

UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” TIMIȘOARA
FACULTATEA DE MECANICĂ
CATEDRA DE INGINERIA TRANSPORTURILOR

ing. CABA IOAN LADISLAU

TEZĂ DE DOCTORAT

CONTRIBUȚII PRIVIND ÎMBUNĂȚIREA PARAMETRILOR
CONSTRUCTIVI ȘI FUNCȚIONALI AI ORGANELOR DE LUCRU ALE
MAȘINILOR AUTOÎNCĂRCĂTOARE DE STRÂNS ȘI TRANSPORTAT
FURAJE FIBROASE

Conducător științific: Prof. dr. ing. DĂNILĂ ION

UNIV. "POLITEHNICA"	
TIMIȘOARA	
BIBLIOTECA CENTRALĂ	
Nr. volum	043.1e3
Dulap	569 Lit. F

TIMIȘOARA
2006

**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” TIMIȘOARA
FACULTATEA DE MECANICĂ
CATEDRA DE INGINERIA TRANSPORTURILOR**

ing. CABA IOAN LADISLAU

TEZĂ DE DOCTORAT

**CONTRIBUȚII PRIVIND ÎMBUNĂTĂȚIREA PARAMETRILOR
CONSTRUCTIVI ȘI FUNCȚIONALI AI ORGANELOR DE LUCRU ALE
MAȘINILOR AUTOÎNCĂRCĂTOARE DE STRÂNS ȘI TRANSPORTAT
FURAJE FIBROASE**

Conducător științific: Prof. dr. ing. DĂNILĂ ION

CUPRINS

Capitolul I	INTRODUCERE	1
I.1	Aspecte legate de evoluția agriculturii țării	1
I.2	Necesitatea apariției mașinilor agricole de recoltat plante furajere	3
I.3	Noi provocări apărute în agricultura modernă	4
I.4	Tendențe de orientare a industriei constructoare de mașini de recoltat	6
Capitolul II	OBIECTIVELE PROPUSE DE REZOLVAT ÎN CADRUL TEZEI	8
II.1	Îmbunătățirea parametrilor constructive și funcționali ai organelor de adunat fân	9
II.2	Stabilirea profilului cuțitelor aparatului de mărunțire	10
Capitolul III	STUDIUL PRIVIND DEZVOLTAREA MAȘINILOR DE ADUNAT ȘI TRANSPORTAT FURAJE FIBROASE	12
III.1	Tehnologii de recoltat plante furajere	12
III.1.1	Considerații generale	12
III.1.2	Clasificarea tehnologiilor de recoltat plante furajere	12
III.2	Construcția mașinilor agricole de recoltat plante furajere	15
III.2.1	Clasificarea mașinilor de recoltat plante furajere	15
III.2.2	Mașini de adunat, încărcat și transportat fân vrac	15
III.2.3	Construcția mașinilor autoîncărcătoare de transportat fân	16
III.2.4	Dispozitivul de adunat și ridicat din brazdă	17
III.2.5	Mecanismul de transport și mărunțire din canalul de alimentare	19
III.2.6	Transportoare tip lanț cu racleți	23
III.2.7	Caracteristicile constructive ale unor utilaje realizate de firme renumite în domeniu	25
III.2.8	Mașini tractate autoîncărcătoare de transportat fân	26
III.2.9	Mașini autoîncărcătoare de transportat fân, autopropulsate	33
III.3	Concluzii	34
Capitolul IV	CONSIDERAȚII PRIVIND PARAMETRI CONSTRUCTIVI ȘI FUNCȚIONALI AI DISPOZITIVELOR DE ADUNAT ȘI RIDICAT DIN BRAZDĂ	37
IV.1	Dispozitive de adunat și ridicat plante din brazdă	37
IV.2	Cercetări cu privire la unii parametri ai dispozitivului de ridicat tip tobă cu degete elastice	42
IV.2.1	Analiza cinematică a degetelor elastice	42
IV.2.2	Stabilirea numărului minim de bare cu degete elastice	44
IV.2.3	Valoarea optimă a indicelui cinematic λ_0	47
IV.2.4	Capacitatea de lucru a dispozitivului de adunat și	50

		ridicat din brazdă	
	IV.2.5	Stabilirea turației tobei a dispozitivului de adunat și ridicat din brazdă	51
	IV.2.6	Concluzii	52
IV.3		Considerații privind mișcarea proprie a barelor cu degete elastice	53
	IV.3.1	Pozițiile degetelor elastice în cadrul unui ciclu de lucru	53
	IV.3.2	Considerații cu privire la legile de variație a unghiului de poziție al degetelor elastice	56
Capitolul V		CERCETĂRI PRIVIND ÎMBUNĂTĂȚIREA PROCESULUI DE LUCRU AL DISPOZITIVULUI DE ADUNAT ȘI RIDICAT DIN BRAZDĂ	59
	V.1	Prezentarea modului de funcționare al organelor de lucru de concepție nouă, utilizate la dispozitivele de ridicat furaje din brazdă de tip tobă cu degete elastice rabatabile	59
	V.2	Considerații cu privire la îmbunătățirea procesului de lucru al tobei cu degete elastice	61
	V.3	Studiul efectelor variației elementelor de bază ce alcătuiesc ecuațiile parametrice ale traiectoriei degetelor de la toba ridicătoare cu degete elastice retractabile asupra lungimii zonei active	72
	V.3.1	Studiul efectelor variației înălțimii zonei active de greblare h , asupra distanței de greblare X_T a tobei ridicătoare cu degete elastice retractabile	72
		V.3.1.1 Concluzii	81
	V.3.2	Studiul efectelor variației vitezei unghiulare de rotație a tobei ω , asupra distanței de greblare X_T a tobei ridicătoare cu degete elastice retractabile	82
		V.3.2.1 Concluzii	88
	V.3.3	Studiul efectelor variației vitezei de deplasare a mașinii de recoltat V_m , asupra distanței de greblare X_T a tobei ridicătoare cu degete elastice retractabile	89
		V.3.3.1 Concluzii	95
	V.3.4	Studiul efectelor variației lungimii degetelor l a tobei, asupra distanței de greblare X_T a tobei ridicătoare cu degete elastice retractabile	96
		V.3.4.1 Concluzii	102
	V.3.5	Studiul efectelor variației lungimii razei tobei r , asupra distanței de greblare X_T a tobei ridicătoare cu degete elastice retractabile	103
		V.3.5.1 Concluzii	109
	V.3.6	Studiul efectelor variației unghiului de înclinare maxim al degetului α_{max} , asupra distanței de greblare X_T a tobei ridicătoare cu degete elastice retractabile	110
		V.3.6.1 Concluzii	118
Capitolul VI		CERCETĂRI PRIVIND ÎMBUNĂTĂȚIREA PROCESULUI DE LUCRU AL ORGANELOR DE MĂRUNȚIT FURAJE FIBROASE	120
	VI.1	Importanța cunoașterii procesului de tăiere-mărunțire a tulpinilor de plante furajere	120

VI.2	Procesul de mărunțire a furajelor fibroase	122
VI.3	Concluzii	132
VI.4	Contribuții privind determinarea profilului cuțitului de mărunțire în cazul tăierii cu alunecare	133
VI.5	Concluzii	137
Capitolul VII	CERCETĂRI EXPERIMENTALE ASUPRA ORGANELOR DE TĂIERE-MĂRUNȚIRE A FURAJELOR FIBROASE UTILIZATE LA REMORCILE AUTOÎNCĂRCĂTOARE FÂN	138
VII.1	Obiective urmărite în cadrul cercetării experimentale	138
VII.2	Echipamentul proiectat, executat și utilizat în cadrul cercetărilor de laborator	139
VII.3	Metodica încercărilor experimentale a cuțitelor utilizate la mărunțirea furajelor fibroase	141
VII.4	Analiza datelor obținute în urma determinărilor efectuate în cadrul laboratorului	142
VII.5	Concluzii privind rezultatele obținute în urma cercetărilor de laborator asupra organelor de tăiere a furajelor fibroase	168
Capitolul VIII	CONCLUZII FINALE ȘI VALORIFICAREA REZULTATELOR CERCETĂRII	170
Bibliografie		172

INTRODUCERE

I.1. Aspecte legate de evoluția agriculturii țării

Activitatea de recoltare, de culegere și strângere a roadelor pământului, are un trecut îndelungat și bogat în evenimente, ea a apărut în epoca pietrei, cu mii de ani înainte de începutul practicării agriculturii și este una dintre activitățile primordiale ale omului.

În evoluția ei îndelungată și zbuciumată, actul de recoltare a cunoscut diferite faze de tranzit, a fost și este încă sărbătorită cu fast și proslăvit (cunoscutele sărbători ale recoltei), a mai pierdut din strălucire odată cu apariția și dezvoltarea industriei, dar a rămas totuși momentul de bilanț, sau al adevărului, pentru activitatea globală a unei ramuri de producție deosebit de importantă a economiei mondiale.

Cultivarea plantelor și creșterea animalelor domestice sunt ocupații ce au apărut încă din neolitic. În acea perioadă s-a dezvoltat mult creșterea vitelor ceea ce a dus la despărțirea triburilor de păstori de celelalte triburi, adică a apărut prima diviziune a muncii, un oarecare început de globalizare.

În perioada bronzului [87], odată cu apariția unor unelte mai performante, producția agricolă a fost mult mai mare, ceea ce a dus la dezvoltarea acestei îndeletniciri și crearea proprietății funciare. Tot în această perioadă apare posibilitatea ca unele familii mari patriarhale să-și însușească plusprodusul, impunându-se ca o adevărată aristocrație tribală. Războaiele dintre triburi, devin războaie de jafuri și o sursă de îmbogățire pentru conducători victorioși, iar pentru cei învinși devin făcătoare de sclavie.

Strămoșii noștri daco-geții acordau o atenție deosebită dezvoltării agriculturii. Poetul Ovidiu arată că agricultura era atât de înrădăcinată în viața dacilor încât aceștia nu-și părăseau ogoarele nici în situații critice, când pământul lor era invadat de diferite seminții străine.

Criton, medicul împăratului Traian, în timpul războaielor cu dacii, arată că pe moșiile regelui, nobilimii și al preoților daci, lucrarea pământului era încredințată dregătorilor, cu scopul de a realiza recolte mai mari.

Stau mărturie gradului de dezvoltare a agriculturii dacice și alte numeroase descoperiri cum ar fi: brăzdare de plug din fier de diferite tipuri (specific dacice, grecești, celtice și romane), sape, coase, târnăcoape, greble, etc. ; comerțul cu cereale orientat spre Grecia sau Roma. Din cele circa douăzeci de soiuri de plante cultivate, locul cel mai important îl ocupa grâul, meiul, inul și cânepa. Cultivarea pământului se făcea prin rotație.

Horățiu, arată că dacii î-și mutau mereu țarina astfel ca niciodată același pământ să nu fie cultivat doi ani la rând. Creșterea animalelor, reprezenta o altă preocupare principală a daco-geților. Ei creșteau oi, bovine, cai, porcine. Rasele de cai ale dacilor erau foarte apreciate.

În evul mediu agricultura continuă să fie ocupația principală. Documentele arată și atestă mari defrișări de păduri în vederea obținerii de noi terenuri agricole.

Cultura plantelor, pomicultura, viticultura, grădinăritul se practica pe întregul spațiu Carpato – Danubiano - Pontic. În ceea ce privește creșterea animalelor, documentele istorice pomenesc de bogăția în oi, cai, boi și stupi de albine a țărilor românești.

