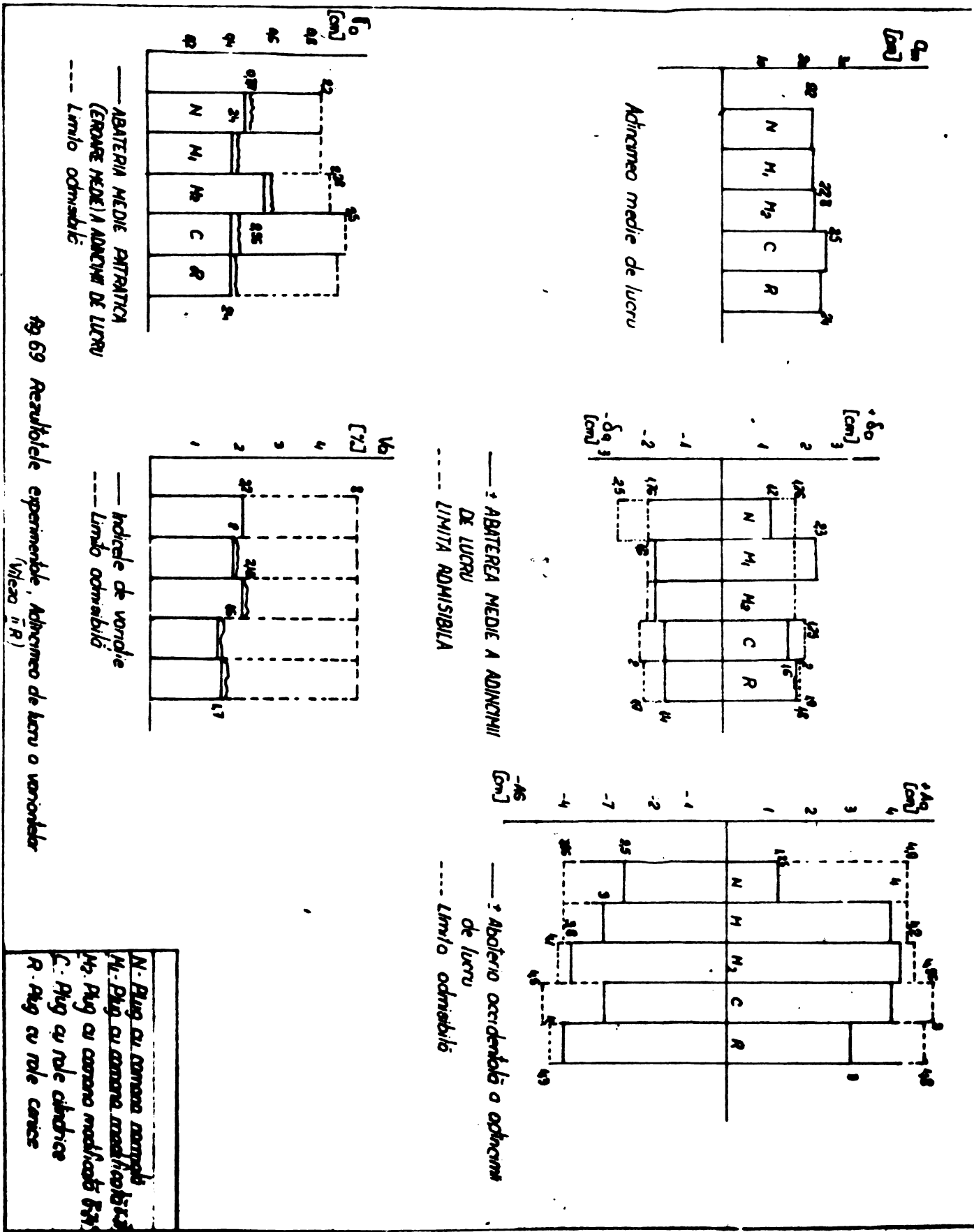


Fig.69 Rezultatele experimentale. Adâncimea de lucru a variantelor (Viteza II R)

N - Plug cu camera normală
 M₁ - Plug cu camera modificată 1
 M₂ - Plug cu camera modificată 2
 C - Plug cu role cilindrice
 R - Plug cu role conice

Fig.69. Rezultatele experimentale. Adâncimea de lucru a variantelor (Viteza II R)

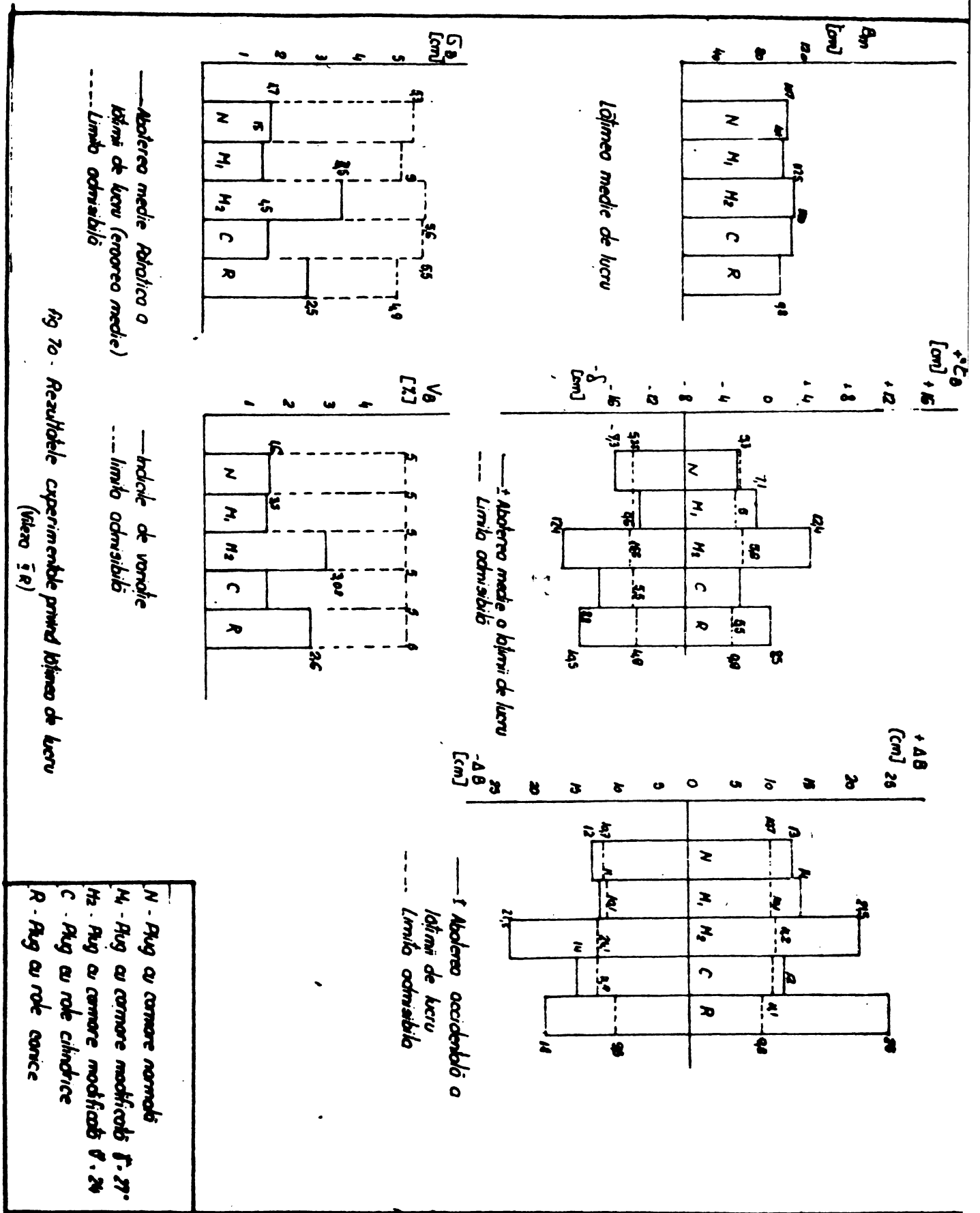


Fig. 70. Rezultatele experimentale privind lățimea de lucru (Viteza II R)

N - Aug cu camare normală
 M₁ - Aug cu camare modificată f. 27°
 M₂ - Aug cu camare modificată f. 20°
 C - Aug cu role cilindrice
 R - Aug cu role conice

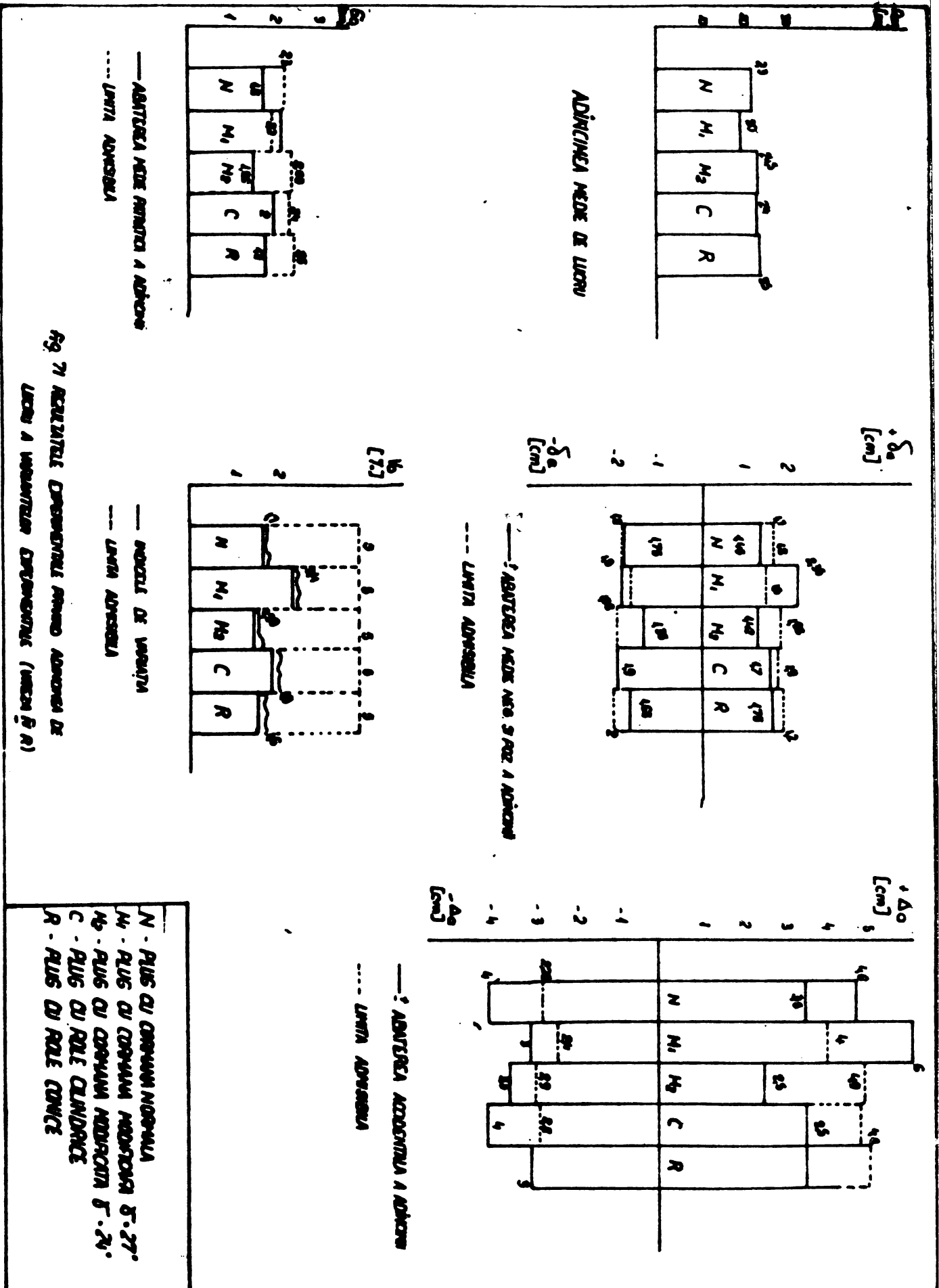


Fig. 71. Rezultatele experimentale privind adâncimea de lucru a variantelor experimentale (Viteza IV R)

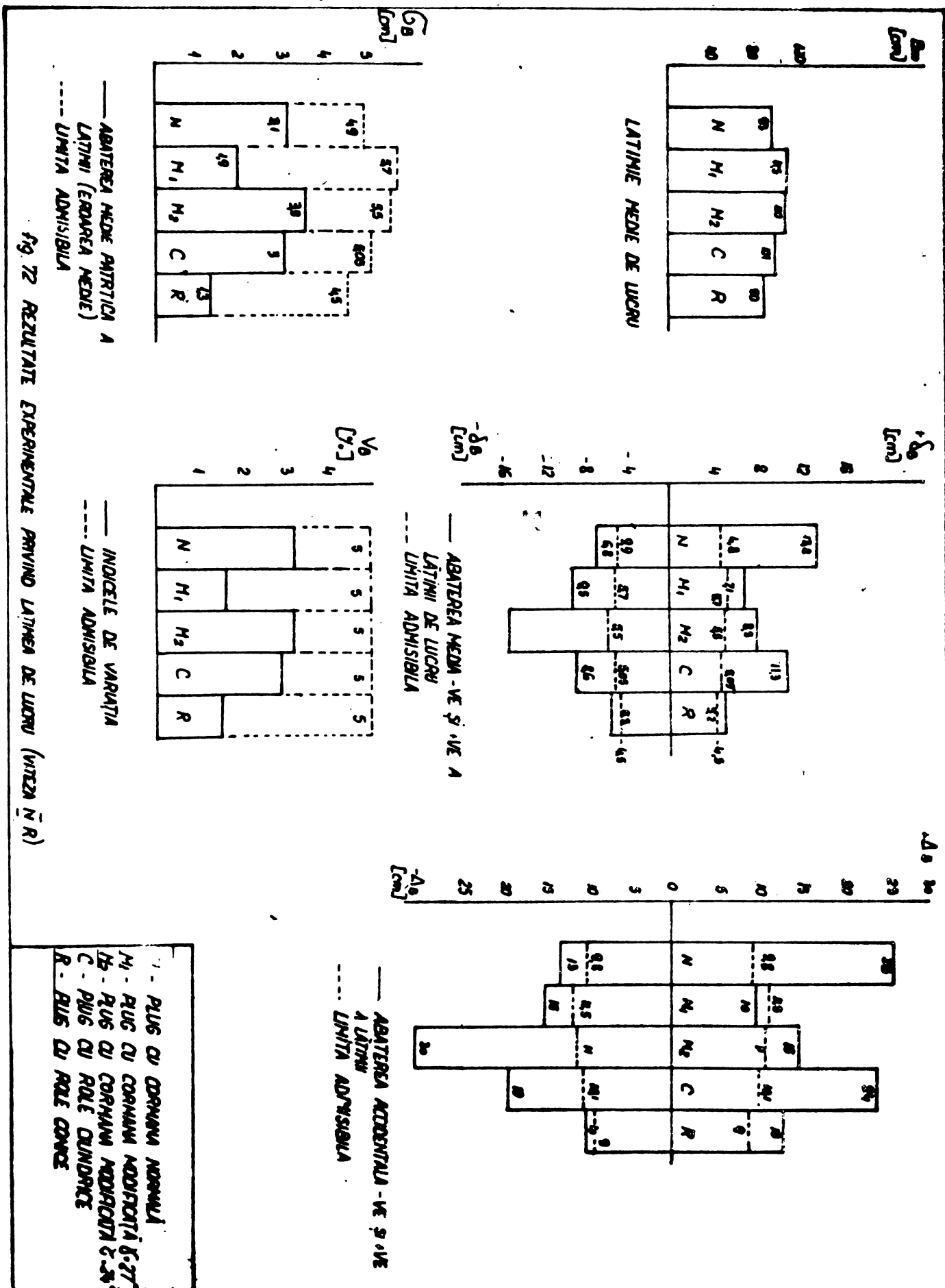


Fig. 72. Rezultate experimentale privind lățimea de lucru (Viteza IV R)

medii negative a lățimii de lucru, iar plugul cu cormana cu unghiul δ modificat la 27° depășește cu 2,1 cm. limita admisă a abaterilor medii negative și pozitive a lățimii de lucru. Plugul normal depășește cu 2,05 limita admisă a abaterilor medii negative.