Giovani Mario Angiolello secretarul sultanului Mehmet al II-lea și Matei de Murano medicul lui Ștefan cel Mare scria că Moldova era foarte bogată în animale, numărând printre altele circa 100000 de cai. Caii moldovenești erau un valoros articol de comerț în toată Europa. În creșterea oilor deosebit de numeroase, nelipsite practic din nici o gospodărie se practica și transhumanța, mai ales din Transilvania spre luncile din Moldova și Țara Românească.

Începând cu secolul al XVII-lea în agricultură se introduce cultura porumbului, cartofului și a tutunului, toate acestea fiind aduse de pe continentul american, în urma descoperirii acestuia de către Columb în anul 1492, an ce marchează după cel mai mulți istorici, trecerea la epoca modernă.

Răspândirea deosebită a culturii porumbului s-a datorat de o parte faptului că în țară erau condiții de climă și sol favorabile, iar pe de altă parte datorită faptului că el nu era cerut de turci în cadrul obligațiilor în produse impuse de aceștia. Creșterea animalelor a devenit și ea o îndeletnicire la îndemâna tuturor agricultorilor datorită valorii nutritive ridicată a porumbului. La această plantă valorificarea ei în creșterea animalelor se face în totalitate, de la știulete până la întreagă tulpină.

Spre sfârșitul secolului al XIX-lea s-a manifestat tot mai puternic tendința orientării economiei românești spre economie de piață. Aceste tendințe erau ilustrate și în agricultură prin: mărirea suprafețelor cultivate; creșterea randamentului la hectar; sporirea cantităților de produse agricole vândute pe piețele interne și externe; creșterea suprafețelor cultivate cu plante tehnice; industrializarea produselor agricole; tranzacționarea produselor agricole la bursele de mărfuri; etc.

În privința utilizării mașinilor agricole, se constată că până la Primul Război Mondial ele dețin o pondere extrem de scăzută în ansamblul muncii agricole.

Anul 1905 găsește în vechea Românie doar 55 de tractoare, 4539 locomobile, 4585 mașini de treierat, 1215 mașini de semănat cu tracțiune animală și 18451 de mașini de secerat cu tracțiune animală.

România, respectiv agricultura ei a suferi pierderi imense în timpul primului Război Mondial, atât datorită distrugerilor provocate de război cât și mai ales jafului practicat de ocupanții din perioada 01.12.1916-31.10.1918. Din teritoriul ocupat au fost trimise peste hotare 2165905 tone produse agricole, la care se adaugă un efectiv considerabil de animale: 1400000 capete de bovine, 1000000 capete de porcine, 6400000 capete de oi și capre, 600000 capete de cabaline. Cifrele prezentate mai sus trebuiesc completate desigur cu cele care s-au înscris în dreptul consumului efectuat pe loc de cei 480000 de soldați și 140000 de cai ai ocupanților.

Puterile centrale ocupante au sporit suprafețele cultivate, au impus obligativitatea muncii pentru toate persoanele capabile de lucru între 14-60 ani, astfel încât România să fie menținută ca grâнар al lor.

După Reforma agrară din 1921 s-a dezvoltat mult piața internă, s-a accelerat procesul de dezvoltare în general al agriculturii. Împroprietărirea țăranilor s-a făcut prin răscumpărarea moșiilor boierești. Din sumele primite drept răscumpărare,

moșierimea și-a procurat (în parte) mai mult inventar mecanic și-a putut să-și angajeze mai multă forță de muncă, toate acestea au dus la accelerarea dezvoltării agriculturii.

În anii care urmează, din păcate, sectorul zootehnic cunoaște un recul considerabil. Și în acest sector s-a făcut simțită criza economică ce s-a prelungit până la începutul Războiului al II-lea Mondial.

Cea mai puternică formă de manifestare a crizei agricole a fost scăderea prețurilor produselor vegetale și animaliere.

Neputându-și cumpăra utilaje noi, țăranii erau nevoiți să-și folosească uneltele agricole până la degradarea lor totală.

În acest mod agricultura României s-a degradat în perioada crizei economice. Dacă până în anul 1929 România se afla înaintea Spaniei, Portugaliei și Greciei în privința producției de grâu la ha, în timpul crizei se plasează în urma acestora și obține de două ori mai puțin decât Cehoslovacia.

Războiul al II-lea Mondial aduce după el o distrugere nemaipomenită în economia mondială și în cea Românească. Această criză alimentară este amplificată de o secetă cruntă urmată imediat după încheierea ostilităților.

Agricultura românească nu reușește să-și revină după dezastrul suferit în timpul Războiului al II-lea Mondial și primește o nouă lovitură de grație numită colectivizare. Prin colectivizarea majoritatea suprafețelor de terenuri fertile și adunarea efectivelor de animale din proprietatea țăranilor și moșierilor la comun s-au pus bazele agriculturii socialiste.

Deși s-a depus eforturi mari în mecanizarea și automatizarea lucrărilor agricole de pe ogoare, în extinderea utilizării îngrășămintelor chimice la fertilizarea solurilor, etc., producții mari la hectar s-au obținut doar pe hârtie.

Culturile de cereale, efectivele de bovine, porcine și de păsări trimise la export au fost folosite ca valută forte pentru susținerea modernizării industriale a țării ani la rând ceea ce a cauzat mari dezechilibre în aprovizionarea populației cu produse agro-alimentare.

I.2. Necesitatea apariției mașinilor agricole de recoltat plante furajere

Recoltarea și adunarea furajelor în scopul creșterii animalelor este o tradiție străveche, așa cum se arată în ale lucrări:[16], [22], [52], [53], [54], [55], care se pierde în negura vremii, apariția a acestei îndeletniciri se poate localiza în perioada imediat premergătoare a apariției animalelor domestice, ținute în folosul oamenilor.

Aceasta îndeletnicire în prima parte a ei se baza pe o formă de viață nomadă, care presupunea migrare, adică permanentă deplasare de la un ținut la altul, în vederea căutării noilor pășuni bogate în furaje.

Mai târziu, oamenii s-au stabilizat și au trecut la cultivarea terenurilor de lângă casele lor, iar animalele erau furajate parțial din recoltele adunate de pe aceste suprafețe. Se poate observa cu ușurință că recoltarea, constituie o activitate finală a proceselor de producție agricolă, este punctul de convergență a tuturor acțiunilor omului, a tuturor eforturilor materiale și spirituale investite de societate în procesul

muncii din agricultură în scopul producerii de bunuri materiale atât de necesare existenței sale.

Oamenii au observat că sporirea continuă a fondului de hrană a lumii și îmbunătățirea permanentă a structurii consumului alimentar sunt influențate semnificativ de dezvoltarea zootehniei, de creșterea animalelor pe baze științifice.

Pentru obținerea unei creșteri a efectivelor de animale, pentru sporirea cantităților de produse animaliere este necesară dezvoltarea și modernizarea permanentă a bazei furajere, a tehnologiilor de adunare a furajelor ce alcătuiesc baza de alimentație a acestora. În scopul ușurării muncii grele de recoltat furaje, pentru creșterea productivității și eficienței muncii în acest domeniu, omul a creat și aplicat, de-a lungul secolelor, o diversitate de mijloace de muncă și tehnici de lucru, de la cele mai simple unelte și dispozitive până la mașini complexe din zilele noastre.

Aceste mijloace de muncă folosite pentru recoltarea produselor agricole în general vegetale alcătuiesc marea familie a mașinilor agricole de recoltat. Mașinile de recoltat sunt cele mai complexe și totodată și cele mai costisitoare mașini folosite actualmente în agricultură, fiindcă înglobează în ele atât mecanisme și organe de lucru, cât și o mulțime de sisteme tehnice auxiliare, sisteme de reglare, de control și automatizare ș.a. și se poate afirma că nu greșim atunci când constatăm că aceste mașini sunt de fapt niște „uzini pe roți”.

Pentru a înțelege un asemenea sistem tehnic complex, pentru a putea aduce unele îmbunătățiri în modul de funcționare a lor, sunt necesare de cunoștințe tehnice generale de specialitate temeinice dar și de cunoștințe din domeniile disciplinelor teoretice fundamentale.

I.3. Noi provocări apărute în agricultura modernă

În întreaga lume au loc o serie de progrese uriașe în mai toate domeniile activității sociale. Cu toate acestea există o bună parte a populației terestre din diferite regiuni, care zilnic se confruntă cu o problemă generată de capriciile climei și anotimpurilor care duc la foamete și permanentă subnutriție.

O altă provocare, pentru Organizația Națiunilor Unite pentru Agricultură și Alimentație (F.A.O.), o reprezintă creșterea semnificativ a populației mai ales în regiuni cu o slabă dezvoltare economică, cum ar fi lumea a treia (țările din Africa, America latină și nu în ultimul rând unele țări din Asia), unde explozia demografică cauzează adesea apariția foametei.

Una dintre căile care duc la rezolvarea al acestui flagel mondial care o macină omenirea ar fi găsirea unor asemenea mijloace încât producția agricolă vegetală și animală să satisfacă în întregime nevoile de hrană ale omenirii.

Tot aici este bine de aminti despre tendința demografică crescătoare care trebuie susținută cu realizarea unei agriculturi intensive, capabilă să țină pasul cu cerințele de hrană mereu crescânde. Acest deziderat se poate realiza prin trecerea agriculturii moderne de la faza extensivă, unde mărirea producțiilor se obține pe seama creșterii suprafețelor cultivate, la faza intensivă, unde sporurile de producție se obțin pe baza utilizării unor tehnologii moderne concomitent cu utilizarea unor soiuri și hibrizi de plante care asigură chiar și în condiții climaterice vitrege producții

îmbelșugate pe suprafețe cultivate care devin din ce în ce mai reduse. Aceste micșorări a suprafeței cultivate se datorează în mare parte eroziunii solului, în anumite regiuni coroborat cu fenomene de secetă îndelungată, care duc de regulă la creerea deșerturilor, ce reprezintă la ora actuală mai bine de 30% din suprafața totală a uscatului de pe globul pământesc.

Pentru realizarea unor produse vegetale sănătoase, nepericuloase consumului uman, fără utilizarea îngrășămintelor, erbicidelor, insecticidelor, etc. care la rândul lor au efect asupra organismului uman, se utilizează proceduri de producție ecologice.

Asigurarea unei producții agricole corespunzătoare acestui țel măreț, este posibilă numai pe calea modernizării și mecanizării masive a tuturor lucrărilor din domeniul vast și variat al agriculturii. Sunt chemați specialiștii să creeze utilaje, instalații și mașini tot mai perfecționate, care să prezinte un randament ridicat și să execute lucrări de cea mai bună calitate la un preț de cost minim posibil, ceea ce reiese și din [16], [17], [25]. Acești pași, considerați mărunți în domeniul tehnicii contribuie esențial la reducerea poluării mediului înconjurător, la stoparea distrugerii a stratului de ozon atât de important pentru protejarea vieții de pe suprafața Terrei.

În vederea sporirii șeptelului de animale, se impune dezvoltarea în mod corespunzător a bazei furajere și implicit a mașinilor și instalațiilor pentru recoltarea și prepararea hranei. În acest cadru, un rol important privind calitatea lucrului, productivitatea și prețul de cost, îl au aparatele de tăiere și mărunțire a plantelor furajere.

Cantitățile de plante furajere prelucrate pentru hrana animalelor, de plante tehnice și cerealiere recoltate prin tăiere, respectiv destinate însilozării sunt foarte mari. Pentru a realiza o apreciere realistă a sarcinilor ce le revin aparatelor de tăiere ale mașinilor agricole de recoltat, trebuie să ținem seama și de suprafețele cultivate cu cereale cum sunt grâu, orz, ovăz, porumb etc.

Structura suprafețelor cultivate în România cu plante care se recoltează prin tăiere este consemnată în tabelul I.1. De aici reiese că este necesară o coroborare a muncii proiectanților, constructorilor și nu în ultimul rând a cercetătorilor în vederea realizării în unor utilaje performante care să asigure intensificarea procesului de industrializarea a agriculturii în vederea alinierii la cerințele Uniunii Europene.

Structura suprafețelor agricole cultivate în România în anul 2005

Tabelul I.1.

Nr. crt.	Denumirea culturii	Suprafața cultivată mii ha
1	Cereale pentru boabe: grâu porumb	2860
		3290
2	Plante tehnice	950
3	Plante uleioase: floarea soarelui	530
4	Plante de nutreț	1350

Asigurând o mecanizare complexă și totală a proceselor agricole, se ajunge în mod cert și la un spor ridicat de producție, spre binele tuturor. Sporirea producției

trebuie să se facă cu un minim necesar de cheltuieli. Pentru a realiza acest țel măreț, utilajele și mașinile destinate agriculturii trebuie să aibă indici economici și de calitate foarte buni, iar eforturile tuturor specialiștilor care lucrează în domeniul industrializării agriculturii trebuie focalizate în această direcție.

În agricultură nu este de ajuns ca utilajele să fie performante, acestea trebuie să satisfacă și unele cerințe suplimentare, relativ noi, care se impun în dezvoltarea modernă a tehnicii în agricultură. Se cere utilizarea resurselor energetice alternative, nepoluante și mai puțin costisitoare cum ar fi: energia vântului (eoliană); energia solară; utilizarea biocombustibililor în locul derivatelor obținute din petrol (motorină și benzină).

Pentru realizarea unei agriculturi moderne, ecologică, unde poluarea cu produse petroliere, derivate chimice diferite de pesticide și erbicide este de neconceput, dar producțiile de cereale și celelalte plante cultivate să crească anual, trebuie inventate unele soluții tehnice și tehnologice corespunzătoare, care să ducă la îmbinarea celor două cerințe, care la prima vedere par imposibil de armonizat.

I.4. Tendințe de orientare a industriei constructoare de mașini de recoltat

Se poate considera, că recoltarea produselor agricole constituie completarea și încheierea procesului de producție agricolă, fiind punctul de convergență a tuturor acțiunilor omului, a tuturor eforturilor materiale și spirituale investite de societate în procesul muncii din agricultură în scopul producerii de bunuri materiale atât de necesare existenței și dezvoltării sale.

Globalizarea mondială a producției de bunuri de larg consum a reușit să-și pună amprenta printre altele și pe agricultură, care în funcție de zone geografice se specializează în diferite direcții, cum ar fi producerea unor anumite produse alimentare de strictă necesitate omenerii sau producerea unor mașinilor de recoltat, etc. Zonele mari de câmpie produc cereale, legume, zonele deluroase sunt rezervate producției de fructe și zonei viticole, iar în zonele muntoase se realizează cea mai mare producție din domeniul zootehnic.

Pentru a-și ușura munca, pentru a crește productivitatea și eficiența muncii în cadrul recoltării produselor agricole, omul a creat și a aplicat, de-a lungul secolelor, o diversitate uriașă de mijloace de muncă și tehnici de lucru, de la cele mai simple unelte și dispozitive până la mașinile complexe denumite și „uzine”, - combinele de recoltat – din zilele noastre.

Mijloacele tehnice de muncă folosite pentru recoltarea produselor agricole vegetale alcătuiesc marea grupă a mașinilor agricole de recoltat.

Mașinile agricole de recoltat sunt printre cele mai complexe și mai costisitoare mașini folosite actualmente în agricultură și au caracteristic faptul că ele cuprind în componență atât mecanisme și organe de lucru speciale pentru executarea operațiilor tehnologice particulare procesului de recoltare a unui anumit produs agricol, cât și o multitudine de sisteme tehnice auxiliare ca :

- sursa energetică;
- sistemul de deplasare sau autodeplasare;
- sistemul de acționare (mecanică, hidrostatică, electrică, combinată);

➤ sistemul de reglare, control și automatizare, etc.
și poate că nu se face nici o exagerare când se spune despre o anumită combinație autopropulsată modernă că este o întreagă uzină pe roți.

Pentru a înțelege un asemenea sistem tehnic complex și pentru a asigura folosirea, întreținerea și repararea lui în caz de nevoie în condiții de maximă eficiență, sunt necesare cunoștințe tehnice temeinice atât din domeniile disciplinelor fundamentale, cât și din ale disciplinelor tehnice generale și de specialitate.

Printr-o sinteză și o împletire judicioasă elaborate a noțiunilor fundamentale ale acestor grupe de discipline se poate forma o gândire tehnică inginerescă, o gândire practică, modelatoare, o gândire operatoare și prospectivă, așa cum ar trebui să aibă specialistul de la începutul secolului XXI.

Lucrarea de cercetare prezentată în cele ce urmează constituie teza propriu-zisă de doctorat elaborată cu intenția de a aduce unele îmbunătățiri în funcționarea și construcția organelor de adunat și mărunțit furaje fibroase, organe care echipează o gamă relativ extinsă și bogată de mașini de recoltat care se regăsesc în fermele moderne agro-zootehnice în această etapă a dezvoltării agriculturii moderne.

OBIECTIVE PROPUSE DE REZOLVAT ÎN CADRUL TEZEI

Analizând în ansamblu, funcționarea în exploatare a remorcilor autoîncărcătoare de transportat fân, s-a constatat că, în mare ele satisfac cerințele generale pentru care a fost concepute și proiectate, dar există și o serie de neajunsuri, care se pot ameliora sau chiar elimina prin aprofundarea studierii proceselor de lucru pe care le realizează..

Problemele apărute în timpul exploatări efective ale remorcilor autoîncărcătoare de transportat fân sunt adesea trecute într-un con de umbră de către producători, dar reclamate de beneficiari. În mare parte aceste neajunsuri se referă la funcționarea aparatului de strâns, de adunat și de ridicat din brazdă și la aparatul de mărunțire. La aparatele de adunat și ridicat din brazdă de tip tobă cu degete elastice retractabile apar următoarele neajunsuri:

- ridicarea din brazdă a furajelor fibroase se face cu un randament scăzut, înregistrând pierderi reletiv mari de materiale la viteză de înaintare sporită;
- scuturarea, prin lovire de către degetele elastice ale tobelor, a celor mai valoroase părți nutritive ale furajelor (frunze sau inflorescențe);
- destrămarea și răsfirarea brazdei cosite și lăsată pe miriște;
- împurificarea brazdei cu pământ, etc.

Un alt element sensibil al remorcilor autoîncărcătoare de transportat fân îl reprezintă dispozitivul de tocare-mărunțire a furajelor adunate din brazdă. Dispozitivul de tocare-mărunțire trebuie să facă față unor solicitări variabile complexe, fără să apară pregnant uzura tăișului cuțitelor sau deteriorarea mecanismul de acționare. Cele mai frecvente probleme legate de funcționarea dispozitivelor de tocare-mărunțire sunt următoarele:

- solicitarea intensă în regim pulsatoriu cu efect distrugător asupra tuturor elementelor lanțului cinematic și organelor de prindere a cuțitelor în timp cât durează faza de tăiere respectiv de trecere a materialului aglomerat prin fața cuțitelor;
- tocirea rapidă a tăișului cuțitelor de tocare, mai ales la furaje uscate;
- opriri dese pentru eventuale reascuțiri sau schimbări de cuțite, ceea ce duce la pierdere de timp, productivitate de muncă redusă;
- apariția fenomenului de înfundare a canalului de alimentare datorită lipsei de tăiere, materialul furajer fibros este îndoit sau rupt de către cuțit, etc.

De asemenea, se poate afirma fără a greși că sunt de rezolvat unele probleme și la sistemul de compactare a furajelor adunate în remorcă și ceea ce privește viteza de descărcare. De regulă nu asigură un grad de compactare ridicat, fapt ce duce la scăderea capacității de lucru a remorcilor autoîncărcătoare de transport fân, prin opriri dese pentru efectuarea golirii utilajului.

Dintre cele prezentate mai înainte, rezultă că cele mai importante neajunsuri în funcționarea remorcilor autoîncărcătoare de transport fân se datorează dispozitivului de adunat și ridicat din brazdă și dispozitivului de mărunțire a furajului.

II.1. Îmbunătățirea parametrilor constructivi și funcționali ai organelor de adunat fân

Studiind atent cercetările experimentale care au fost realizate în acest domeniu, se găsesc unele date referitoare la analiza influenței principalilor parametri constructivi și funcționali ai ridicătorului de plante asupra procesului de lucru.

Aceste cercetări s-au bazat pe unele condiții concrete de lucru cum ar fi :

- greutatea brazdei pe metru liniar;
- înălțimea brazdei;
- viteza de deplasare a mașinii;
- reglajul pe verticală al ridicătorului de plante, etc.

Cum am arătat mai înainte, dacă alegerea acestor parametri nu se face rațional, pierderile de material furajer pot atinge cote ridicate.

Majoritatea cercetărilor din domeniu au pus în evidență faptul că pierderile de material furajer datorate dispozitivului de adunat și ridicat din brazdă sunt legate de:

- caracterul mișcării degetelor elastice în momentul pătrunderii lor în brazda de material furajer aflată pe miriște;
- traiectoria degetelor elastice în timpul executării procesului de strângere(greblare) a materialului furajer;
- jocul dintre vârful degetelor în poziția inferioară și suprafața solului;
- mărimea diametrului tamburului;
- lungimea degetelor elastice;
- dimensiunile și forța de apăsare rectilinie a brazdei de material furajer;
- viteza periferică a degetelor și viteza mașinii.

În toată bibliografia studiată, care de altfel este foarte săracă, nu s-a găsit o metodă rațională de determinare a parametrilor constructivi și funcționali ai tobelor cu degete elastice rabatabile, utilizate ca cele mai eficiente utilaje de ridicare a furajelor cosite și lăsate în brazde.

Cu toate că pierderile de furaje fibroase pot ajunge la cote demne de luat în seamă, totuși majoritatea producătorilor de utilaje agricole de recoltat plante furajere fibroase nu le acordă atenție cuvenită, motivând că producțiile sunt îndestulătoare pentru stadiul actual de dezvoltare al agriculturii, iar furajele neadunate rămân pe miriște, care putrezind devin un îngrășământ natural valoros, care la rândul lui contribuie la dezvoltarea plantelor, hrănirea solului, ridicarea producției pe hectar.

Pentru înlăturarea neajunsurilor funcționale semnalate în procesul de lucru al dispozitivului de adunat și ridicat din brazdă de tip tobă cu degete elastice rabatabile se propun realizarea următoarelor obiective:

- corelarea vitezei de deplasare a mașinii cu viteza periferică a vârfurilor degetelor elastice în vederea creșterii zonei active a degetelor în faza de strângere(greblare) a materialului furajer fibros;

- stabilirea coordonatelor de mișcare a degetelor în așa fel încât să aibă loc reducerea vitezei de impact în momentul pătrunderii lor în brazda de material furajer fibros aflată pe miriște în scopul diminuării pierderilor de furaje și inflorescenței prin scuturare;
- asigurarea orientării degetelor elastice pe direcția mișcării absolute în momentul pătrunderii lor în brazda de material astfel ca trecerea lor prin stratul de furaje să se facă prin alunecare;
- reducerea probabilității de împurificare a materialului furajer fibros adunat din brazdă;
- reducerea compactării brazdei de material în faza de greblare prin rabatarea ușoară a degetelor elastice înapoi față de direcția de deplasare a mașinii;
- reducerea numărului de bare cu degete elastice respectiv a numărului de pătrunderi în stratul de material al degetelor elastice pe unitatea de deplasare a mașinii;
- realizarea deplasării line a materialului furajer fibros către dispozitivul de alimentare și retragerea progresivă a degetelor din stratul de material furajer.