Toate variantele au depășit limitele admise a abaterilor accidentale pozitive și negative a lățimii de lucru. Variantele cu cormana modificată la 24° și role conice, au avut cea mai mare depășire, $+\Delta B=10,5$ cm, $-\Delta B=11,4$ cm și respectiv $+\Delta B=15,2$ cm și $-\Delta B=8,2$ cm.

Abaterile medii pătratice și indicii de variație a lățimii de lucru ale tuturor variantelor se încadrează complet în limite admise dovedind o stabilitate bună a agregatelor cu variantele experimentate în plan orizontal.

Rezultatele anexate ale calculului statistic, precum și acelea prezentate grafic în figurile 71 și 72 privind adâncimea și lățimea de lucru ale variantelor încercate la viteze III R și IV R, arată că majoritatea indicilor statistici ai acestora, se încadrează în limitele admise, ceea ce indică, că majorarea vitezelor de lucru n-a influențat negativ stabilitatea în lucru a variantelor cercetate.

1.2. Gradul de afânare a solului (G_{as}):

Rezultatele obținute sînt reprezentate grafic în figura 73, de unde se constată că gradul de afânare a solului în condițiile de lucru experimentate, pentru toate cele trei variante, a fost sub limită, însă tolerabilă, avînd în vedere că diferența este mică.

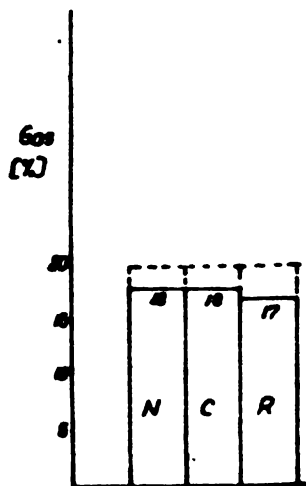


Fig 73 — Gradul de afânare a solului
..... Limita admisibilă

1.3. Gradul de acoperire cu sol a masei vegetale:

Rezultatele obținute sînt prezentate în fig. 74, de unde se constată că nici una din variante nu atinge limita recomandată ($G_{av} \geq 90\%$)

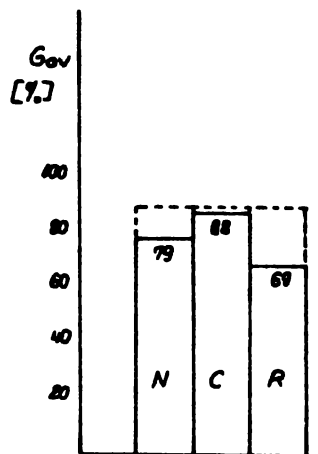


Fig.74 — Gradul de acoperire cu sol a masei vegetale
----- Limita admisibilă

Fig.74- Gradul de acoperire cu sol a masei vegetale.

De aici se poate trage concluzia că, în condițiile de lucru existente ale experimentului, plugul normal PP-4-30 echipat cu cormane obișnuite, nu a putut obține performanța superioară recomandată și cu atât mai puțin, acest lucru nu se putea obține în condițiile celorlalte două variante.

Variantele cu unghiul δ modificate, prezintă un interes deosebit, deoarece au reușit să reducă apreciabil rezistența la tracțiune a plugului, cu toate că sub aspect agrotehnic nu au dat rezultatele scontate totuși, acestea nu s-au îndepărtat prea mult de cele recomandate (Fig.75)

Cerințele agrotehnice ce apar, se pot atenua prin lucrările ulterioare ale solului și prin aplicarea chimizării, care se extinde din ce în ce mai mult în agricultură.

Din observații generale asupra stării arăturii, se constată că rolele cilindrice și cele conice îmbunătățesc nu numai afînarea, dar și nivelarea solului (Fig.76)



Fig.75.- Aspectul arăturii executate cu variantele
cu unghiurile δ micșorate.

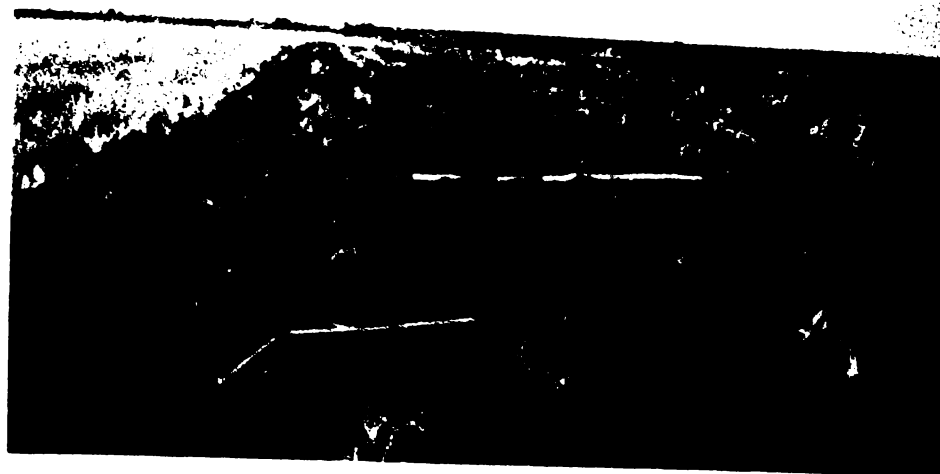


Fig.76.- Aspectul arăturii executate cu variantele
cu rolele cilindrice și conice.

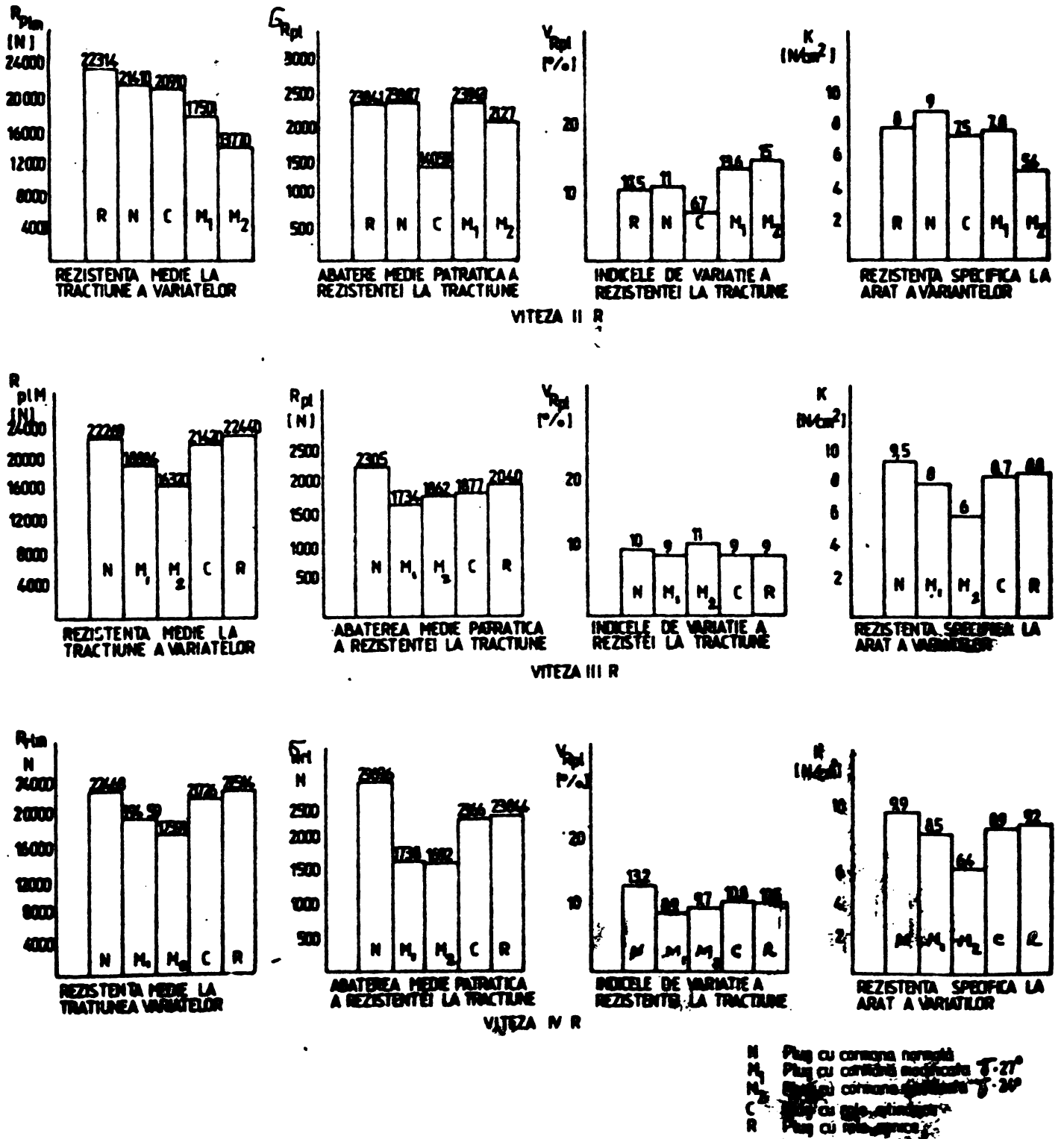


Fig.77.-Rezultatele experimentale ale rezistenței la tracțiune a variantelor experimentale la cele trei viteze de viteză.

§ 2.- Analiza rezultatelor experimentale privind indicii energetici ai variantelor experimentale,

.2.1.- Rezistența la tracțiune

Rezultatele obținute în urma încercărilor experimentale privind rezistența la tracțiune a variantelor prezentate în tabelul 7 și prezentate grafic în fig.77, au condus la concluzia că variantele realizate pentru viteze de lucru mărite, au reușit să reducă rezistența la tracțiune, în limite diferite, în comparație cu plugul normal PP-4-30.

De asemenea s-a determinat, abaterea medie pătratică a măsurătorilor de rezistență $\sigma_{R_{pl}}$, indicele de variație $V_{R_{pl}}$ și rezistența specifică a solului la arat K. Modul de variație a acestor mărimi este prezentat în figura 77.

Analiza acestor rezultate conduc la concluzia că măsurătorile au fost bine efectuate, aceasta dovedind-o valoarea indicelui de variație, care pentru toate variantele se încadrează în limitele admisibile.

Pe baza rezultatelor obținute s-au trasat curbele de variație a rezistenței la tracțiune funcție de unghiul δ și viteza de lucru (fig.78) de unde se constată că rezistența la tracțiune crește odată cu creșterea unghiului δ și a vitezei de lucru.

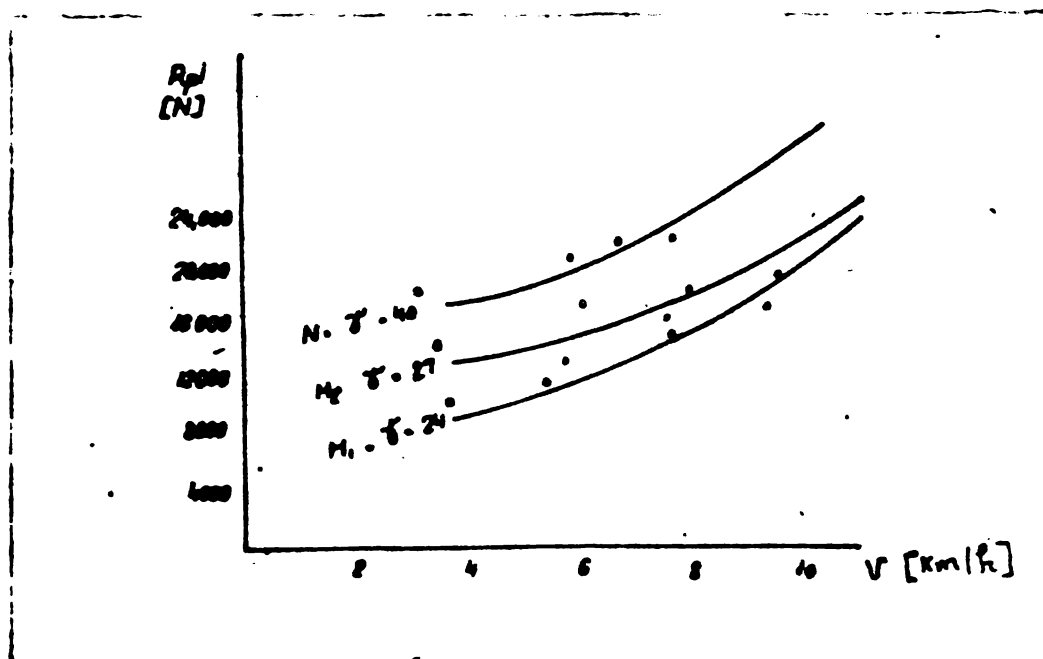


Fig.78.- Variația forței de tracțiune în funcție de unghiul δ și viteza de deplasare.