În cadrul cercetării modului de funcționare al tobelor de ridicat furaje fibroase, dotate cu degete elastice rabatabile, trebuie să se țină cont și de corelarea vitezei de deplasare a mașinii de recoltat cu viteza periferică a vârful degetelor, în vederea reducerii posibilității de a pierde material furajer din cauza destrămării și răsfirării brazdei.

II.2. Stabilirea profilului cuțitelor aparatului de mărunțire

Analizând cu atenție, fiecare parte componentă a unei mașini autoîncărcătoare de transportat fân, s-a constatat că mai are o parte relativ sensibilă în funcționare și anume procesul de mărunțire a furajelor fibroase, care se realizează în canalul de alimentare, proces care necesită de fapt cel mai mare consum de energie.

Este cunoscut faptul că cerințele agro-zootehnice impun o mărunțire cât mai intensă a furajelor fibroase, în vederea digerării lor cât mai rapide și bune de către animale, reducerii consumului de energie pentru masticăție, respectiv obținerea sporului optim în greutate ale animalelor supuse la îngrășat.

Procesul de lucru executat de dispozitivul de mărunțire a materialului furajer fibros depinde de o multitudine de factori, printre care:

- factorii care privesc însușirile materialului furajer caracterizat prin: - felul plantelor; raportul între tije și frunze; umiditatea plantelor; stadiul de dezvoltare al plantelor; compoziția amestecului furajer; gradul de îmburuienare;
- factorii caracteristici condițiilor tehnice: - unghiul de ascuțire al cuțitelor; grosimea tăișului cuțitelor; profilul tăișului cuțitului; distanța între cuțite; unghiul de înclinare al tăișului cuțitului față de direcția fluxului de material furajer; configurația lamelelor tăietoare;

- factorii tehnologici privind caracteristicile fluxului de material: - grosimea și viteza stratului de material; poziția firelor tulpinelor în raport cu tăișul cuțitelor; gradul de compactare a stratului de material; distribuția sarcinii de tăiere de-a lungul fluxului tehnologic.

Pentru reducerea intensității solicitărilor produse dispozitivului de mărunțire a furajelor fibroase și modificarea caracterului lor dinamic, sunt evidente darea unor soluții care, în mod practic, au devenit obiective de cercetare în cadrul tezei de doctorat. Acestea sunt următoarele:

- ❖ stabilirea profilului cuțitelor și unghiului de ascuțire în funcție de sarcinile de tăiere în condițiile realizării tăierii cu alunecare pentru un factor de alunecare căruia îi corespunde un consum total de energie cât mai mic;
- ❖ corelarea dimensiunilor cuțitelor și a dispunerii lor în canalul de alimentare cu dimensiunile canalului și cu viteza de deplasare a materialului furajer în așa fel să se realizeze permanent o sarcină activă constantă, adică un coeficient de simultaneitate a cuțitelor uniforme și cât mai mic pentru a asigura funcționarea liniștită a întregului utilaj.

Astfel se va putea realiza mărunțirea corespunzătoare ale furajelor fibroase cerută de zootehnie cu o cheltuială de energie redusă, ceea ce duce la o rentabilitate mai ridicată în gestionarea și exploatarea utilajelor agricole.

Totodată trebuie amintite și alte avantaje ce derivă din realizarea unui astfel de dispozitiv, cum ar fi: ridicarea gradului de umplere a remorcilor autoîncărcătoare de transportat fân, prelungirea duratei de timp de utilizarea a remorcilor la adunatul furajelor fibroase și nu în ultimul rând eliminarea staționărilor neproductive ocazionate de ascuțirea cuțitelor ori pentru remedierea defectelor provocate de suprasolicitări.

STUDIU PRIVIND DEZVOLTAREA MAȘINILOR DE ADUNAT ȘI TRANSPORTAT FURAJE FIBROASE

III.1. TEHNOLOGII DE RECOLTAT PLANTE FURAJERE

III.1.1. Considerații generale

Structura tehnologică de recoltare a plante furajere se poate determina în funcție de felul plantelor și felul furajului care urmează să se obțină, categoria de animale pentru care se produce furajul, sistemul de creștere și modul de hrănire ale animalelor, mărimea fermei zootehnice, producția totală de furaje, condițiile atmosferice zonale în perioada recoltării, și eficiența economică.

III.1.2. Clasificarea tehnologiilor de recoltat plante furajere

Mulți specialiști din domeniu sunt de părere că, necesitatea folosirii mai multor feluri de furaje pentru asigurarea unor rații furajere echilibrate la aceeași categorie de animale, caracterul periodic al producției agricole și diversitatea mare a plantelor furajere au generat aplicarea unui număr însemnat de tehnologii de recoltat. În funcție de felul furajului se disting următoarele tehnologii [16], [17], [22], [25], [37], [40], [41], [49], [52], [53], [54], [56], [78], [80], [83] :

- tehnologii pentru recoltarea furajelor verzi;
- tehnologii pentru producerea furajelor însilozate;
- tehnologii pentru recoltat furaje grosiere;
- tehnologii pentru recoltat și prelucrat furaje ș.a.

Tehnologiile pentru recoltat furaje verzi pot fi:

- ✓ pentru furaje verzi proaspete;
- ✓ pentru furaje verzi ofilite.

Pentru obținerea fânului sunt cunoscute mai multe tehnologii care pot fi grupate, în funcție de starea finală a materialului în:

- tehnologii pentru fân vrac;
- tehnologii pentru fân balotat;
- tehnologii pentru fân căpițat.

Principalele tehnologii mecanizate pentru fân vrac sunt:

- ❖ tehnologia tradițională alcătuită din operațiile: tăierea plantelor și lăsarea lor pe câmp, strângerea în brazdă când materialul a ajuns la umiditate de 35-40%, uscarea în brazdă până la umiditatea de 18-20%, ridicarea fânului din brazdă, încărcarea în mijloace de transport, transportul la locul de depozitare și clăditul în șiră;

- ❖ tehnologia economică alcătuită din operațiile: tăierea și condiționarea plantelor furajere, lăsarea materialului pe câmp, strângerea în brazdă la umiditatea de 35-40%, ridicarea din brazdă, încărcarea în mijloace de transport, transportul la locul de depozitare, clăditul pe platforme speciale cu canale de aerare, uscarea prin ventilare cu aer rece sau încălzit până când umiditatea scade la 18-20%.

Prin folosirea tehnologiilor de scurtă durată se obține fân mai bogat în proteine, săruri minerale și îndeosebi în caroten decât în cazul folosirii tehnologiei tradiționale. Uscarea prin ventilare cu aer rece se poate utiliza când umiditatea relativă a aerului este sub 60%.

Tehnologiile pentru fân balotat sunt următoarele:

- tehnologia obținută din operațiile: tăierea plantelor și lăsarea lor pe sol, strângerea în brazdă când umiditatea materialului a ajuns la 35-40%, uscarea pe câmp până la umiditatea de 20-25%, ridicarea din brazdă, presarea și balotarea, lăsarea baloturilor pe miriște, uscarea baloturilor în câmp două trei zile, încărcarea baloturilor într-un mijloc de transport, transportul și clădirea baloturilor la locul de depozitare;
- tehnologia de scurtă durată alcătuită din operațiile: tăierea și condiționarea plantelor, uscarea pe câmp până la umiditate de 35-40%, strângerea în brazdă, uscarea în brazdă până la umiditate de 30-35%, balotarea, încărcarea baloturilor într-un mijloc de transport, transportul la locul de depozitare, clăditul pe platforma cu canal de aerare, uscarea prin ventilare cu aer rece.

Tehnologia de căpițare mecanizată a fânului cuprinde operațiile: tăierea plantelor, eventual și condiționarea lor, lăsarea pe câmp pentru uscare până la umiditatea de 34-40 %, strângerea în brazdă, lăsarea brazdelor pe miriște pentru uscare până la umiditatea de 20-25 %, ridicarea din brazdă, presarea, executarea căpițelor, lăsarea lor pe câmp două trei zile pentru definitivarea uscării, încărcarea, transportarea și descărcarea căpițelor la locul de păstrare, acoperirea căpițelor cu folie de polietilenă sau cu paie.

Tehnologiile pentru obținerea fânului vrac sau balotat cu uscarea materialului pe câmp se folosesc numai în condiții specifice, regiuni montane și premontane și mai redus la șes, deoarece produc pierderi mari de material, necesită un volum însemnat de muncă vie și facilitează degradarea furajului.

Tehnologia de scurta durată are următoarele avantaje: asigură obținerea unui material furajer de calitate superioară, duce la eliberarea terenului într-un timp scurt, fapt ce favorizează creșterea otavei sau însămânțarea altor culturi.

Tehnologiile pentru producerea furajelor însilozate sunt de o diversitate largă întrucât diferă atât în funcție de felul materialului care se însilozază, cât și în funcție de tehnica de însilozare.

În principiu, ele cuprind două grupe de operații tehnologice, operații specifice procesului de recoltare și operații specifice procesului de însilozare.

Prezintă următoare avantaje: asigură reducerea pierderilor de material și de substanțe nutritive cu 10-15 % față de 25-30 % constatate la alte tehnologii; asigură conservarea furajelor cu umiditate ridicată care, de regulă, dau producții mari și pot fi recoltate în momentul cel mai potrivit pentru unitatea producătoare; utilizează eficient capacitatea de depozitare deoarece 1mc de siloz înmagazinează 550-600 kg

de furaje, cu un conținut de circa 150 kg de substanță; furajul însilozat este succulent, poate fi folosit în tot timpul anului și servește la corectarea și echilibrarea rațiilor furajere.

Conservarea furajelor prin însilozare se realizează cu ajutorul acizilor organici prin tratarea cu acizi minerali, cu săruri minerale, cu antiseptice etc. În practică, se utilizează cu precădere însilozarea cu ajutorul acizilor organici care se produc în masa de material dintre care acidul lactic este prioritar.

Se cunosc mai multe tehnici de însilozare cum ar fi:

- însilozare la rece sau cea obișnuită;
- însilozare cu adaos de preparate;
- însilozare cu umiditate scăzută, însilozare la cald ș.a.

Aceste procedee de însilozare sunt practice și economice din următoarele considerente: asigură obținerea unui furaj de calitate caracterizat printr-un conținut mic de acizi organici, iar reducerea acidității permite creșterea ingestiei, deci creșterea proporției de participare a furajului însilozat în rația zilnică a rumegătoarelor; reduce pierderile în timpul conservării cu circa 7 %, furajul conține mai multă substanță uscată la unitate de masă, respectiv are valoare nutritivă mai ridicată decât silozul obișnuit. În general, semisilozul conține 0,20-0,25 UN / kg, iar silozul 0,15-0,20 UN / kg.

Însilozarea la cald se practică la o scară mai redusă în cazul amestecării furajelor cu dejectii susceptibile de agenți patogeni.

Tehnologiile de lucru pentru recoltarea plantelor furajere destinate însilozării se împart în două grupe: monofazice și polifazice.

Pentru valorificarea avantajelor însilozării furajelor este necesar ca timpul de depunere a materialului în siloz până la umplerea lui să fie cât mai scurt 24-36 ore, acoperirea să fie etanșă, materialul să fie bine tasat. Pentru o tasare bună, lungimea tocăturii trebuie să fie mică mai ales în cazul plantelor cu o umiditate scăzută.

Tehnologiile pentru recoltarea și prelucrarea furajelor se împart în tehnologii de prelucrare pe cale uscată pentru obținerea unui singur produs denumit brichete sau granule și tehnologii pentru prelucrare pe cale umedă pentru obținerea sucului de plante.

Pentru recoltarea și prelucrarea furajelor pe cale uscată se folosesc următoarele tehnologii:

- tehnologia cu pierderi reduse, utilizată în zonele cu precipitații în timpul recoltării, alcătuită din operațiile: tăierea și tocarea plantelor direct din lan, încărcarea materialului tocat în mijloace de transport, transportarea la instalațiile de prelucrare, uscarea, măcinarea, granulara sau brichetarea;
- tehnologia economică alcătuită din operațiile: tăierea și strivirea, frângerea, defibrarea ori scămoșarea plantelor, lăsarea pe câmp pentru veștejire până la umiditatea de 55-60 %, strângerea în brazdă, ridicarea din brazdă, tocarea, încărcarea materialului tocat în mijloace de transport, transportarea la instalațiile de preparare;
- tehnologia de recoltat și prelucrat în câmp formată din operațiile: tăierea și strivirea, frângerea, defibrarea ori scămoșarea plantelor, strângerea în brazdă, uscarea pe câmp, ridicarea de pe sol și brichetarea materialului cu mașini mobile;

- tehnologia de recoltare și prelucrare pe cale umedă a plantelor furajere cuprinde următoarele operații: tăierea și tocarea plantelor direct din lan, încărcarea și transportul la stația de prelucrare, prelucrarea primară a materialului, presarea, colectarea sucului, însilozarea părților fibroase, separarea și valorificarea substanțelor nutritive din suc.

Prin presarea a 100 kg de plante ierboase verzi rezultă circa 50 kg de suc care conține 5-7 % substanță uscată. Substanța uscată cuprinde 30-50 % proteină brută, cenușă, grăsimi etc. Substanțele nutritive din suc reprezintă 25 % din substanțele nutritive ale materialului inițial, adică sunt echivalente cu pierderile care au loc în cazul obținerii prin uscare în brazde pe câmp.

Prelucrarea furajelor prezintă unele avantaje privind asigurarea și păstrarea calităților furajelor, produsele obținute se manipulează ușor, necesită spații reduse pentru depozitare, se pot doza cu precizie și amesteca ușor, dar necesită consumuri specifice de energie mari.

III.2. CONSTRUCȚIA MAȘINILOR AGRICOLE DE RECOLTAT PLANTE FURAJERE

III.2.1. Clasificarea mașinilor de recoltat plante furajere

După felul operațiilor pe care le execută în cadrul procesului tehnologic, mașinile de recoltat plante furajere se împart în : mașini de cosit și condiționat plante furajere, mașini de strâns, întors și răvășit fân; mașini de adunat, încărcat și transportat fân vrac; mașini de adunat, presat și căpițat fân; mașini de adunat, presat și balotat fân; combine de recoltat plante furajere; mașini de recoltat și prelucrat plante furajere etc.

III.2.2. Mașini de adunat, încărcat și transportat fân vrac

S-a constatat, datorită experiențelor vaste efectuate, că în cadrul tehnologiilor de producere a fânului un loc important îl ocupă, sub aspectul necesarului de forță de muncă și al costurilor de producție, operațiile de adunat din brazde, încărcat și transportat. Furajele sub forma de fân vrac sunt voluminoase, se manipulează greu, se compactează ușor, particularitățile ce implică condiții grele de lucru pentru utilajele destinate executării operațiilor specificate.

Executarea acestui grup de operații se face după două tehnologii de lucru: tehnologia utilajelor cu funcții distribuite; respectiv tehnologia utilajelor cu funcții multiple.

Tehnologia utilajelor cu funcții distribuite are două variante după cum sunt executate operațiile tehnologice, în flux continuu sau în flux discontinuu. În cazul primei variante adunatul din brazdă al materialului furajer și încărcatul în mijlocul de transport se execută de către un utilaj special, iar transportul se execută cu mijloace de transport de uz general, adaptate pentru această operație. În cazul tehnologiei în

flux discontinuu operațiile se execută în două faze: în prima fază se execută adunatul din brazdă urmat uneori de mărunțirea sau tocarea materialului, colectarea, formarea căpițelor și lăsarea acestora pe sol, iar în faza a doua se execută încărcatul și transportul căpițelor.

În cazul tehnologiilor cu utilaje cu funcții multiple toate operațiile se execută de către un singur utilaj.

Mașinile de adunat, încărcat și transportat fân vrac se împart după operațiile pe care le execută în următoarele grupe: mașini de adunat, încărcat și transportat fân; mașini autoîncărcătoare de transportat fân; mașini de format căpițe; mașini de transportat căpițe.

III.2.3. Construcția mașinilor autoîncărcătoare de transportat fân

Mașinile autoîncărcătoare de transport fân execută ridicarea materialului furajer de pe miriște, încărcarea lui în bena de colectare, transportul și descărcarea acestuia la locul de depozitare sau utilizare. Unele mașini execută odată cu încărcarea și mărunțirea sau tocarea materialului. Acest lucru asigură utilizarea mai bună a spațiului de încărcare al mașinii și înlesnește manipularea ulterioară a materialului. Principalele avantaje ale folosirii acestor mașini sunt următoarele: se pot utiliza atât pe terenuri orizontale cât și pe terenuri în pantă; pot fi descărcate ușor și rapid; au cerință redusă față de sursa energetică; necesită un singur om pentru utilizare etc.

Ca dezavantaje se evidențiază următoarele : capacitatea de lucru orară scade brusc cu creșterea distanței de transport; nu asigură tocarea furajelor la lungimi mici și se înfundă în cazul furajelor vestejite.

Aceste utilaje au eficiență economică ridicată pentru distanțe de transport de la 1,5 până la 2 km, comparabilă cu a altor utilaje pentru distanțe de transport de 2,3 – 3,5 km și sunt neeconomice pentru distanțe de transport peste 4 km.

Mașinile autoîncărcătoare de transportat fân se împart în două grupe: mașini tractate și mașini autopropulsate.

Cele tractate sunt în general sub forma unor remorci monoax, iar cele autopropulsate sub formă de autocamionete echipate cu bene speciale pentru fân.

În principiu o mașină autoîncărcătoare de transportat fân este alcătuită din: dispozitivul de ridicare a materialului din brazdă, dispozitivul de încărcare, dispozitivul pentru mărunțirea materialului, bena, transportorul din podeaua benei și sistemul de rulare [18], [55], [78], [80], [81].

Dispozitivele de ridicare și încărcare pot fi dispuse în fața sau în spatele benei. În cazul dispunerii în fața benei dispozitivul de ridicare este de regulă de tip tobă cu degete elastice. În cazul dispunerii în spatele benei dispozitivul de ridicare este de tip elevator cu degete elastice orientabile. Lățimea de lucru variază între 1,2 – 1,65 m. Dispozitivul de încărcare a materialului în benă poate fi: tobă aruncătoare; furci împingătoare; căișori oscilanți; transportor cu lanț; transportor elicoidal cu aruncător centrifugal și transportor tip melc.

Majoritatea acestor utilaje sunt înzestrate cu dispozitive pentru mărunțirea materialului furajer. Aceste dispozitive sunt de două feluri: cu cuțite fixe și cu cuțite mobile. Cuțitele fixe sunt amplasate în canalul de trecere a materialului de la

dispozitivul de încărcare către benă. Ele pot fi dispuse pe unul sau două rânduri. Pe lățimea canalului de încărcare sunt 6 până la 47 de cuțite iar distanța între ele este de 38 – 100 mm.

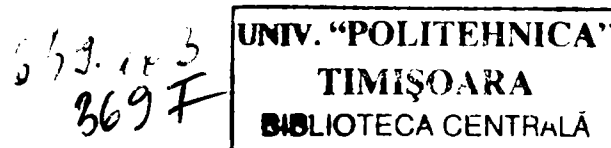
Numărul mare de cuțite micșorează lungimea medie a materialului, dar reduce debitul de lucru al dispozitivului de încărcare și conduce la creșterea consumului de energie. Numărul de cuțite este funcție de umiditatea materialului. La valoarea redusă a umidității materialului, apare pericolul de înfundare a dispozitivului de încărcare. În acest caz se folosesc 6 – 8 cuțite pe lățimea dispozitivului de cca. 1,2 m. Cuțitele trebuie ascuțite cel puțin o dată pe zi, dar la unele mașini schimbarea cuțitelor durează peste o oră. Sunt mașini cu dispozitive de siguranță care asigură escamotarea cuțitelor când apar corpuri străine tari. În acest caz fiecare cuțit este montat articulat pe un ax de susținere și este menținut în canalul de trecere a materialului de către un arc elicoidal.

În podeaua mașinii este dispus un transportor cu racleți format din două lanțuri continue pe care sunt prinși racleți metalici executați din bare profilate. Axul motric al transportorului este amplasat în partea posterioară a mașinii și este acționat printr-un mecanism cu clichet ori printr-un motor hidraulic. În general viteza liniară a transportorului este reglabilă. Transportul din podea asigură umplerea benei prin împingerea treptată a materialului către oblonul posterior al mașinii.

Descărcarea benei se face cu ajutorul transportorului din podea sau prin basculare. Unele utilaje sunt prevăzute cu dispozitive anexe de golire și dozare, valțuri cu degete de răvășire, transportoare elicoidale sau bandă, care asigură descărcarea materialului direct la locul de distribuire. Timpul de descărcare a materialului variază în limite restrânse la utilaje cu benă basculantă și ajunge la 10 minute în cazul utilajelor cu transportor în podea [17], [20], [21], [22], [41], [42], [46], [78].

Mașinile autopropulsate, comparativ cu cele tractate au următoarele avantaje: capacitatea de manevrare mai bună; accesibilitatea pe terenuri în pantă mai mare; realizează viteze de transport mai mari; au în general capacități mai mari de lucru. Dezavantajul lor constă în prețul mai ridicat cu cca. 30%.

Mașinile autopropulsate se împart în două grupe: mașini cu o sigură punte motoare; mașini cu două punți motoare. Capacitatea de încărcare la aceste mașini ajunge până la 35 mc. Dispozitivul de ridicat din brazdă și de încărcat poate fi dispus sub cabină sau în spatele benei.



III.2.4. Dispozitivul de adunat și ridicat din brazdă

Acest dispozitiv execută strângerea materialului, ridicarea lui de pe miriște și transmiterea la organele de încărcare. Remorcile autoîncărcătoare de fân sunt echipate, de obicei, cu dispozitive de adunat și ridicat din brazdă tip tobă cu degete elastice (fig.III.1. și fig.III.2.).

Lățimea de lucru a dispozitivului de ridicat variază între valorile cuprinse de 1,2-2,03 m

Toba dispozitivului cuprinde 4-6 bare cu degete elastice. Degetele sunt realizate sub forma unor arcuri de torsiune cu capete prelungite. Degetele elastice au

lungimea de 190-200 mm, pasul de 75-100 mm și viteza liniară în zona activă de 1,75-2,55 m /s. Turația tobei de ridicare este de $n = 45-65$ rot /min. Funcționarea normală a dispozitivului de ridicare tip tobă cu degete elastice, în condițiile unor pierderi de materiale reduse, se asigură pentru viteze de până la 2,2 m /s și brazda de material cu masa de până la 5 kg /m.

Pentru a se evita aglomerarea materialului în fața dispozitivului de ridicare, viteza periferică a degetelor se alege mai mare decât viteza mașinii. Puterea de acționare a tobei de ridicare este de 0,59-0,88 kW /m lățime de lucru.