In vederea examinării normalității de repartiție a erorilor privind rezistența la tracțiune, care face obiectul acestei lucrări și aplicînd relația 148, s-a trasat graficul din figura 79, graficul funcției (curba lui Gauss) fiind apropiată de ordonată, conduce la concluzia că dispersia erorilor este mică, deci repartiția valorilor experimentale este distribuită normal.

De asemenea s-a folosit testul χ^2 (Hi pătrat) pentru a verifica normalitatea șirului de valori individuale ale măsurătorilor de rezistență la tracțiune.

Conform ipotezei nule distribuția empirică a valorilor corespunde cu distribuția normală. Modalitatea de calcul este arătată în tabelul -11-.

Testul χ^2 pentru valorile individuale ale rezistenței la tracțiune a plugului modificat $\delta = 24^\circ$, $V = IV R$.

Tabel nr.11

x	f	\emptyset	f - \emptyset	(f - \emptyset) ²	$\frac{(f - \emptyset)^2}{\emptyset}$
13,5	1	1,487			
14,5	7	4,474	2,039	4,1575	0,6974
15,5	5	9,192	-4,1922	17,574	1,9118
16,5	17	13,213	3,787	14,341	1,085
17,5	14	13,175	0,825	0,6806	0,051
18,6	7	9,109	-2,109	4,447	0,488
19,5	3	4,340			
20,5	2	1,456	-0,136	0,0184	0,003
21,5	1	0,340			
					$\chi^2 = 4,2362$

Cea mai apropiată valoare X teoretică găsită este 4,35 care corespunde unei probabilități de transgresiune $\alpha > 50$, deci ipoteza nulă este acceptată și distribuția empirică urmează legea normală.

In mod asemănător s-a examinat normalitatea, s-a comparat distribuția măsurătorilor celorlalte variante, ajungînd la aceeași concluzie.

Semnificația diferențelor dintre valorile rezistenței la tracțiune a variantelor experimentate, s-a examinat în felul următor:

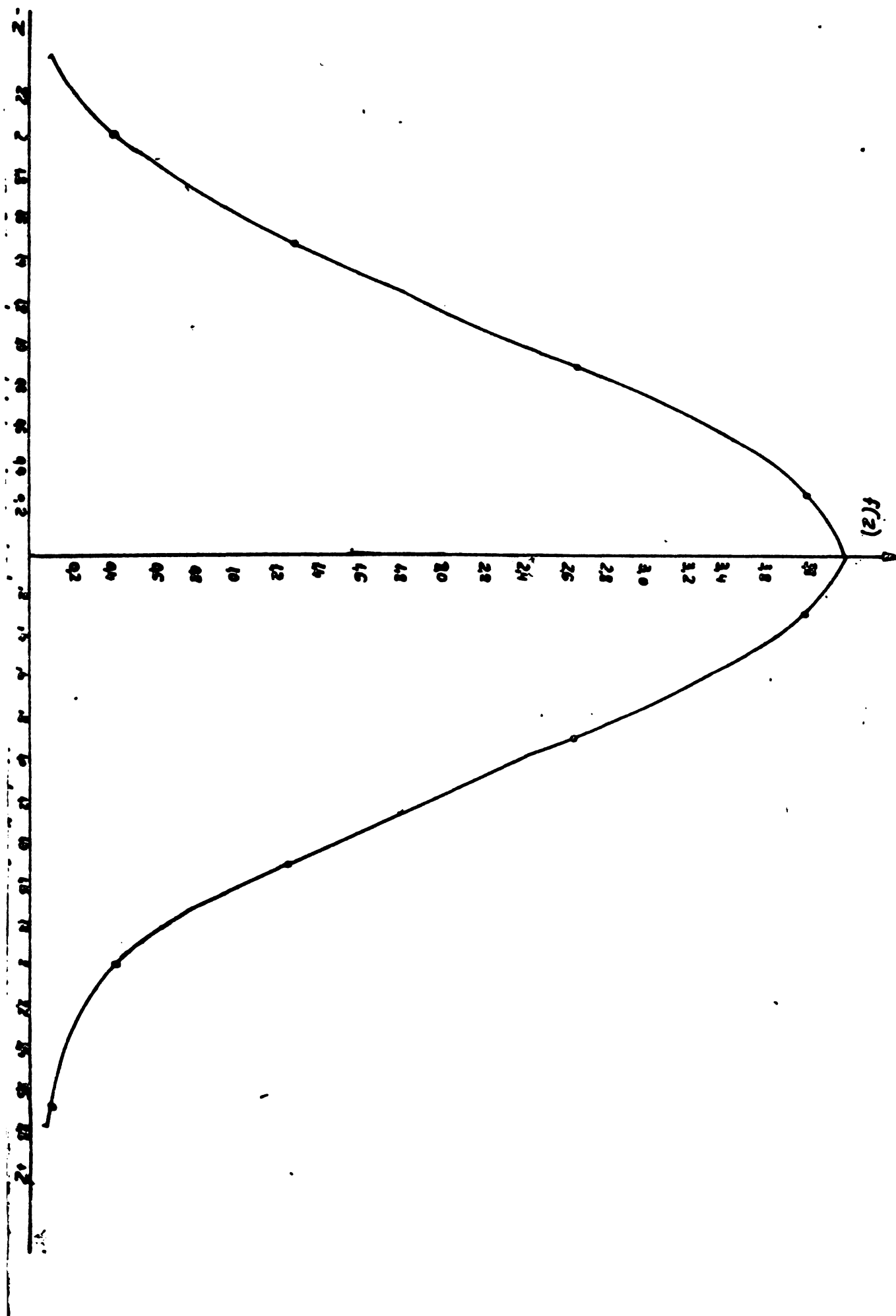


Fig. 79. Funcția de repartiție a erorilor (curba Gauss) pentru varianta cu unghiul $= 24^\circ$.

Pentru a se stabili semnificația diferențelor dintre valorile rezistenței la tracțiune ale variantelor încercate, se aplică testul "t" multiplu de valori medii ale rezistenței la tracțiune determinate experimental.

Pentru aplicarea testului "T" multiplu obișnuit, comparăm diferența între cele două valori ale rezistenței medii cu diferența limită $D.L. = 5\%$ și $D.L. = 1\%$.

Desfășurarea calculului este arătată mai jos;

În tabelul 12 sînt date rezultatele rezistenței medii la tracțiune ale variantelor la două trepte de viteză III R și IV R, aranjate în ordinea mărimii.

Rezistența medie la tracțiune

Tabel nr.12

Nr.	Varianta experimentată	Rezistența la tracțiune medie N	
		III R	IV R
1	Plug cu role conice (R)	22440	22514
2	Plug cu cormena normală (N)	22269	22468
3	Plug cu role cilindrice (C)	21420	21726
4	Plug cu cormana modificată $\delta = 27^\circ (M_1)$	18884	19459
5	Plug cu cormana modificată $\delta = 24^\circ (M_2)$	16320	17331

Conform metodologiei statistice prezentate în cadrul acestei lucrări, s-a calculat diferența limită D_L cu relația :

$$D_L = t G_d$$

pentru o probabilitate de 95% ($\alpha = 0,5\%$)

pentru treapta de viteză III R

$$D_L = 2,57 \times 246,6 = 633,83 \text{ [N]}$$

pentru treapta de viteză IV R

$$D_L = 2,57 \times 261,46 = 671,95 \text{ [N]}$$

iar pentru probabilitate de 99% ($\alpha = 0,1\%$)

la treapta de viteză III R

$$D_L = 4,03 \times 246,6 = 993,8 \text{ [N]}$$

la treapta de viteză IV R

$$D_L = 4,03 \times 261,46 = 1053,68 \text{ [N]}$$

În tabelul nr. 13 sînt redată diferențele între rezistențele medii

a variantelor experimentate la două trepte de viteză III R și IV R.

Diferențele între rezistențele medii ale variantelor

Tabel nr.13.

Tr. viteză	Rpl "R"	Rpl "N"	Rpl "C"	Rpl "M ₁ "	Rpl "M ₂ "
III R	Rpl "R"	171	1020	3556	6120
	Rpl "N"		849	3385	5949
	Rpl "C"			2536	5100
	Rpl "M ₁ "				2564
IV R	Rpl "R"	46	188,7	3055,7	5183
	Rpl "N"		142	3009	5137
	Rpl "C"			2267	4395
	Rpl "M ₁ "				2128

R - plug cu role conice

N - plug cu cormana normală

C - plug cu role cilindrice

M₁ - plug cu cormana modificată $\delta = 27^\circ$

M₂ - plug cu cormana modificată $\delta = 24^\circ$

Din tabelul nr.13, comparând rezistențele medii ale variantelor cu cea a plugului normal la cele două trepte de viteză, se constată că diferență între rezistența medie la tracțiune a plugului cu cormana normală și a plugului cu role cilindrice, depășește diferența limită la probabilitatea de transgresiune $\alpha = 0,5\%$, ceea ce indică un fapt semnificativ, iar diferența între rezistența medie a plugului cu cormana normală și a celor cu cormanele cu unghiurile micșorate, depășind diferența limită chiar la probabilitatea de transgresiune $\alpha = 0,1\%$, este un fapt foarte semnificativ. Totodată se observă că diferența în cazul plugului cu role conice în comparație cu cel normal, nu este semnificativă,

ea fiind mai mică decât diferența limită, chiar la probabilitatea de transgresiune $\alpha = 0,5\%$.

Din cele expuse mai sus rezultă că la variantele cu unghiurile micșorate precum și varianta cu role cilindrice, se constată o micșorare esențială a rezistenței medii la tracțiune și respectiv, permit mărirea vitezelor de lucru în comparație cu plugul normal PP -4-30, iar varianta cu role conice, deși se poate lucra cu viteze mărite de lucru, nu conduce la o scădere a rezistenței medii la tracțiune față de plugul normal PP -4-30.

Analizând rezistența specifică la arat a variantelor experimentale, se constată că, cele patru variante constructive, conduc la scăderea rezistenței specifice la arat față de plugul normal pp-4-30 la cele trei trepte de viteză, însă în limite diferite (Tabelul 14)

Reducerea rezistenței specifice la arat

Tabel nr.14

Varianta experimentată	Reducerea rezistenței specifice la arat [%]		
	II R	III R	IV R
Plug cu cormana modificată $\gamma = 24^\circ$	40	37	35
Plug cu cormana modificată $\gamma = 27^\circ$	13	16	14
Plug cu role cilindrice	17	8	10
Plug cu role conice	11	8	7

2.2. Consumul de combustibil

Pentru a elucida mai complet economia adusă de variantele realizate pentru reducerea rezistenței la tracțiune în vederea măririi vitezelor de lucru, s-au efectuat măsurători privind consumul de combustibil în timpul determinărilor. Rezultatele obținute la trei trepte de viteză, sînt prezentate grafic în figura - 80 - de unde se constată că cele patru variante experimentate prezintă o reducere apreciabilă a consumului de combustibil în comparație cu plugul normal PP-4-30.

S-a comparat reducerea consumului de combustibil adusă de cele patru variante la cele trei trepte de viteză, unde s-a constatat că variantele cu unghiurile modificate, prezintă cea

mai mare reducere a consumului (tabel nr.15)

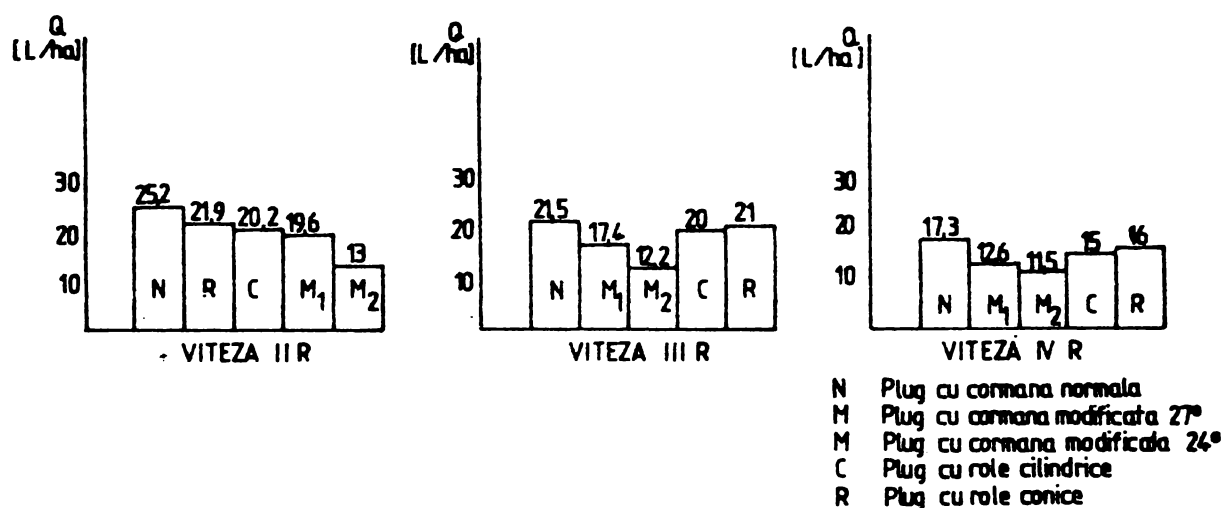


Fig. 80- Modul de reducere între variante a consumului de combustibil

Reducerea consumului de combustibil

Tabel nr.15

Nr.	Varianta experimentată	Reducerea consumului de combustibil [%]		
		II R	III R	IV R
1	Plug cu cormangă modificată $\gamma = 24^\circ$	48	43	33,5
2	Plug cu cormangă modificată $\gamma = 27^\circ$	22	19	27
3	Plug cu role cilindrice	19,8	7	13
4	Plug cu role conice	13	2,3	1,5

.2.3.- Viteza de deplasare

Rezultatele experimentale privind viteza de deplasare în lucru cu variantele experimentate la treptele de viteză III R și IV R, sînt reprezentate grafic în fig.81, unde se constată că micșorarea rezistenței la înaintare, permite majorarea vitezei de lucru. S-a determinat sporul de viteză a variantelor încercate în comparație cu plugul normal PP-4-30. Analiza rezultatelor

este redată în tabelul nr.16

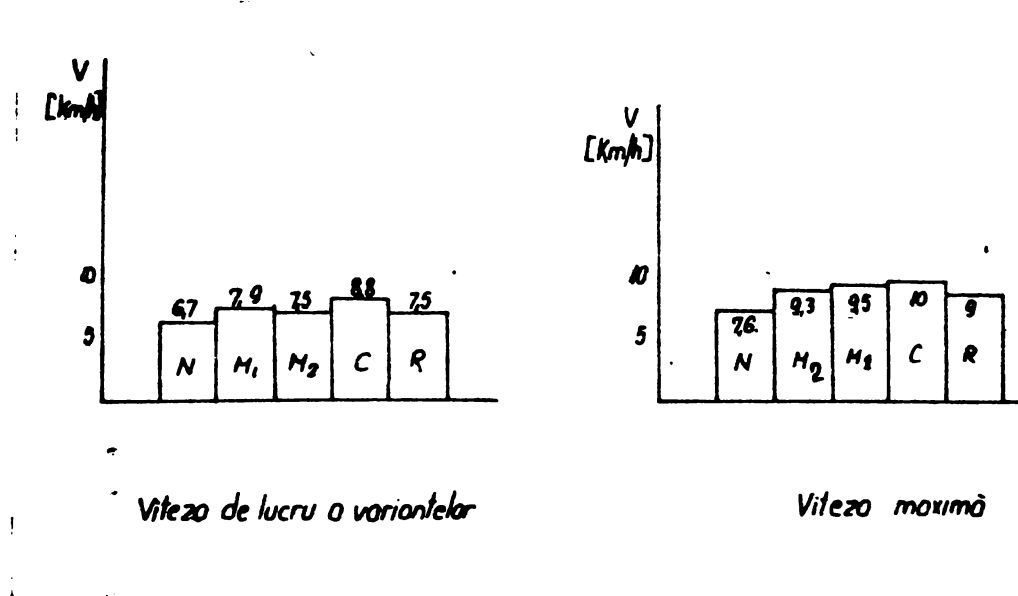


Fig.81.- Vitezele efective de deplasare a variantelor experimentate.