Dispozitivul de ridicare se montează de regulă prin intermediul unui cadru oscilant susținut de arcuri compensatoare și prevăzut cu roți de copiere sau patine pentru urmărirea denivelărilor terenului. În lucru, vârful degetelor elastice trebuie să treacă mai sus de nivelul solului cu aproximativ 25 mm pentru a nu împurifica materialul furajer cu pământ.

În cazul în care atât parametrii constructivi și funcționali ai aparatului de ridicat nu sunt aleși rațional, pierderile de material pot ajunge până la 10-13%.

Având în vedere acest neajuns important pentru economia fondului furajer al fiecărei ferme, s-a considerat oportună necesitatea studierii procesului de lucru executate de dispozitivele de adunat și ridicat din brazdă de tip tobă cu degete elastice orientabile, în vederea îmbunătățirii parametrilor săi constructivi și funcționali, prin elaborarea unor soluții de modificare a caracterului cinematici și dinamici ale degetelor în faza de contact nemijlocit cu materialul furajer. Se estimează posibilitatea extinderii zonei de activitate a degetelor elastice în faza de strângere(greblare) a materialului furajer așezat pe suprafața miriștii, concomitent cu reducerea vitezei de lovire respectiv o reducere a gradului de scuturare a frunzelor și inflorescențelor plantelor furajere fibroase, prin aplicarea unei mișcări relative barelor port degete în sens invers sensului de rotație al tobei.

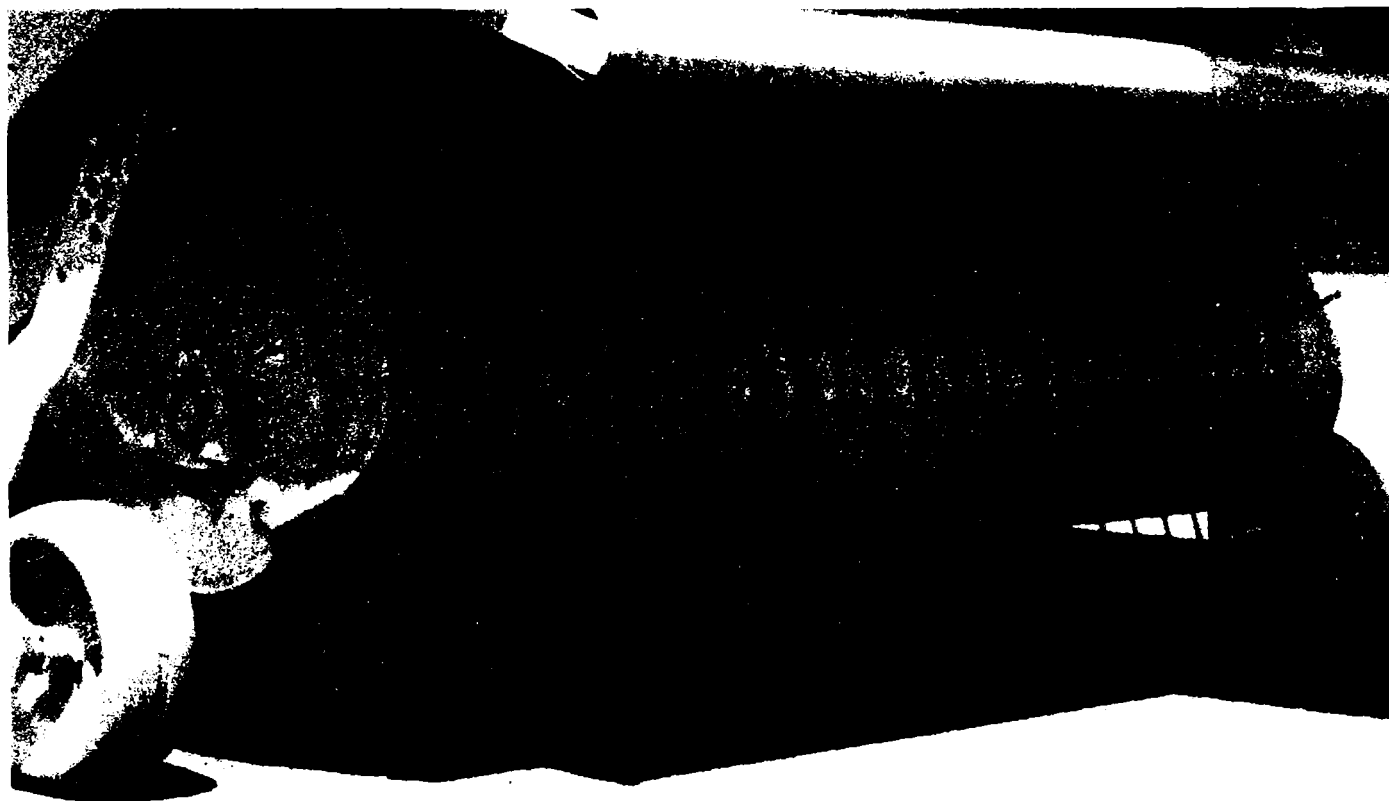


Fig.III.1. Ridicător de plante utilizat de firma Claas.

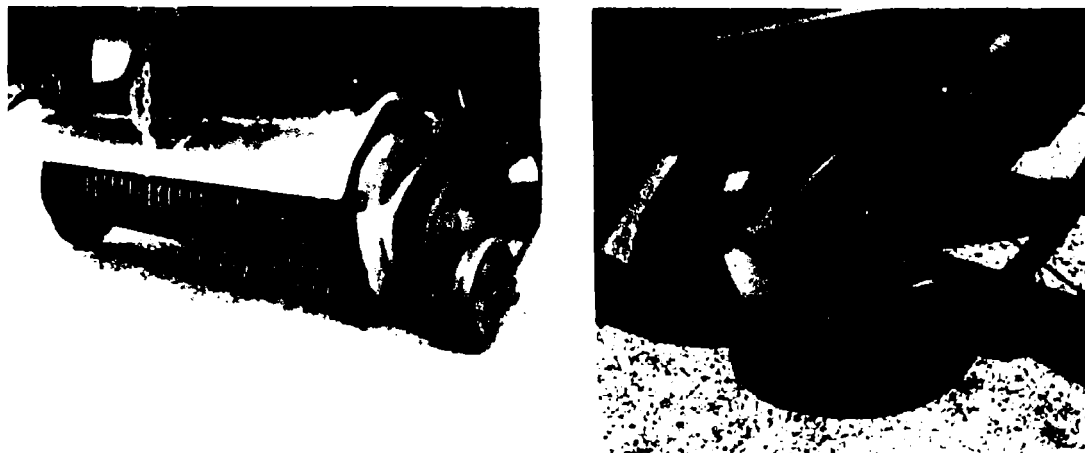


Fig.III.2. Ridicător de plante utilizat de firma Krone.

III.2.5. Mecanismul de transport și mărunțire din canalul de alimentare

Preluarea și transportarea prin canalul de alimentare a furajelor se realizează cu ajutorul mecanismului de transport care astfel realizează continuitatea deplasării furajului de la ridicătorul de brazdă la bena de colectare. Transmiterea materialelor furajere se poate realiza cu ajutorul mai multor tipuri de dispozitive de încărcare cum ar fi fig.III.4., [40], [41], [42] :

- tip tobă aruncătoare (fig.III.3.1) ;
- tip furci împingătoare (fig.III.3.2);
- tip căișor oscilanți (fig.III.3.3);
- tip transportor cu lanț (fig.III.3.4);
- tip melc transportor (fig.III.3.5) , etc.

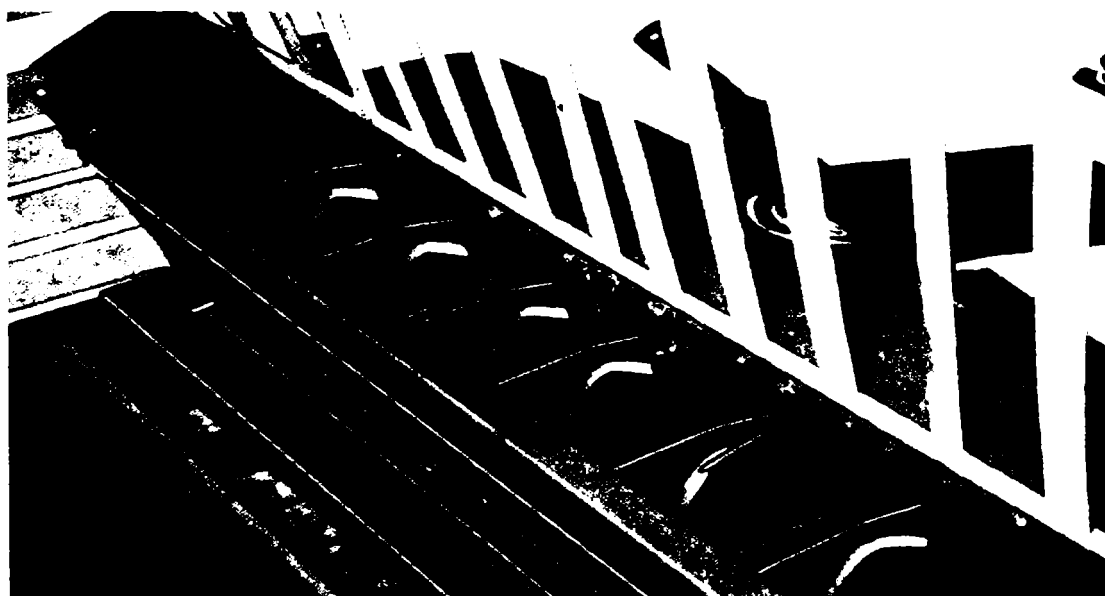


Fig.III.3. Așezarea cuțitelor în canalul de transport furaje

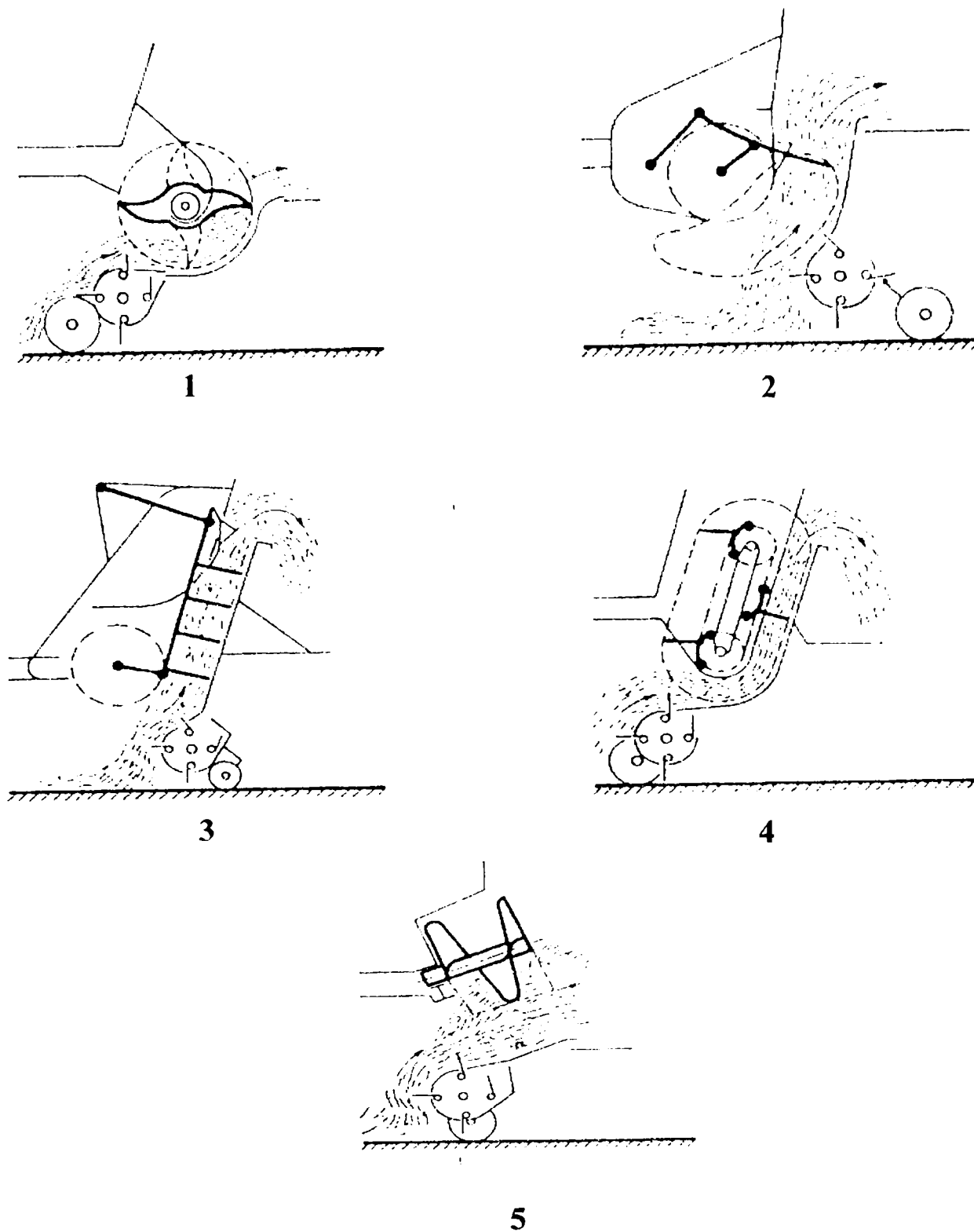


Fig.III.4. Diferite modele de dispozitive de transmitere a materialelor furajere la încărcarea remorcilor.

Aceste tipuri de încărcătoare au avantajul că asigură trecerea brazdei în mod continuu nerăsfirat până la capătul benei, dar au dezavantajul că nu reușesc să realizeze un grad ridicat de umplere a remorcii, materialul furajer ieșit liber din canalul de alimentare se aglomerează, putând provoca înfundarea în scurt timp a acestuia.

După ce acest tip de remorcă autoîncărcătoare furaje a fost utilizat mai mulți ani în anul 1965 a cunoscut o modificare importantă prin introducerea unui dispozitiv de tăiere în canalul de alimentare. La început rolul acestui dispozitiv de tăiere a fost de a împărții în mod egal conținutul materialului furajer ce ajungea pe podeaua

remorcii pentru a obține un grad de umplere mai mare. Pe lângă compactarea mai bună a furajelor în remorcă se poate realiza și o descărcare mult mai ușoară și rapidă.

La primele tipuri de utilaje autoîncărcătoare de transportat furaje înzestrate cu sistem de mărunțire cuțitele din interiorul canalului de alimentare erau așezate într-un rând, unul lângă altul. Un canal era echipat cu un număr de 2 – 8 cuțite (fig.III.3.). Distanța între tăișul cuțitelor era între 120 și 500 mm.

Criza de petrol, apărută începând cu anul 1973 a impus reducerea consumului și economisirea carburanților chiar și în agricultură. Specialiștii au fost puși în situația de a reforma radical tehnologiile de conservare și condiționare a furajelor prin uscare, știind că aceste metode tradiționale erau energofage.

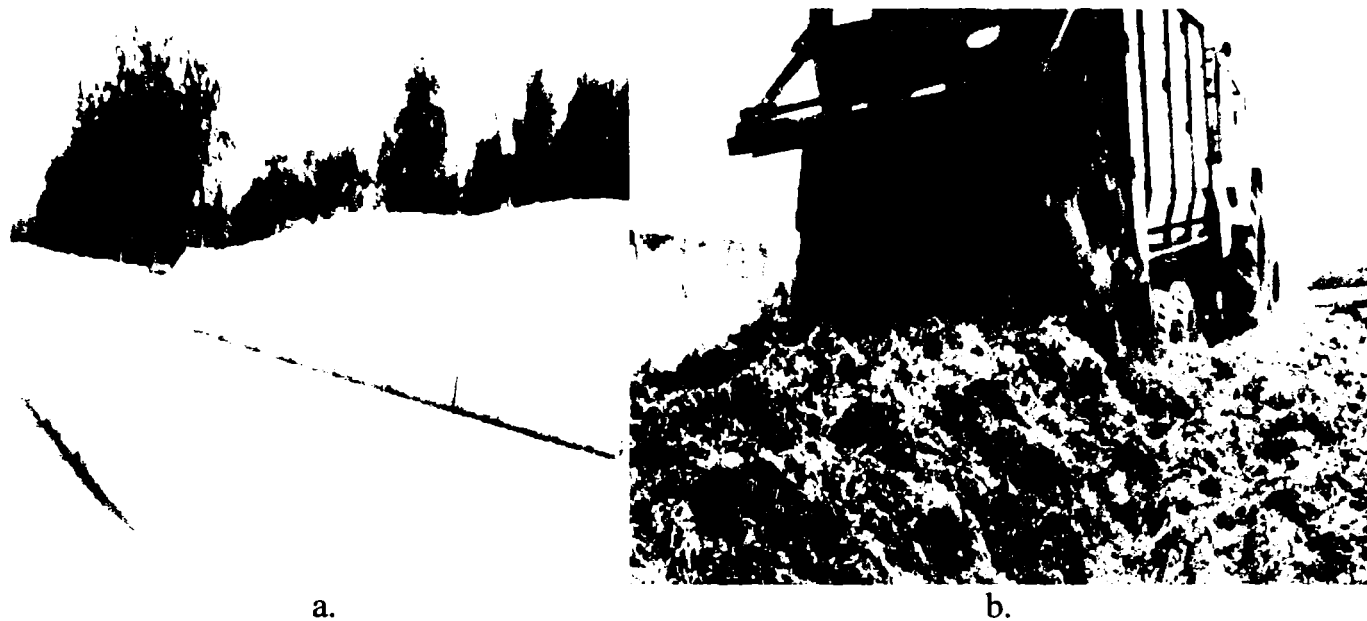


Fig.III.5.a. Spațiu amenajat pentru înființarea unui siloz.

Fig.III.5.b. Umplerea silozului cu furaje adunate cu ajutorul remorcilor autoîncărcătoare fân

Astfel s-a trecut la dezvoltarea și răspândirea tehnologiilor de păstrare a furajelor prin însilozare, care se realizează cu un consum energetic sensibil mai redus, față de tehnologiile tradiționale.

În fig.III.5.a. este prezentată platforma betonată destinată înființării unui siloz de suprafață, iar în fig.III.5.b. modul în care se realizează umplerea silozului cu conținutul remorcii autoîncărcătoare de transportat furaje.

Deoarece, tehnologia de păstrare a produselor prin însilozare prevede utilizarea furajelor bine mărunțite, acest lucru se cere pentru asigurarea unei tasări, compactări corespunzătoare, au apărut remorci autoîncărcătoare fân dotate cu cuțite de mărunțire din ce în ce mai multe la număr.

Dezavantajul acestui procedeu de mărunțire a furajelor destinate păstrării prin însilozare ar consta în mărirea consumului de energie ce se risipește la tocare, asociat cu reducerea vitezei de lucru a utilajului. În figura III.6. [56] se prezintă modul în care se face umplerea unui siloz turn cu ajutorul unui ventilator aruncător, care preia materialul furajer fibros mărunțit de la o remorcă autoîncărcătoare de transportat fân.

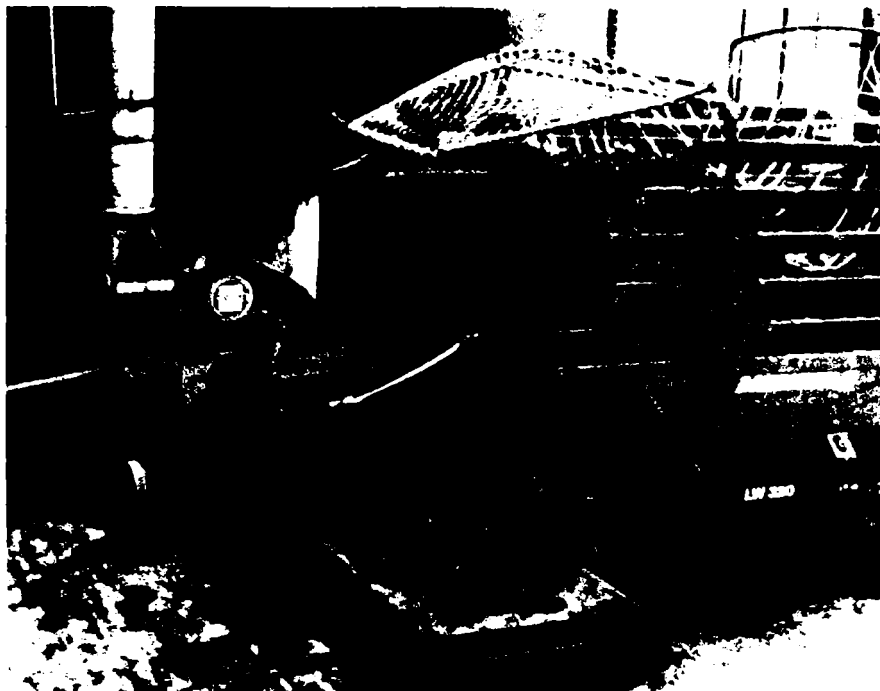


Fig.III.6. Însilozarea furajelor verzi în siloz turn.

Începând cu anul 1985, remorcile autoîncărcătoare fân au fost dotate cu cuțite de diferite profiluri, așezate pe unul sau pe mai multe rânduri, fixe sau mobile, ușor de înlocuite în caz de rupere sau deteriorare. Cuțitele sunt prevăzute cu sistem de protecție în cazul pătrunderii în raza lor de acțiune a materialelor metalice sau a pietrelor. Numărul cuțitelor au ajuns chiar la 74 buc., ceea ce reprezintă o posibilă lungime de mărunțire de 20 mm, ceea ce constituie o performanță pentru acest tip de utilaj.

De remarcat faptul că așezarea cuțitelor permitea accesul la ele ori de câte ori era nevoie, indiferent de starea de încărcare a remorcii (fig.III.7.). Astfel se poate interveni pentru înlocuirea a unui cuțit rupt, pentru înlocuirea întregului rând de cuțite sau doar pentru ascuțirea acestora (fig.III.8.) [56].



Fig.III.7. Modul de așezare a cuțitelor de mărunțire în canalul de transport furaje

Cuțite sunt așezate de regulă pe unul sau două rânduri, introduse în canalul de transport și acționează asupra furajelor care se trece prin fața lor presate de contracuțite, care în unele cazuri constructive, sunt chiar degetele dispozitivelor de încărcare și transmiterea a materialului furajer.