Tabel nr.16

Varianta experimentată	Sporul de viteză realizat [%]	
	III R	IV R
Plug cu cormana modificată $\gamma = 24^\circ$	12	22
Plug cu cormana modificată $\gamma = 27^\circ$	18	25
Plug cu role cilindrice	31	31,5
Plug cu role conice	12	18,4

Plugul cu role cilindrice prezintă cel mai mare spor de viteză.

2.4.- Puterea necesară agregării variantelor experimentate

Din rezultatele calculate, privind puterea necesară agregării variantelor, centralizate în tabelul 8, se constată că puterea necesară agregării, depinde de tipul organului de lucru. Se mai constată că variantele cu unghiurile modificate, prezintă cea mai mică creștere a puterii în funcție de viteza de lucru.

S-a analizat creșterea puterii necesară agregării în comparație cu sporul vitezelor de lucru ale variantelor încercate

față de plugul normal pp-4-30. Diferențe semnificative apar la treptele de viteză III R și IV R, iar rezultatele sînt redată în tabelul - 17 -.

Creșterea puterii necesare agregării variantelor experimentate, față de varianta normală

Tabel nr.17

Varianta experimentată	Sporul vitezei[%]		Creșterea puterii necesare[%]	
	III R	IV R	III R	IV R
Plug cu cormana modificată $\delta = 24^\circ$	12	22	-	-
Plug cu cormana modificată $\delta = 27^\circ$	18	25	0,0	7,9
Plug cu role cilindrice	31	31,5	26	26,9
Plug cu role conice	12	18,4	7	19

Din tabelul - 17 - se constată că la varianta cu cormana modificată cu $\delta = 24^\circ$ nu apare o creștere a puterii comparativ cu varianta normală la cele două trepte de viteză. Creșterea în procente a puterii necesare agregării variantei cu unghiul δ modificat la 27° precum și a variantelor cu role cilindrice și cu role conice, este mai mică decît sporul vitezelor acestora în procente, ceea ce este în concordanță cu constatarea din literatura de specialitate [87] și se apreciază că este rațional să se folosească sporirea vitezei de lucru, pînă cînd creșterea puterii (în procente) nu va depăși sporul vitezei (în procente). Creșterea puterii necesare agregării variantei cu role conice la treapta IV R, depășește nesemnificativ creșterea vitezei de lucru.

Însă, bazîndu-ne pe faptul că trebuie astfel aleasă viteza de deplasare a agregatului încît să rezulte o încărcare la puterea nominală a motorului tractorului, din experiențările realizate cu agregatul U-651 M și variantele propuse, s-a putut determina vitezele optime de lucru, Valorile vitezelor optime determinate sînt prezentate în tabelul nr.18.

Vitezele optime ale variantelor experimentate Tabel nr.18

Varianta experimentată	Viteza optimă de deplasare [km/h]
Plug cu cormana modificată $\gamma = 24^\circ$	9,3
Plug cu cormana modificată $\gamma = 27^\circ$	9
Plug cu role cilindrice	8
Plug cu role conice	7,5

§3.- Analiza rezultatelor privind indicii de exploatare

Dintre acești indici s-a analizat cu prioritate, capacitatea de lucru a variantelor experimentate al cărui mod de variație este prezentat în fig. 82.

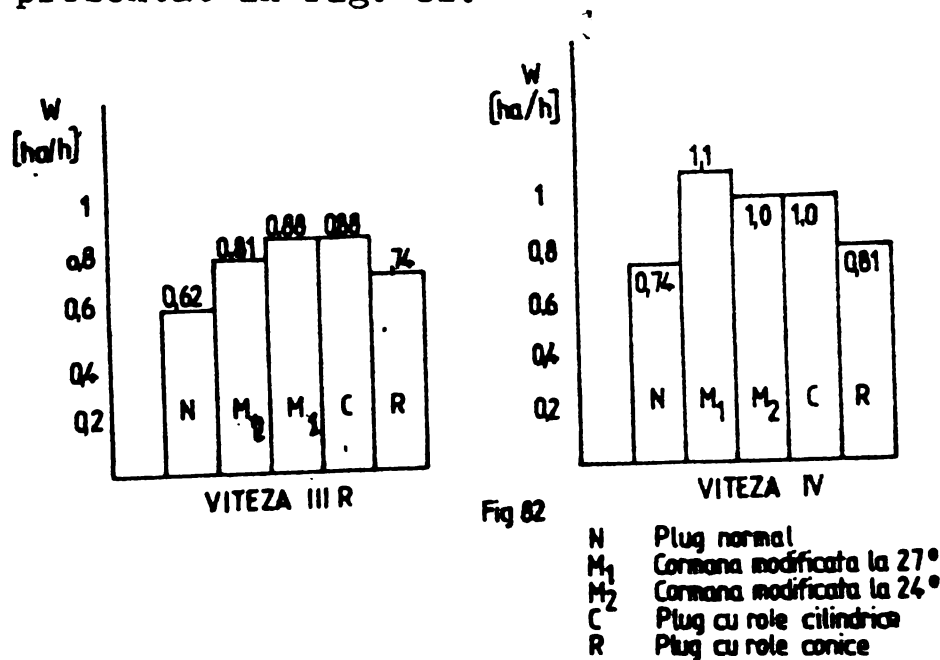


Fig. 82.- Variația capacității de lucru pentru variantele experimentate.

Din figura de mai sus, se constată că micșorarea rezistenței la tracțiune a variantelor încercate, duce la creșterea capacității de lucru a acestora în comparație cu plugul normal EP.-4-30. Rezultatele calculului ridicării productivității variantelor față de plugul normal, sînt redată în tabelul nr.19, de unde se constată că varianta cu role conice, prezintă cea mai mică creștere a capacității de lucru.

Creșterea capacității de lucru ale variantelor față de
plugul normal pp-4-30

Tabel nr.19

Varianta experimentată	Creșterea capacității de lucru [%]	
	III R	IV R
Plug cu cormana modificată $\gamma = 24^\circ$	30	35
Plug cu cormana modificată $\gamma = 27^\circ$	41	48,6
Plug cu role cilindrice	41	35
Plug cu role conice	19	9

§4.- Energia specifică necesară pentru executarea
lucrării de arat.

Energia specifică la tracțiune, reprezintă raportul între puterea necesară tracțiunii mașinii pentru executarea lucrării și capacitatea de lucru arară a mașinii. Expresia de calcul a energiei specifice este :

$$E_s = \frac{P}{W} \left[\frac{\text{Kw.h}}{\text{ha}} \right] \quad (157)$$

în care;

E_s - Energia specifică necesară pentru lucru.

P - Puterea de tracțiune în Kw;

W - Capacitatea de lucru în ha/h.

Pe baza acestei expresii și a rezultatelor experimentale, s-a calculat energia specifică necesară pentru executarea lucrării de arat cu ajutorul variantelor propuse, iar rezultatele calculului sînt redată în tabelul nr.20, comparativ cu plugul normal pp-4-30 la treptele de viteză III R și IV R.

Energia specifică necesară

Tabel nr.20

Varianta experimentată	Energia specifică de executării arăturii	
	III R	IV R
Plug normal	66	63
Plug cu cormana modifi- cată $\gamma = 24^\circ$	41	45
Plug cu cormana modifi- cată $\gamma = 27^\circ$	46,5	45
Plug cu role cilindrice	59	60
Plug cu role conice	59	69

Rezultatele s-au prezentat și grafic în figura nr.83.

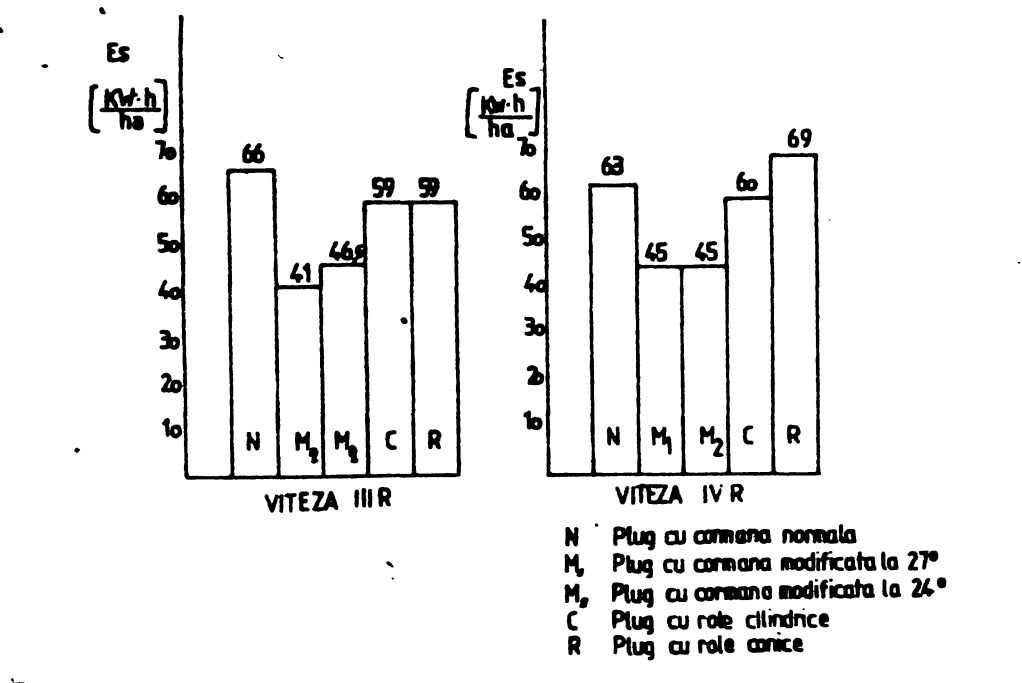


Fig. 83.- Energie specifică necesară executării arăturii a variantelor experimentate.

Rezultatele reducerii energiei specifice necesare executării arăturii în procente a celor patru variante, față de plugul normal pp-4-30, sînt date în tabelul nr. 21.

Modul de reducere a energiei specifice necesare arăturii pentru variantele experimentate față de varianta de bază

Tabel nr.21

Varianta experimentată	Reducerea energiei specifice necesare arăturii [%]	
	III R	IV R
Plug cu cormana modificată $\gamma = 24^\circ$	38	18
Plug cu cormana modificată $\gamma = 27^\circ$	29,5	18
Plug cu role cilindrice	11	5
Plug cu role conice	11	-10

Analizînd datele din tabelul nr.21, se constată că se poate lucra în treapta de viteză III R cu variantele cu role cilindrice și role conice (scad semnificativ energiile specifice la arat) și în treapta III R și IV R cu variantele cu cormana modificată la $\gamma = 24^\circ$ și $\gamma = 27^\circ$.

Concluziile desprinse de mai sus, confirmă justetea celor prezentate în tabelul nr.18.

§.5.- Analiza rezultatelor experimentale privind variația rezistenței la tracțiune, în funcție de viteza de lucru

Prima etapă de determinare a modului și caracterului legăturii dintre indicii analizați și mărimile studiate, constă în reprezentarea grafică a punctelor, trasarea curbelor și analiza formei acestora.

Etapă a doua de stabilire a legăturii dintre mărimile studiate, constă în calculul coeficienților ecuațiilor ce exprimă legătura funcțională.

Astfel, pentru stabilirea relației dintre rezistența la înaintare a plugului și viteza de deplasare în lucru a acestuia, s-a reprezentat variația rezistenței la tracțiune în funcție de viteza de deplasare $R = f(v)$, pentru varianta cu unghiul γ micșorat la 24° (ca model), fig. 84.-

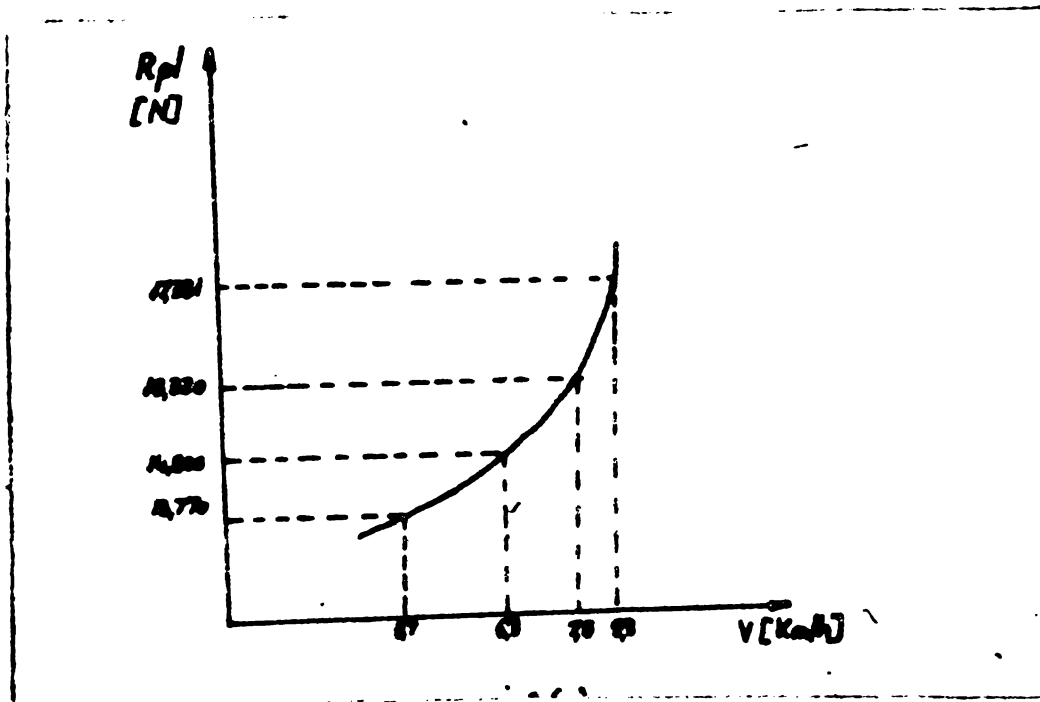


Fig. 84. Variația rezistenței la înaintare a plugului în funcție de viteza de lucru ($R=f(v)$)

Graficul funcției $R=f(v)$ trasat din datele experimentale pentru cazul folosirii unui număr de patru viteze diferite, se poate aproxima cu graficul unui polinom de forma :

$$P(x) = A_1x^n + A_2x^{n-1} + \dots + A_{n+1} \quad (158)$$

Pentru găsirea polinomului de aproximare, se utilizează metoda de interpretare a lui Lagrange.

Având patru puncte cunoscute, polinomul de aproximare va fi de gradul 3, respectiv,

$$L_3(x) = A_1x^3 + A_2x^2 + A_3x + A_4 \dots \dots \dots \quad (159)$$

sau, luând în considerare valorile absciselor (x_1, x_2, x_3, x_4) și valorile ordonatelor (y_1, y_2, y_3, y_4) , polinomul se poate scrie :

$$L_{n-1}(x) = \sum_{i=1}^n \frac{(x-x_1)\dots(x-x_{i-1})(x-x_{i+1})\dots(x-x_n)}{(x_i-x_1)\dots(x_i-x_{i-1})(x_i-x_{i+1})\dots(x_i-x_n)} \cdot y_i \quad (160)$$

cînd $n = 4$ avem;

$$L_3(x) = \frac{(x-x_2)(x-x_3)(x-x_4)}{(x_1-x_2)(x_1-x_3)(x_1-x_4)} \cdot y_1 + \frac{(x-x_1)(x-x_3)(x-x_4)}{(x_2-x_1)(x_2-x_3)(x_2-x_4)} \cdot y_2 +$$

$$+ \frac{(x-x_1)(x-x_2)(x-x_4)}{(x_3-x_1)(x_3-x_2)(x_3-x_4)} \cdot y_3 + \frac{(x-x_1)(x-x_2)(x-x_3)}{(x_4-x_1)(x_4-x_2)(x_4-x_3)} \cdot y_4 \dots (161)$$

Ordonînd polinomul după puterile lui x și fiecare coeficient scris ca o combinație a valorilor funcției pe abscisele x_i , ($i = 1-4$) se obține valorile coeficienților astfel;

$$A_1 = \frac{y_1}{(x_1-x_2)(x_1-x_3)(x_1-x_4)} + \frac{y_2}{(x_2-x_1)(x_2-x_3)(x_2-x_4)} +$$

$$+ \frac{y_3}{(x_3-x_1)(x_3-x_2)(x_3-x_4)} + \frac{y_4}{(x_4-x_1)(x_4-x_2)(x_4-x_3)} \quad (162)$$

Notînd :

$$(x_1-x_2)(x_1-x_3)(x_1-x_4) = B_1$$

$$(x_2-x_1)(x_2-x_3)(x_2-x_4) = B_2$$

$$(x_3-x_1)(x_3-x_2)(x_3-x_4) = B_3$$

$$(x_4-x_1)(x_4-x_2)(x_4-x_3) = B_4 \quad (163)$$

expresia valorii lui A devine :

$$A_1 = \frac{y_1}{B_1} + \frac{y_2}{B_2} + \frac{y_3}{B_3} + \frac{y_4}{B_4} \quad (164)$$

utilizînd aceleași notații, se obțin și expresiile coeficienților $a_2 \dots \dots \dots a_4$:

$$A_2 = - (x_2+x_3+x_4) \frac{y_1}{B_1} - (x_1+x_3+x_4) \frac{y_2}{B_2} - (x_1+x_2+x_4) \frac{y_3}{B_3} -$$

$$- (x_1+x_2+x_3) \frac{y_4}{B_4} \quad (165)$$

$$A_3 = (x_2x_3 + x_2x_4 + x_3x_4) \frac{y_1}{B_1} + (x_1x_3 + x_1x_4 + x_3x_4) \frac{y_2}{B_2} + \\ + (x_1x_2 + x_1x_4 + x_2x_4) \frac{y_3}{B_3} + (x_1x_2 + x_1x_3 + x_2x_3) \frac{y_4}{B_4} \quad (166)$$

$$A_4 = -x_2x_3x_4 \frac{y_1}{B_1} - x_1x_3x_4 \frac{y_2}{B_2} - x_1x_2x_4 \frac{y_3}{B_3} - x_1x_2x_3 \frac{y_4}{B_4} \quad (167)$$

Pentru ușurința determinării valorilor coeficienților cu ajutorul unui calculator electronic, se scrie sub formă simplificată suma produselor absciselor din expresiile coeficienților A, astfel :

$$SA = -(x_1 + x_2 + x_3 + x_4) \\ SB = x_1x_2 + x_1x_3 + x_1x_4 + x_2x_3 + x_2x_4 + x_3x_4 \\ SC = -x_1x_2x_3x_4 \quad (168)$$

sau

$$S(k,2) = SA - x(k) \\ S(k,3) = SB - x(k) \cdot S(k,2) \\ S(k,4) = SC / x(k)$$

în care $k = 1, 2, 3, 4$, reprezintă numărul termenului din expresia coeficientului A, iar x_1, x_2, x_3 , reprezintă nodurile corespunzătoare termenului de indice k din polinomul de interpolare.

$$A_1 = \frac{y_1}{B_1} + \frac{y_2}{B_2} + \frac{y_3}{B_3} + \frac{y_4}{B_4} \quad (169)$$

$$A_2 = \frac{y_1}{B_1} S(1,2) + \frac{y_2}{B_2} S(2,2) + \frac{y_3}{B_3} S(3,2) + \frac{y_4}{B_4} S(4,2)$$

$$A_3 = \frac{y_1}{B_1} S(1,3) + \frac{y_2}{B_2} S(2,3) + \frac{y_3}{B_3} S(3,3) + \frac{y_4}{B_4} S(4,3)$$

$$A_4 = \frac{y_1}{B_1} S(1,4) + \frac{y_2}{B_2} S(2,4) + \frac{y_3}{B_3} S(3,4) + \frac{y_4}{B_4} S(4,4)$$

Pe baza acestor relații și a valorilor experimentale ale rezistențelor la tracțiune determinate, s-a elaborat un algoritm de calcul al coeficienților polinomului de aproximare.

Valorile experimentale ale rezistenței la tracțiune în funcție de viteze de lucru, sînt redată în tabelul nr.22.

Valorile experimentale ale rezistenței la tracțiune

Tabel nr.22

VITEZA [km/h]	REZISTENTA LA TRACTIUNE [N]
5,7	13770
6,3	14800
7,5	16320
9,3	17331

Schema logică pentru determinarea coeficienților polinomului ce aproximează funcția $R = f(v)$ este redată în figura 85, iar programul întocmit în baza acesteia, în figura - 86 -.

Coeficienții polinomului pentru forța de rezistență la tracțiune care acționează pe cormană, sînt trecuți în tabelul nr.23

Tabel nr.23

A_1	A_2	A_3	A_4
0,41	- 33,03	+ 523,51	- 610,20

Avînd acești coeficienți determinați, se poate scrie ușor relația de dependență dintre forța de rezistență la tracțiune R_y și viteza de înaintare, astfel:

$$R_y = 0,41 v^3 - 33,03 v^2 + 523,51 v - 610,20 \quad (170)$$

Pe baza acestei relații se pot determina valorile rezistenței la tracțiune la diferite viteze de lucru.

În mod asemănător, se poate stabili relația de dependență dintre rezistența la înaintare pentru variantele experimentate și viteza de ddplasare a acestora în timpul lucrului.

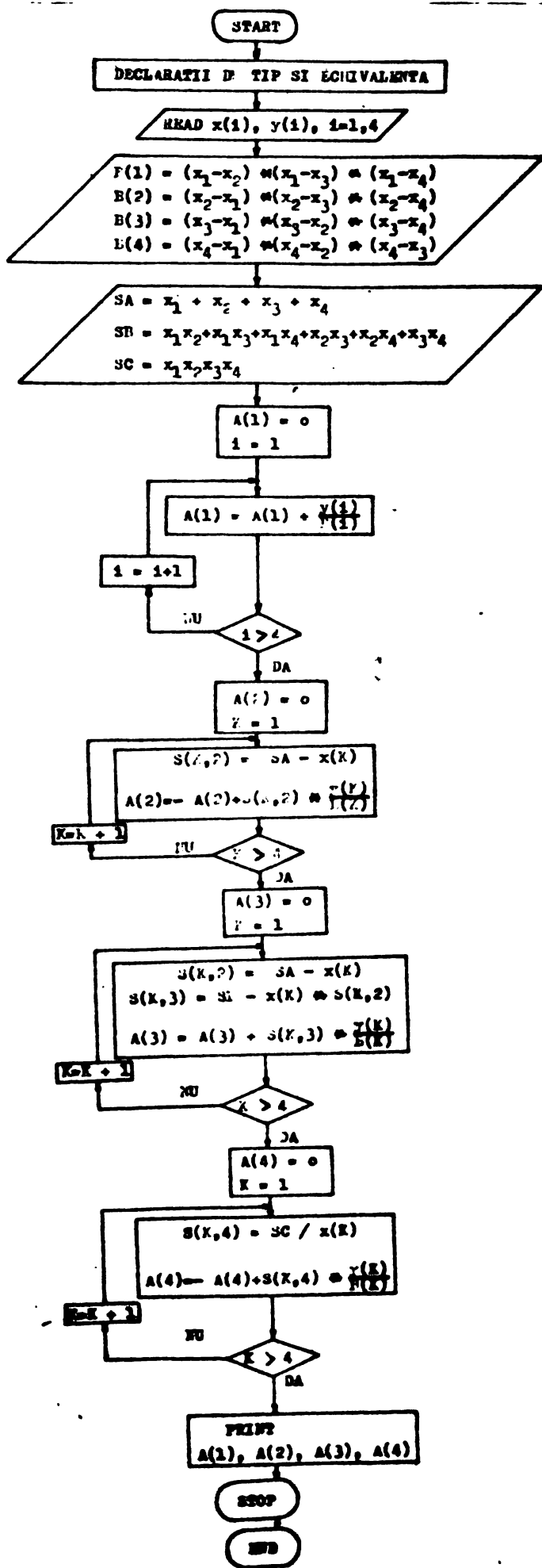


Fig. 85.- Schemă logică.

<p>PUNTRAN 00:00</p> <p>PUNTRAN 00:00</p> <p>PUNTRAN 00:00</p>	<pre> 1 DIMENSION X(4), Y(4), B(4), C(4), F(4), G(4), H(4), I(4), J(4), K(4), L(4), M(4), N(4), O(4), P(4), Q(4), R(4), S(4), T(4), U(4), V(4), W(4), X(4), Y(4), Z(4) 2 READ(10,1) ((X(I), I=1,4), (Y(I), I=1,4), (B(I), I=1,4), (C(I), I=1,4), (F(I), I=1,4), (G(I), I=1,4), (H(I), I=1,4), (I(I), I=1,4), (J(I), I=1,4), (K(I), I=1,4), (L(I), I=1,4), (M(I), I=1,4), (N(I), I=1,4), (O(I), I=1,4), (P(I), I=1,4), (Q(I), I=1,4), (R(I), I=1,4), (S(I), I=1,4), (T(I), I=1,4), (U(I), I=1,4), (V(I), I=1,4), (W(I), I=1,4), (X(I), I=1,4), (Y(I), I=1,4), (Z(I), I=1,4)) 3 WRITE(11,1) ((X(I), I=1,4), (Y(I), I=1,4), (B(I), I=1,4), (C(I), I=1,4), (F(I), I=1,4), (G(I), I=1,4), (H(I), I=1,4), (I(I), I=1,4), (J(I), I=1,4), (K(I), I=1,4), (L(I), I=1,4), (M(I), I=1,4), (N(I), I=1,4), (O(I), I=1,4), (P(I), I=1,4), (Q(I), I=1,4), (R(I), I=1,4), (S(I), I=1,4), (T(I), I=1,4), (U(I), I=1,4), (V(I), I=1,4), (W(I), I=1,4), (X(I), I=1,4), (Y(I), I=1,4), (Z(I), I=1,4)) 4 FORNAT(4X,11) /4(F9.2) /4(CX,F8.2) / 5 B(1)=X(1)-X(2)+X(3)-X(4) 6 B(2)=X(2)-X(3)+X(4)-X(1) 7 B(3)=X(3)-X(4)+X(1)-X(2) 8 B(4)=X(4)-X(1)+X(2)-X(3) 9 S=1 10 SC=X(1)+X(2)+X(3)+X(4) 11 A(1)=C 12 A(2)=B(1)+Y(1)/R(1) 13 A(3)=B(2)+Y(2)/R(2) 14 A(4)=B(3)+Y(3)/R(3) 15 A(5)=B(4)+Y(4)/R(4) 16 I=K-4) V=10.10 17 K=K+1 18 GOTU 11 19 A(4)=B(4) 20 K=1 21 S(K,1)=B(A(K)) 22 S(K,2)=B(B(K)) 23 S(K,3)=B(S(K,1)+S(K,2))/B(K) 24 IF(K-4) V=10.10 25 K=K+1 26 GOTU 11 27 A(4)=B(4) 28 K=1 29 S(K,1)=B(A(K)) 30 S(K,2)=B(B(K)) 31 S(K,3)=B(S(K,1)+S(K,2))/B(K) 32 IF(K-4) V=10.10 33 K=K+1 34 GOTU 11 35 WRITE(11,1) /2(CX,F9.2) 36 STOP </pre>	<p style="text-align: right;">JUB A531Z.A41KXBV.PNSANBEV COMPIL FORTRAN FORTRAN 00:00</p> <p style="text-align: right;">AD316 08/06/89 19.27.34</p>
--	---	---

Fig.86. Programul intocmit pentru calculator.

Rezumatul rezultatelor analizate ale variantelor experimentate față de plugul normal pp-4-30

Tabel nr.24

Varianta experimentată.	Reducerea rezistenței specifice la arat [%]			Reducerea consumului de combustibil [%]			Sporul de viteză [%]		Creșterea capacității de lucru [%]		Reducerea energiei specifice necesare la arat [%]	
	IIR	IIIR	IVR	IIR	IIIR	IVR	IIIR	IVR	IIIR	IVR	IIIR	IVR
	Plug cu cormana modificată. $\delta=24^\circ$	40	37	35	48	43	33,5	12	22	30	35	38
Plug cu cormana modificată. $\delta=27^\circ$	13	16	14	22	19	27	18	25	41	48,6	29,5	18
Plug cu roțile cilindrice.	17	8	10	19,8	7	13	31	31,5	41	35	11	5
Plug cu roțile conice.	11	8	7	13	2,3	7,5	12	18,4	19	9	11	-10

§.6.- Concluzii

Pentru interpretarea rezultatelor și compararea acestora, s-a trasat graficele de variație a indicilor calitativi și ai celor energetici în funcție de tipul organului de lucru precum și variația acestora în funcție de viteza de lucru.

- S-au analizat rezultatele obținute de variantele experimentate, comparativ cu plugul normal PP-4-30.

Rezultatele analizate sînt rezumate în tabelul nr.24 de mai sus.

Analizînd datele din tabelul nr.19, se desprind următoarele:

- Prin cele patru variante experimentate, s-a reușit să se reducă rezistența specifică la arat și în consecință, s-a obținut reducerea consumului de combustibil și ridicarea capacității de lucru în comparație cu plugul normal PP-4-30.

- Variantele cu unghiurile δ micșorate, precum și cea cu roțile cilindrice, au dat rezultate apreciabile în ceea ce privește indicii energetici și indicii de lucru.

- Mărimea vitezelor de lucru este rațională pînă la 9,3 km/h

pentru varianta cu unghiul δ micșorat la 24° , la 9 km/h pentru varianta cu unghiul $\delta = 27^\circ$ și la 8 km/h pentru varianta cu role cilindrice, iar la 7,5 km/h la varianta cu role conice.

- Din observații generale ale stării arăturii, s-a constatat că variantele cu unghiurile δ micșorate nu au dat rezultate bune sub aspect agrotehnic.

- Variantele cu rolele cilindrice și conice au condus la rezultate corespunzătoare în ceea ce privește indicii calitativi de lucru.

C A P I T O L U L VI

DETERMINAREA FORTEI DE TRACȚIUNE PE BAZA ANALIZEI
TRAIECTORIEI MISCĂRII BRAZDEI PE SUPRAFAȚA DE
LUCRU A CORMANEI

Pe baza cercetărilor teoretice prezentate în partea II-a, s-a determinat analitic forța de tracțiune a celor patru variante experimentate, analizând mișcarea brazdei pe suprafața de lucru a cormanei :

Pentru fiecare variantă s-au măsurat pe stand în laborator, coordonatele x,y,z, ale punctelor de pe traiectoria brazdei pe suprafața cormanei. Valóurile coordonatelor obținute în cinci puncte de pe curba traiectoriei brazdei la o viteză de lucru constantă, sînt date în tabelul nr.25.

Valorile coordonatelor x,y,z, de pe traiectoria brazdei

Tabel nr.25

VARIANTA	P U N C T E					
		1	2	3	4	5
Cormană normală	x	16	30,5	46,5	57,4	67,5
	y	5,1	15,2	30,9	40,5	49,6
	z	9,7	20,3	19,2	16,5	13,9
Cormană modificată $\gamma = 27^\circ$	x	13,6	31,7	41,6	53,6	68,6
	y	2,5	8	14	22,8	34,8
	z	8,5	15,1	19	18,8	14,4
Cormană modificată $\gamma = 24^\circ$	x	14,1	27,3	39,2	52,5	67,6
	y	1,6	8	14,2	21,5	28
	z	10,8	15,4	15,6	15,3	11,6
Cormană cu role	x	8,1	16,6	22,6	28,4	33,6
	y	1,5	5	9	13,3	18,4
	z	4,6	9,4	14,7	19,1	20,6

Pe baza acestor date și cu ajutorul programului de calcul al ecuațiilor traiectoriei brazdei întocmit în cadrul acestei lucrări, s-au stabilit ecuațiile ce reprezintă urma brazdei pe suprafața cormanei, conform tabel nr.26.

Ecuatiile ce reprezintă urma brazdei pe suprafața cormanei

Tabel nr.26

VARIANTA	Ecuație ce aproximează curba
Cormană normală	$y = 0,507 - 3,835x + 18,154x^2 - 28,587x^3 + 15,89x^4$ $z = -0,305 + 4,657x - 13,517x^2 + 18,614x^3 - 7,682x^4$
Cormană modificată $\delta = 27^\circ$	$y = 0,004 - 0,077x + 1,025x^2 + 0,084x^3 - 0,506x^4$ $z = 0,227 - 2,445x + 12,789x^2 - 22,311x^3 + 12,951x^4$
Cormană modificată $\delta = 24^\circ$	$y = -0,004 + 0,683x - 1,210x^2 + 2,952x^3 - 2,284x^4$ $z = -0,106 + 2,539x - 9,121x^2 + 14,456x^3 - 8,581x^4$
Cormană cu role	$y = 0,072 - 1,708x + 18,051x^2 - 48,940x^3 + 57,331x^4$ $z = 0,069 - 0,831x + 7,47x^2 - 7,443x^3 - 11,345x^4$

Având ecuațiile traiectoriilor ce reprezintă drumul parcurs de brazdă pe suprafața cormanei, s-a putut determina vitezele, accelerațiile brazdei și respectiv s-a calculat forța de tracțiune. Valorile forței de tracțiune calculate pentru cele patru variante experimentate sînt date în tabelul nr.27.

Valorile forței de tracțiune calculate pentru variantele experimentate [N]

Tabel nr.27

Componentele forței de tracțiune	Cormană normală	Cormană modific. $\delta = 27^\circ$	Cormană modific. $\delta = 24^\circ$	Cormană cu role
Forță de frecare	15730,2	14387,03	13971	7801,4
Forță de accelerare	107,9	49,2	45,2	64
Forță de ridicare a brazdei	87,5	16,23	10,88	87,5
Forță de tăiere a brazdei	5127	3620,9	3247,6	5127,5
TOTAL	21051,2	18133,30	17334,6	13080,4

Din analiza acestor valori se constată că variația forței de tracțiune, obținute prin calcul, funcție de tipul corma-

nei, are aceeași variație ca și cea determinată experimental.

Se constată că cormana scurtată (cu role) prezintă cea mai mare reducere a forței de tracțiune, 37,8%. Aceasta se explică prin neglijarea rezistenței ce apare pe dispozitivul cu role adăugat la cormană. Cormanele cu unghiurile δ modificate la 27° și 24° , prezintă o reducere a forței de tracțiune cu 13,8% și respectiv 17,6% în comparație cu cormana normală.

Din analiza componentelor forței de tracțiune, prezentate în tabelul nr.27, se observă că la cormana scurtată (cu role) apare cea mai mică valoare a forței de frecare, ceea ce confirmă în bună măsură ipoteza că scurtarea suprafeței cormanei, duce la micșorarea rezistenței la tracțiune. Totodată se mai observă că forța de accelerare a brazdăi, crește odată cu creșterea unghiului δ al cormanei.

Din cele expuse mai sus, rezultă că micșorarea rezistenței la tracțiune, se poate obține prin scurtarea suprafeței cormanei și prin micșorarea unghiului δ al cormanei, ceea ce este în concordanță cu concluziile desprinse pe cale experimentală.

Pe baza metodei prezentate, se poate calcula cu o aproximație satisfăcătoare, valoarea forței de tracțiune la diferite tipuri de cormane și se poate face o analiză a componentelor acesteia, respectiv, se pot trage concluzii în legătură cu parametrii asupra cărora trebuie să se acționeze în vederea optimizării lor.

C A P I T O L U L VII

CONCLUZII FINALE SI RECOMANDARI PENTRU PRODUCTIE

Din studiul documentar efectuat, se pot desprinde următoarele concluzii :

- Creșterea capacității de lucru a agregatelor agricole, fapt ce constituie o problemă de eficiență economică de mare actualitate.

- Creșterea capacității de lucru a agregatelor de arat, constituie o problemă de cercetare deosebit de importantă, deoarece capacitatea de lucru a acestora este încă relativ scăzută, ca urmare a vitezelor de lucru reduse, dată fiind rezistența mare opusă de plug în procesul de lucru.

- Sub acest aspect, plugul este cel mai mare consumator de energie din agricultură, fapt ce a determinat să constituie una din principiile obiective de studiu și cercetare în vederea micșorării rezistenței de lucru, reducerii consumului specific de energie, măririi vitezei de lucru și capacității de lucru a agregatului, urmărindu-se în final reducerea prețului de cost a lucrării de arat.

- Această problemă a preocupat pe mulți cercetători încă de acum 20-30 de ani și s-au construit diverse mașini de lucrat solul cu viteze mărite în vederea măririi capacității de lucru. Totuși, problema nu s-a rezolvat în totalitatea ei.

- Plugul cu cormană rămîne deocamdată unealta cea mai simplă, ieftină și sigură pentru executarea lucrării de bază a solului, care poate fi perfecționată pentru a lucra cu viteze mărite.

- Avînd în vedere cele expuse mai sus, autorul a elaborat în cadrul acestei lucrări, cercetări teoretice în vederea reducerii rezistenței la tracțiune și măririi vitezei de lucru a plugului.

- În urma cercetărilor teoretice elaborate, se desprind următoarele :

- S-a analizat rezistența la tracțiune a plugului ajungîndu-se la o relație care să permită determinarea acestei valori în funcție de elemente ce pot fi ușor măsurate.

- Din relația stabilită, rezultă că rezistența la trac-

țiune, depinde de o serie întreagă de parametrii constructivi, de proprietățile fizico-mecanice ale solului și de viteza de lucru.

- S-a observat că prin mărirea vitezei de lucru a plugului, rezistența la tracțiune crește cu pătratul vitezei, dar depinde foarte mult și de unghiul γ .

- S-a demonstrat că micșorarea rezistenței la tracțiune în vederea măririi vitezei de lucru a plugului, poate fi realizată prin micșorarea unghiului γ .

- Totodată s-a arătat că micșorarea rezistenței la tracțiune, poate fi realizată și prin scurtarea suprafeței de lucru a cormanei.

- S-a stabilit o relație acceptabilă între unghiul γ și viteza de lucru a plugului. Această relație permite modificarea cormenelor clasice pentru a se lucra cu viteze mărite.

- Bazându-se pe cele expuse mai sus, s-au realizat patru variante experimentale de pluguri în vederea micșorării rezistenței la tracțiune și măririi vitezei de lucru:

Două variante s-au realizat prin micșorarea unghiurilor γ în limitele $27^\circ - 35^\circ$ la una, și în limitele de $24^\circ - 30^\circ$ la cealaltă, iar celelalte două variante s-au realizat prin scurtarea aripei cormanei și adăugarea unui dispozitiv cu rolă conică la una și un dispozitiv cu două role cilindrice la cealaltă.

- Cele patru variante realizate, au fost supuse încercărilor în aceleași condiții de câmp (lucru) comparativ cu plugul normal PP-4-30.

- Încercările s-au desfășurat conform metodicii experimentale cunoscute și expuse în lucrare.

- Fiecare variantă a fost supusă aceluiași încercări prin care s-a urmărit :

- a) determinarea indicilor calitativi de lucru.
- b) determinarea indicilor energetici.
- c) determinarea indicilor de exploatare.

- Pentru a urmări influența vitezei de lucru asupra acestor indici, încercările s-au făcut utilizând trei trepte de viteză : II R, III R și IV R.

- Datele culese în urma încercărilor efectuate, au fost prelucrate conform metodologiei statistice matematice prezentate în cadrul acestei lucrări.

- Pentru interpretarea rezultatelor și compararea acestora: s-au trasat graficele de variație a indicilor calitativi

și a indicilor energetici în funcție de tipul organului de lucru, precum și variația acestora în funcție de viteza de lucru.

- Din analiza rezultatelor experimentale ale celor patru variante, a rezultat că :

- Cele patru variante experimentate, au avut o foarte bună stabilitate în lucru atât în plan orizontal cât și în plan vertical pentru cele trei trepte de viteză alese.

- În cazul variantelor cu unghiurile γ modificate, indicii calitativi de lucru rezultați, sînt puțin diferiți față de valorile recomandate de literatura de specialitate.

- Indicii calitativi de lucru la variantele cu role cilindrice și cu role conice, s-au încadrat în limitele admisibile.

- Din observațiile generale asupra stării arăturii, s-a constatat că rolele cilindrice și cele conice montate pe cormană, îmbunătățesc nu numai afînarea, dar și nivelarea solului.

- Rezistența medie la tracțiune precum și rezistența specifică la arat pentru cele patru variante experimentate, crește cu creșterea vitezei de lucru, în limite diferite, dar cu mult mai puțin decît la varianta normală - plugul PP-4-30.

- Prin cele patru variante experimentate, s-a reușit să se reducă apreciabil, în limite diferite, rezistența la tracțiune, consumul specific de energie, consumul de combustibil și să se mărească viteza de lucru, respectiv capacitatea de lucru a plugului, în comparație cu plugul normal PP-4-30

- Variantele cu unghiurile micșorate, prezintă cea mai mică rezistență, cu toate că indicii calitativi de lucru sînt inferiori celorlalte variante.

- Rezultă deci, că mărirea eficienței a vitezei de lucru a plugurilor se obține prin micșorarea rezistenței la tracțiune a acestora.

- Reducerea rezistenței la tracțiune se poate obține prin micșorarea unghiurilor γ și prin scurtarea aripei cormanei.

- Cu variantele constructive realizate și experimentate s-au obținut unele avantaje în ceea ce privește reducerea forței de tracțiune și mărirea vitezei de lucru, însă calitatea arăturii a suferit. Avînd în vedere acest lucru, autorul își propune în continuare, perfecționarea variantelor constructive realizate pînă la satisfacerea pe deplin a cerințelor agrotehnice impuse de tehnica agricolă modernă.

- S-a determinat, în cadrul acestei lucrări, forța de

tracțiune și prin analiza traiectoriei brazdei pe suprafața de lucru a cormanei. Metoda analitică, 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 al acestora. Rezultă deci, că pe baza acestei metode se poate calcula, valoarea forței de tracțiune la diferite tipuri de cormane și se poate face o analiză a componentelor acesteia, respectiv se pot trage concluzii în legătură cu parametrii asupra cărora trebuie să se acționeze în vederea optimizării lor.

B I B L I O G R A F I E

1. Babiciu, I.
Simion, D.
"Contribuții la realizarea plugului purtat FP-4-30 pentru tractoarele pe roți de 65 CP"
Revista "Mecanizarea și electrificarea agriculturii" nr. 4, București, 1968
2. Bainer, R.
Kepner, R.A.
Barger, E.L.
"Principles of Farm Machinery"
John Wiley & Sons Inc., New York, 1955
3. Barba, V.
Wolf, C.
"Studiul și realizarea aparaturii pentru prelucrarea diagramelor"
Lucrări științifice I.C.M.A., vol. IX, București, 1965
4. Barret, F.M.
"A Helical Design for Plough Mouldboards"
"Journal of Agricultural Engineering"
Nr. 3, vol. 12, 1967
5. Beeny, M.I.
"Lucrarea solului cu plugul rotativ"
"Journal of Farm Mechanization", Vol. 182, 1964
6. Bernaki, H.
"Rotary Tillage Machines combined with passive Tools"
Institution of Agricultural Mechanization and Electrification, Warsaw, 1970
7. Bernaki, H.
"Mașini pentru lucrarea solului cu piese active acționate de la motor"
Revista "Deutsche Agrartechnik"
Nr. 3, vol. 14, 1964
8. Bernaki, H.
"Agricultural Machines Theory and Con-

- struction" Vol. 1. Published for
U.S. Departement of Agriculture and
The National Science Foundation,
Washington, 1972
9. Bernaki, H. "Compararea consumatorilor de ener-
gie la prelucrarea solului cu dife-
rite organe de lucru"
Revista "Agrartechnik" Nr. 1, Vol.
23, 1973
10. Bertelsen, W.R. "Something Brand New in Plows. The
Aeroplów"
Des Moines Register, Section H, Pa-
per 17, 21.8.1960
11. Bezicovici, I.S. "Calculc aproximate"
Editura tehnică, București, 1952
12. Boltinski, N.V. "Incerări comparative fn condiții
de producție a agregatelor de mașini
agricole, la viteze de 5-9 km/oră
și 9-15 km/oră"
Revista "Mehanizația i elektrifika-
ția soșialisticeskogo selskogo ho-
ziaistva" nr. 5, 1964
13. Bowers, W.
Bateman, H.P. "Research Studies of minimum Tilla-
ge"
Transaction of the ASAE, 1960
14. Buzatu, J.
Sulea, I.
Tămășanu, D.
Toma, D. "Cercetări privind folosirea plugu-
rilor cu discuri"
Lucrări științifice I.C.M.A., vol.
IX, București, 1965
15. Buzatu, J.
Sandru, I. "Mașini combinate pentru lucrările
solului și semănat"
Editura Ceres, București, 1971

- ^{OK ✓}
16. Carlson, E.C.
"Plow and Computers"
"Journal of Agricultural Engineering"
1961
- ^{OK ✓}
17. Cashmore, W.H.
"Performanțele plugurilor la viteze
mărite"
"Journal of Farm Mechanization" Nr.
206, vol. 18, 1966
18. Cashmore, W.H.
"Vibratory Techniques"
"Journal of Farm Mechanization" Vol.
19, 1967
19. Ceapoiu, N.
"Metode statistice aplicate în ex-
periențele agricole și biologice"
Editura agrosilvică, București, 1968
- ^{OK ✓}
20. Cooper, A.W.
McCreery, W.F.
"Plastic Surfaces for Tillage Tools"
ASAE Paper No. 61-609, December
1961
- ^{OK ✓}
21. Cooper, A.W.
Gill, W.R.
Vanden, G.E.
Reaves, L.A.
"Rotary Tiller and Muldboard Plow
Performance". National Tillage Ma-
chinery Laboratory, U.S. Depart-
ment of Agriculture, 1963
22. Căproiu, S.
"O metodă pentru determinarea re-
zistenței specifice la arat a solu-
lui"
Revista "Mecanizarea și electrifi-
carea agriculturii", nr.6, București,
1964
23. Căproiu, S.
"Studii teoretice privind influența
cinematicii mecanismului de suspen-
sion asupra caracteristicilor stati-
ce ale plugurilor purtate pe trac-
toarele cu roți"
Revista "Mecanizarea și electrifica-

rea agriculturii" nr. 6, București,
1966

24. Căproiu, S.
și colaboratorii

"Determinarea poziției optime pe ca-
dru a roții de câmp la plugurile
purtate PP-3-30 M și PP-4-30 în
funcție de cinematica mecanismului
instalației hidraulice a tractoare-
lor U-650 și U-651". Caiet selectiv
de lucrări de colaborare cu produc-
ția, Timișoara, 1969

25. Căproiu, S.
și colaboratorii

"Mașini agricole pentru lucrările
solului". Lucrări de laborator.
Timișoara, 1969

26. Căproiu, S.
și colaboratorii

"Cercetări experimentale privind re-
ducerea rezistenței la tracțiune și
și mărirea vitezei de lucru a plu-
gurilor purtate"
Revista "Mecanizarea și electrifi-
carea agriculturii" nr. 10, București,
1971

27. Căproiu, S.
și colaboratorii

"Contribuții privind construcția su-
prafeței de lucru a unei cormane
destinată plugurilor purtate pentru
viteze mărite"
Revista "Mecanizarea și electrifica-
rea agriculturii" nr. 7, București,
1972

28. Căproiu, S.
și colaboratorii

"Reducerea rezistenței plugurilor
în vederea măririi vitezelor de lu-
cru"
Revista "Studii și cercetări de me-
canică agricolă" nr.2, vol. 15,
București, 1972

29. Căproiu, S.
și colaboratorii
"Curs de teoria, calculul și construcția mașinilor agricole pentru lucrările solului". Vol. I și II.
Timișoara, 1973
30. Dîmo, F.
"Programarea în FORTRAN"
Editura didactică și pedagogică,
București, 1971
31. Florescu, I.
Roș, V.
Stoica, A.
"Studiu analitic asupra suprafețelor active de la cormanele cilindrice"
Revista "Studii și cercetări de mecanică agricolă" nr. 2-3, vol. 11,
București, 1968
32. Fornstrom, K.J.
Beaker, C.F.
"Comparison of Energy Requirements and Machinery Performance for Four Summer Fallow Methods" Transactions of ASAE, Nr. 4, Vol. 20, 1977
33. Fox, W.R.
Bockhop, C.W.
"Characteristics of a Teflon-Covered simple Tillage Tool". Amer. Soc. Engin., Paper 62-609, 1962
34. Gill, W.R.
Vaden Berg, G.E.
"Soil Dynamics in Tillage and Traction"
Agricultural Handbook Nr. 316, Agricultural Research Service, 1967
35. Gill, W.R.
"Soil Deformation by Simple Tools"
Transactions of ASAE Nr. 2, Vol. 12, 1969
36. Gill, W.R.
"Lubrication of Soil-Metal Interfaces". Transactions of ASAE, Nr. 5, Vol. 18, 1975
37. Gill, W.R.
și colaboratorii
"Lubricated Plows vs Sticky Soil"
Journal of Agricultural Engineering



Nr. 10, Vol. 58, 1977

38. Harris, P.S. "Farm Machinery and Equipment"
New York, 1964
39. Harrison, H.P. "Soil Reacting Forces for Disks
from Field Measurement"
Transactions of ASAE Nr. 5, Vol. 20,
1977
40. Hofmann, K. "Creșterea productivității muncii și
evoluția costurilor la aratul cu vi-
teză sporită"
Revista "Deutsche Agrartechnik" Nr.
7, Vol. 14, 1964
41. ^{SV ✓} Humarov, R.T. "Ispolzovanie nemetaceskih materia-
lov na skorostnih plugah"
Burcenko, P.N. Revista "Traktori i selihozmașini"
nr. 3, 1971
42. Ilie, C. "Mecanica". Editura didactică și pe-
dagogică, București, 1978
Bolog, C.
43. James, G. "Soil Reactions to High Speed Cut-
ting".
Hendrick, A. Transactions of ASAE Nr. 3, Vol. 16,
Gill, W.R. 1973
44. James, P.E. "Deep Flowing, an Engineering Apprai-
sal". Transactions of ASAE Nr. 3,
Wilkins, D.E. Vol. 15, 1972
45. Kaipov, A.N. "Plugi dlia raboti na povsennih
skorosti". Revista "Traktori i sel-
hozmașini" Nr. 2, Vol. 42, 1972
46. ^{SV ✓} Kanafojski, C. "Măsurarea vitezelor de lucru la lu-
crările de câmp. Avantaje și metode

47. Kaufman, L.C.
Totten, D.S.
48. Koertner, R.G.
Bashford, L.L.
Lane, D.E.
49. Kofoed, S.S.
50. Krasnoşciokov, N.V.
Kolceanov, V.P.
51. Krutikov, I.P.
şi colaboratorii
52. Kulebankin, P.G.
şi colaboratorii
- de realizare"
Revista "Deutsche Agrartechni"
Nr. 10, Vol. 15, 1965
- "Development of an Inverting Muld-
board Flow"
Transactions of ASAE Nr. 1, Vol. 15,
1972
- "Tractor Instrumentation for Measu-
ring Fuel and Energy Requirements"
Transactions of ASAE Nr. 3, Vol. 20,
1977
- "Kinematics and Power Requirement of
Oscillating Tillage Tools"
Journal of Agric. Eng. Research, Vol.
14, 1969
- "Creşterea vitezei de lucru a agre-
gatelor tractor-maşină agricolă"
Revista "Mehanizația i elektrifika-
ția soşialisticeskogo selkohozi-
istva" nr. 1, 1972. Centrul de infor-
mare şi documentare pentru agricul-
tură şi silvicultură, Culegerea de
traduceri 860-1973
- "Teoria, construcția şi calculul ma-
şinilor agricole". Vol.1.
Editura tehnică, Bucureşti, 1955
- "Organe active ale dezmiriştitoare-
lor cu discuri pentru lucrul cu vi-
teze sporite".
Revista "Traktorfi i selhozmaşinf"
Nr. 11, 1963

53. Kummer, F.A.
Nichols, M.L. "The Dynamic Properties of Soil. A Study of the Nature of Physical Forces Governing the Adhesion between Soil and Metal Surface"
54. Larson, L.W. "The Future of Vibratory Tillage Tools"
ASAE Transactions Nr. 1, Vol. 10, 1967
55. Letoşnev, M.N. "Maşini agricole". Ediția III, 1959. Editura agrosilvică, Bucureşti
56. Mouat, G.C.
Coleman, F. "Tillage Implement"
Temple Press Ltd., London, 1959
57. Musta, M.
Bimbulov, N. "Determinarea forței de tracțiune la maşinile agricole purtate".
Lucrări ştiinţifice I.C.M.A.vol. VII, Bucureşti, 1963
58. Nikiforov, P.E. "Pluguri pentru arat cu viteză mare"
Revista "Traktorî i selhozmaşinî"
Nr. 7, 1965
59. Nikiforov, P.E. "Influența tipurilor de cormană, a unghiurilor și a vitezei de lucru asupra calității arăturii"
Revista "Mehanizația i elektrifiția soşialisticeskogo selskogo hozeaistva" Nr. 3, 1967
60. Nişescu, G.
Năstăsoiu, P.
Popescu, S. "Tractoare". Ediția II, 1974.
Editura didactică și pedagogică, Bucureşti
61. O'Callaghan, J.R.
McCoy, J.G. "The Handling of Soil by Mouldboard Ploughs". Mechanical engineering department, Dublin

62. Panov, I.M. "Studiul lucrului efectuat de trupa combinată"
Revista "Traktorî i selhozmaşinî"
nr. 8, 1969
63. Pascal, A.I. "Maşini rotative pentru lucrările solului"
Journal of Farm Mechanization
Nr. 211, Vol. 19, 1967
64. Pawlik, A. "Wstępne wyniki badan korpusow plugow do szybkiej orki"
Biuletyn prac naukowo badawczych
nr. 2, Warszawa, 1962
65. Podskrebko, D.M. "Alegerea unghiurilor optime de montare a brăzdarului la aratul solurilor grele"
Revista "Traktorî i selhozmaşinî"
nr. 9, 1965
66. Poltaşev, I.S. "Despre al treilea termen al formulei raşionale"
Revista "Traktorî i selhozmaşinî"
nr. 2, 1958
67. Porterfield, J.C.
Davidson, J.M. "Minimum Tillage for Cotton Production"
Transaction of ASAE Nr. 6, Vol. 17,
1974
68. Reaves, C.A. ✓
Scafer, R.L.
69. Richey, C.B. "Agricultural Engineers Handbook"
şi colaboratorii McGraw-Hill Book Company, New York,
1961

70. Roland, S.
Fischer, A. "Statistical Methods for Research Workers". Oliver and Boyd, Edinburgh, 1970
71. Roș, V. "Tendințe în construcția mașinilor de prelucrat solul". Cluj-Napoca, 1978
-  72. Rowe, R.T. "Influence of Speed on the Elements of Draft of a Tillage Tool" Transactions of ASAE, Nr. 4, Vol. 4, 1961
73. Schiling, E. "Landmaschinen. Lehr- und Handbuch für den Landmaschinenbau" BRD - Köln, 1962
74. Schlegel, J.E.
Morling, R.W. "Optimum Travel Speed for maximum Plowing Acreage" Transactions of ASAE Nr. 5, Vol. 12, 1969
75. Scripnic, V.
Babiciu, P. "Mașini agricole" Editura agrosilvică, București, 1968
76. Scripnic, V.
Babiciu, P. "Mașini agricole" Editura Ceres, București, 1979
-  77. Smerburg, H. "Despre influența formei trupitei de plug asupra rezistenței la tracțiune" Revista "Agrartechnik" Nr. 1, Vol. 23, 1973
78. Snedecor, G.W.
Cochran, W.G. "Metode statistice aplicate în cercetările de agricultură și biologie" The Iowa State University Press, Iowa, 1965

79. ^{OK ✓} Soehne, W.H.
Möler, R.T.

"Characterisation of Tillage Tools"
Technische Hochschule München,
1966

80. ^{OK ✓} Soehne, W.H.

"Investigation on the Shape of
Plough Bodies for High Speeds"
Revista "Grundlagen der Landtech-
nik" Nr. 11, 1959

81. Soehne, W.H.

"The Influence of Working Speed on
the Design of Plow Bodies"

82. Southwell, P.H.

"Engineering in Agriculture"
Temple press Ltd., London, 1955

83. Staicu, I.
și colaboratorii

"Agrotehnica și tehnica experimen-
tală".
Editura didactică și pedagogică,
București, 1967

84. Stănel, A.
Banciu, A.S.

"Mrană pentru 6 miliarde de oameni"
Almanah "Știință și tehnică",
București, 1966

85. Sandru, A.

"Tehnologia exploatării și între-
ținerii parcului de mașini și
tractoare". Vol. 1, Timișoara
1970

86. Sandru, A.
Ionescu, N.

"Optimizarea utilizării mașinilor
și instalațiilor din agricultură"
Indrumător de lucrări practice.
Timișoara, 1972

87. Tatarla, M.

"Mărirea vitezei de lucru a mași-
nilor la lucrările solului"
Revista "Mecanizarea și electri-
ficarea agriculturii", nr. 5,
București, 1961

88. Tecușan, N.
Nițescu, G. "Tractoare și automobile". Editura didactică și pedagogică, București, 1977
89. Toma, D. "Cercetări privind tipurile de pluguri pentru arături de 14-20 cm adâncime".
Revista "Studii și cercetări de mecanică agricolă" nr. 4, București, 1968
90. Toma, D. "Cercetări privind stabilirea criteriilor de apreciere a calității lucrului efectuat de mașinile pentru lucrările solului"
Colocviul româno-francez pe teme de mecanizare a agriculturii, București, 1969
91. Toma, D.
și colaboratorii "Cercetări privind tipurile de pluguri pentru efectuarea arăturilor pe teren șes în diferite condiții de lucru"
Lucrări științifice I.C.M.A., Vol. XIV, București, 1969
92. Toma, D.
și colaboratorii "Studii privind măsurarea adâncimii de lucru a mașinilor agricole"
Lucrări științifice I.C.M.A., Vol. XV, București, 1970
93. Toma, D.
și colaboratorii "Prezent și viitor în mecanizarea agriculturii". Revista "Studii și cercetări de mecanică agricolă" nr. 1, Vol. 15, București, 1972
94. Toma, D. "Mașini și instalații agricole"
Editura didactică și pedagogică, București, 1975

95. Toma, D. "Fractoare agricole" Editura didactică și pedagogică, București, 1978
96. Trapp, A.D.
Reece, A.R.
Abrahams, M. "The Performance of Longitudinally Vibrating Earth Cutters" Journal of Agricultural Engineering Research, Vol. 19, 1974
97. Triplett, G.B.
și alții "No-Plowed, Strip-filled Corn Culture" Transactions of ASAE Vol. 7, 1964
98. Vâlcovici, V.
Bălan, S.
Voinea, R. "Mecanică teoretică" Editura didactică și pedagogică, București, 1968
99. Wang, J.K. ✓
Kwang, L.
Liang, T. "Predicting Tillage Tool Draft Using four Soil Parameters" Transactions of ASAE Nr. 1, Vol. 15, 1972
100. Wicha, A. "Maschinen und Geräte für die Bodenbearbeitung" Fachbuchverlag Leipzig, 1957
101. Wilkes, L.H.
Hobgood, P. "A New Approach to Field Crop Production" Transactions of ASAE Nr. 4, Vol. 12, 1969
102. Young, P.E. "A Machine to Increase Productivity of a Tillage Operation". Transactions of ASAE nr. 6, vol. 19, 1976
103. ~~XXX~~ "Referat despre stabilirea parametrilor constructivi și funcțio-

nali ai plugurilor pentru arături
pînă la 30 cm, cu viteze de lucru
mărite"

Lucrările științifice I.C.M.A.
Vol. V, 1960, București

104. xxx

"Agricultura azi"
S.U.A.

105, xxx

"Alimentația și agricultura în ur-
mătoarele trei decenii"
Editura Academiei Republicii Socia-
liste România, București, 1979

A N E X A 1

Modul de calcul al indicilor statistici pentru
variantele experimentate

CALCULUL STATISTIC AL REZISTENȚEI LA TRACȚIUNE

Plug cu cormana modificată $\gamma = 20^\circ$, viteza IV R

Intervalul clasei	Centrul clasei X	Frecvența f	fX	a (A+X)	a ²	fa	fa ²
13,1 - 14	13,5	1	13,5	-3	9	-3	9
14,1 - 15	14,5	7	101,5	-2	4	-14	28
15,1 - 16	15,5	5	77,5	-1	1	-5	5
16,1 - 17 A	16,5	17	280,5	0	0	0 ⁻²²	0
17,1 - 18	17,5	14	245,0	1	1	14	14
18,1 - 19	18,5	7	129,5	2	4	14	28
19,1 - 20	19,5	3	78,5	3	9	9	27
20,1 - 21	20,5	2	41,0	4	16	8	32
21,1 - 22	21,5	1	21,5	5	25	5	25
		n = 57	$\Sigma fX = 988,5$			$\Sigma fa = 28$	$\Sigma fa^2 = 168$

$$R_{plm} = \bar{X} \lambda(\text{scara}) = \frac{\Sigma fX}{n} = 16,99 \quad 17331 \text{ N}$$

Abaterea standard:

$$\sigma_{R_{pl}} = \sqrt{\frac{\Sigma fa^2 + \frac{(\Sigma fa)^2}{n}}{n - 1}} \quad (1,65) \quad 1692 \text{ N}$$

Indicele de variație:

$$V_{R_{pl}} = \frac{\sigma}{R_{plm}} \cdot 100 \quad 9,76\%$$

Abaterea medie patrativă a rezistenței medii (eroarea medie):

$$\sigma_{R_{plm}(e_m)} = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 0,21 \quad 224,1 \text{ N}$$

Rezistența specifică la arat a plugului:

$$\frac{R_{plm}}{a \cdot B} = 6,4 \text{ N/cm}^2$$

CALCULUL STATISTIC AL REZISTENȚEI LA TRACȚIUNE

Plug normal, viteza IV R

Intervalul clasei	Centrul clasei X	Frecvența f	fX	a (A+X)	a ²	fa	fa ²
16,1 - 18	17	9	153	-4	16	-36	144
18,1 - 20	19	24	456	-2	4	-48	96
20,1 - 22 A	21	31	651	0	0	0	0
22,1 - 24	23	12	276	2	4	24	48
24,1 - 26	25	26	650	4	16	104	418
26,1 - 28	27	5	135	6	36	30	150
28,1 - 30	29	2	58	8	64	18	128
						<u>174</u>	
n = 108 ΣfX = 2379							Σfa = 90 Σfa ² = 982

$$R_{plm} = \bar{X} \lambda(\text{scara}) = \frac{\sum fX}{n} = 22,02 \quad 22468 \text{ N}$$

Abaterea standard:

$$\sigma_{R_{pl}} = \sqrt{\frac{\sum fa^2 - \frac{(\sum fa)^2}{n}}{n - 1}} = (2,91) \quad 2969,6 \text{ N}$$

Indicele de variație:

$$V_{R_{pl}} = \frac{\sigma}{R_{plm}} \cdot 100 = 13,2\%$$

Abaterea medie patratică a rezistenței medii (eroarea medie):

$$\sigma_{R_{plm}} (e_m) = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = (0,27) \quad 285,7 \text{ N}$$

Rezistența specifică la arat a plugului:

$$\frac{R_{plm}}{a \cdot B} = 9,9 \text{ N/cm}^2$$

CALCULUL STATISTIC AL LATIMII DE LUCRU (B)

Plug PP-3-30 cu cormana normală, viteza IV R

B_i	$\sum B_i$	$B_m = \frac{\sum B_i}{n}$	$\pm \delta_B = B_i - B_m$	$\delta_B^2 = (B_i - B_m)^2$
85			- 13	
87			- 11	
88			- 10	
90			- 8	
90			- 8	
92			- 6	
93			- 5	
95			- 3	
95			- 3	
97			- 1	
100			2	6,8
105			7	
107			9	
123			25	
124			26	
				<u>13,8</u>

$n = 15 \quad \sum B = 1471 \quad B_m = 98$

$\sum \delta_B^2 = 2033$

$B_m = 98 \text{ cm}$

Abateră medie negativă și pozitivă: $\delta = \pm \frac{\sum |B_i - B_m|}{n}$; $\delta = 13,8 \text{ cm}$
 $-\delta = -6,8 \text{ cm}$

Abateră accidentală negativă și pozitivă:

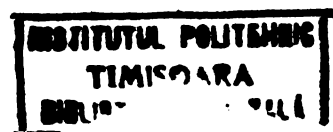
$\Delta_B = (B_{\max} - B_m) = 26 \text{ cm}$; $-\Delta_B = (B_{\min} - B_m) = -13 \text{ cm}$

Abateră medie patrată: $\sigma_B = \pm \sqrt{\frac{\sum (B_i - B_m)^2}{n - 1}} = 12,1 \text{ cm}$

Abateră medie patrată a *latimii* ~~adfaetmii~~ (eroarea medie):

$\sigma_{B_m} = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 3,1 \text{ cm}$

Indicele de variație: $V_B = \frac{100 \sigma_{B_m}}{B_m} = 3,2\%$



LATIMII
CALCULUL STATISTIC AL ABINCIMII DE LUCRU (B)

Plug cu cormana modificată $M_1 \gamma = 24^\circ$, viteza IV R

B_i	$\sum B_i$	$B_m = \frac{\sum B_i}{n}$	$\pm \delta_B = B_i - B_m$	$\delta_B^2 = (B_i - B_m)^2$
80			- 30	900
90			- 20	400
96			- 14	196
100			- 10	100
107			- 3	9
LL0			0	0
112			2	4
115			5	25
115			5	25
115			5	25
119			9	81
119			9	81
122			12	144
125			15	225
125			15	225
			<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>	
			8,5	
<hr/>				
$n=15$		$\sum B=1650$	$B_m=110$	$\sum \delta_B^2 = 2440$

$B_m = 110 \text{ cm}$

Abateră medie negativă și pozitivă: $\delta = \pm \sum_{i=1}^n \frac{|B - B_m|}{n}$; $= 8,5 \text{ cm}$;
 $= -15,4 \text{ cm}$;

Abateră accidentală negativă și pozitivă:

$\Delta_B = (B_{\max} - B_m) = 15 \text{ cm}$; $-\Delta_B = (B_{\min} - B_m) = -30 \text{ cm}$;

Abateră medie patratică:

$\sigma_B = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (B_i - B_m)^2}{n - 1}} = 13,7 \text{ cm}$

Latimii

Abateră medie patratică a adincimii (eroarea medie):

$\sigma_{B_m} = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 3,5 \text{ cm}$

Indicele de variație: $V_B = \frac{100 \sigma_{B_m}}{B_m} = 3,2\%$

CALCULUL STATISTIC AL ADINCIMII DE LUCRU (a)

Plug PP-3-30 cu cormana normală, viteza IV R

a_i	$\sum a_i$	$a_m = \frac{\sum a}{n}$	$\pm \delta a = a_i - a_m$	$\delta_a^2 = (a_i - a_m)^2$
19			- 4	
21			- 2	
21			- 2	
21			- 2	
21,5			- 1,5	
22			- 1	
22			- 1	
22,5			- 5	
			-1,75	
23			0	
23,5			0,5	
23,5			0,5	
23,5			0,5	
24			1	
24			1	
24			1	
24,5			1,5	
24,5			1,5	
24,5			1,5	
25,5			2,5	
25,5			2,5	
26,5			3,5	
			1,45	
$n = 21 \quad \sum a = 486,5 \quad a_m = 23$			$\sum \delta_a^2 = 67,75$	

$a_m = 23 \text{ cm}$
 Abaterea medie negativă și pozitivă: $\delta = \pm \frac{\sum_{i=1}^n |a_i - a_m|}{n}$; $-\delta = -1,75 \text{ cm}$
 $\delta = 1,45 \text{ cm}$

Abaterea accidentală negativă și pozitivă:

$$\Delta_a = (a_{\max} - a_m) = 3,5 \text{ cm}; \quad -\Delta_a = (a_{\min} - a_m) = -4 \text{ cm};$$

Abaterea medie patratică:

$$\sigma_a = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - a_m)^2}{n - 1}} = 1,8 \text{ cm}$$

Abaterea medie patratică a adfincimii (eroarea medie): $\sigma_{am} = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 0,4 \text{ cm}$

Indicele de variație: $V_a = \frac{100 \sigma_{am}}{a_m} = 1,7\%$

CALCULUL STATISTIC AL ADINCIMII DE LUCRU (a)

Plug cu cormana modificată M₂ γ = 24°, viteza IV R

a_i	$\sum a_i$	$a_m = \frac{\sum a}{n}$	$\pm \delta_a = a_i - a_m$	$\delta_a^2 = (a_i - a_m)^2$
21			- 3,5	12,25
23			- 1,5	2,25
23			- 1,5	2,25
23,5			- 1,0	1,00
23,5			- 1,0	1,00
23,5			- 1,00	1,00
24			- 0,5	0,25
24			- 0,5	0,25
			- 1,31	
24,5			0	0
25			0,5	0,25
25,5			1,0	1,00
26			1,5	2,25
26			1,5	2,25
26			1,5	2,25
26			1,5	2,25
27			2,5	6,25
			1,42	
<hr/>				
$n = 16 \quad \sum a = 391,5 \quad a_m = 24,5$			$\sum \delta_a^2 = 36,75$	

$a_m = 24,5$ cm

Abateră medie negativă și pozitivă: $\delta = \pm \frac{\sum_{i=1}^n |a_i - a_m|}{Nn}$; $\delta = 1,42$ cm; $-\delta = -1,31$ cm;

Abateră accidentală negativă și pozitivă:

$\Delta a = (a_{max} - a_m) = 2,5$ cm; $-\Delta a = (a_{min} - a_m) = -3,5$ cm;

Abateră medie patratică: $\sigma_a = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - a_m)^2}{n - 1}} = 1,56$ cm

Abateră medie patratică a adincimii (eroarea medie):

$$\sigma_{am} = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 0,39 \text{ cm};$$

Indicele de variație: $V_a = \frac{100 \sigma_{am}}{a_m} = 1,59\%$