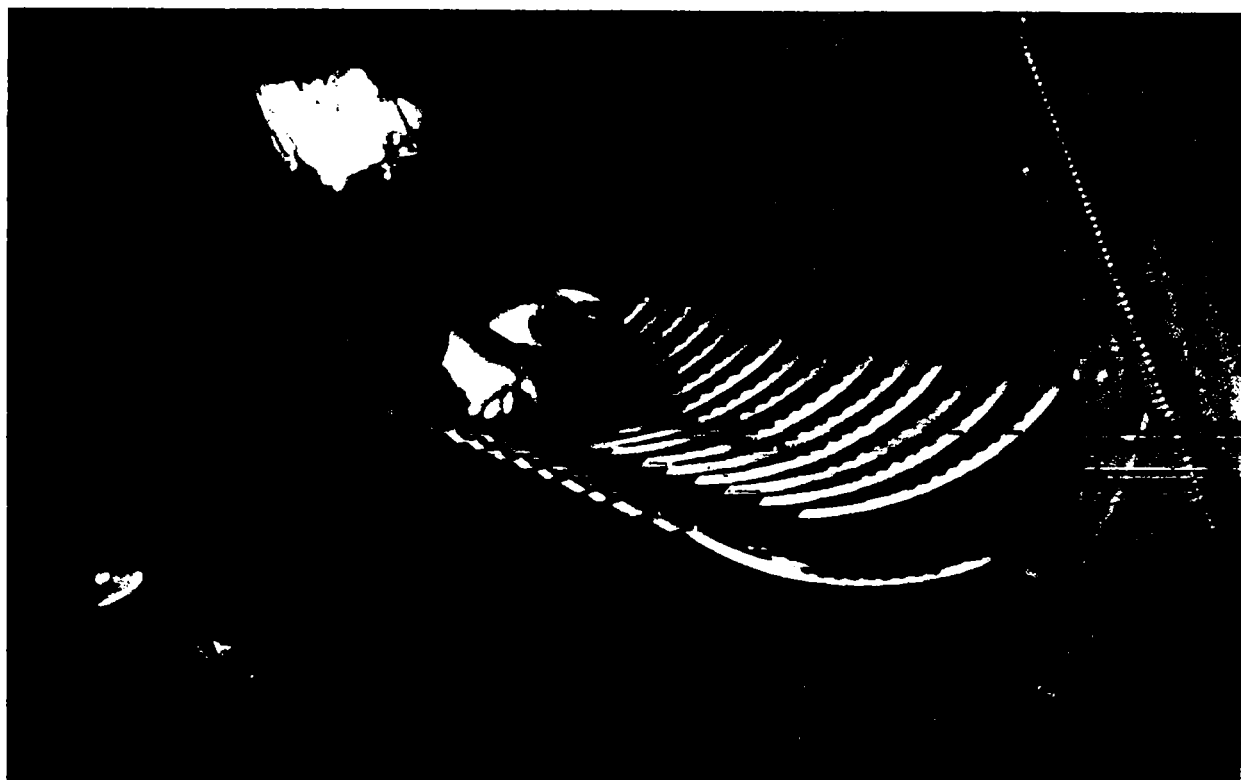


Fig.III.8. Așezarea cuțitelor pe două rânduri și tehnologia de ascuțire a acestora

III.2.6. Transportoare tip lanț cu racleți

Acest element component de bază al mașinilor autoîncărcătoare de fân este așezat în podeaua benei și servește la descărcarea rapidă a încărcăturii sau la asigurarea umplerii benei prin împingerea treptată a materialului către oblonul din spate.

Unele tipuri de mașini n-au în dotare astfel de sisteme de descărcare [95], [96], ele în schimb au posibilitatea să execute bascularea benei, astfel reușind golirea lor.

Transportorul din podea este alcătuit din două sau trei lanțuri continue pe care sunt prinși racleți pe un rând sau pe două rânduri care sunt confecționați din materiale metalice executați din bare profilate, uneori căptușite cu material lemnos.

Sursa motrică a transportorului o reprezintă un ax care este amplasată în partea posterioară a mașinii, acționarea lui provine de la un sistem cu clichet care restricționează totodată sensul de rotire al transportorului, iar în mod frecvent se utilizează motoare hidraulice.

În fig.III.9. se poate observa modul de așezare a transportoarelor cu lanț la mașini autoîncărcătoare de transport fân.

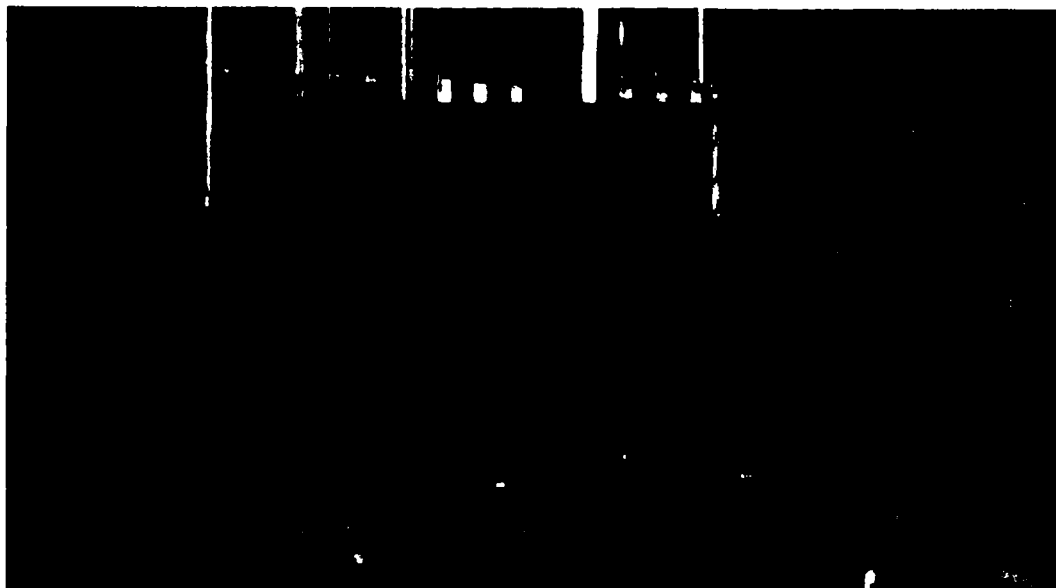


Fig.III.9. Transportor cu racleți pe un singur rând acționat de două lanțuri

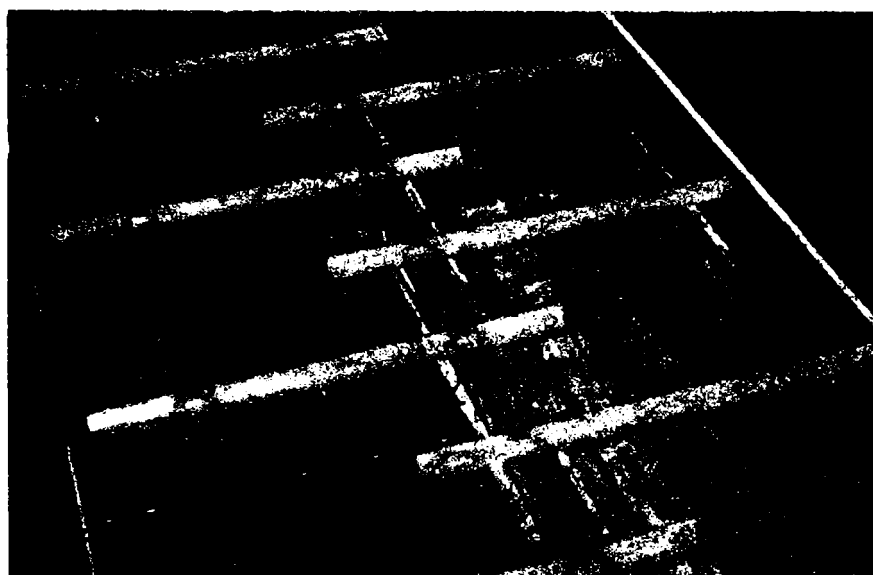


Fig.III.10. Transportor cu racleți dispuși pe două rânduri, acționat de trei lanțuri.

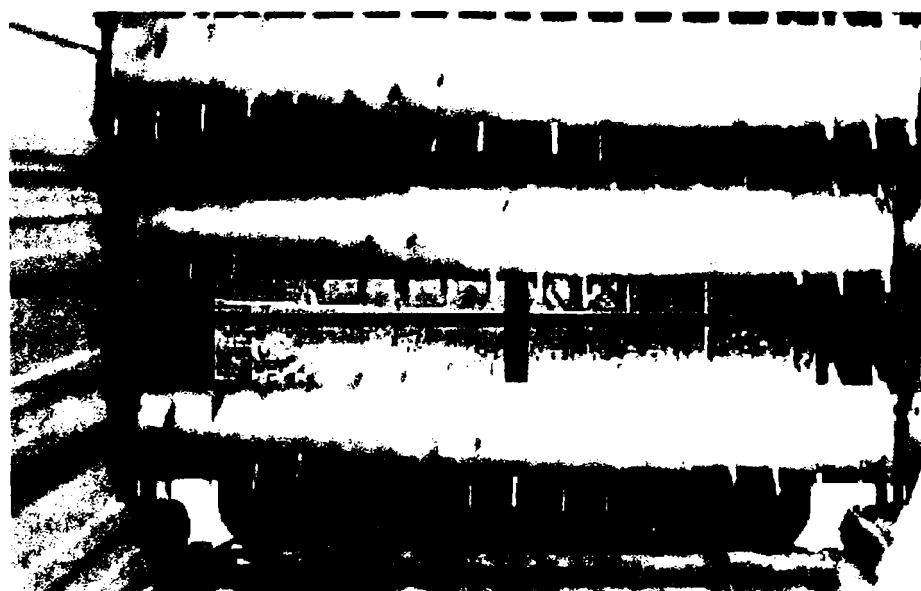


Fig.III.11. Valțuri cu degete de răvășire care asigură scurtarea duratei de descărcare și condiționarea furajelor.

Uneori descărcarea este ajutată și de așa zise utilaje anexe cum ar fi valțuri cu degete (fig.III.11.) pentru răvășire sau transportoare cu bandă (fig.III.12.) [56].



Fig.III.12. Transportor cu bandă pentru descărcarea materialului furajer în partea laterală a remorcii.

III.2.7. Caracteristicile constructive ale unor utilaje realizate de firme renumite în domeniu

Se poate observa cu ușurință că, de la apariția primului model de remorcă autoîncărcătoare, numită sugestiv Hamster și până în zilele de azi, au apărut o serie de îmbunătățiri tehnice, dar în esență mașina din punctul de vedere conceptual nu s-a modificat.

Analizând aria ei de răspândire, se poate afirma că se utilizează cu precădere în zonele muntoase, cu precipitații multe. Aceasta zonă montană uneori prealpină permite creșterea animalelor, în special a rumegătorilor. În aceste zone s-au dezvoltat mici ferme zootehnice specializate în creșterea vacilor de lapte.

Aceste gospodării individuale reușesc să-și mențină doar o parte mică din forța de muncă disponibilă din localitățile respective, de aceea cei care au rămas trebuie să aibă utilaje performante cu capacități de lucru ridicată, dar cu o condiție esențială de a necesita cât mai puțină forța de muncă vie. Din categoria aceasta face parte și remorca autoîncărcătoare fân.

Firmele din Austria, Germania, Italia, Ungaria, Cehia fabrică aceste utilaje [95], [96], care sunt folosite cu precădere în gospodării individuale, dar și în ferme zootehnice moderne, în funcție de sisteme de furajare adoptate.

Unele firme constructoare au realizat modele echipate cu mașini de cosit, care permite reducerea consumului de combustibili, realizează o tasare mai redusă a pășunilor prin eliminarea a unei treceri suplimentare etc.

Dezavantajul acestor utilaje constă în viteza de lucru redusă.

În continuare se prezintă câteva modele de referință ale firmelor de renume în fabricarea acestor utilaje .

III.2.8. Mașini tractate autoîncărcătoare de transportat fân

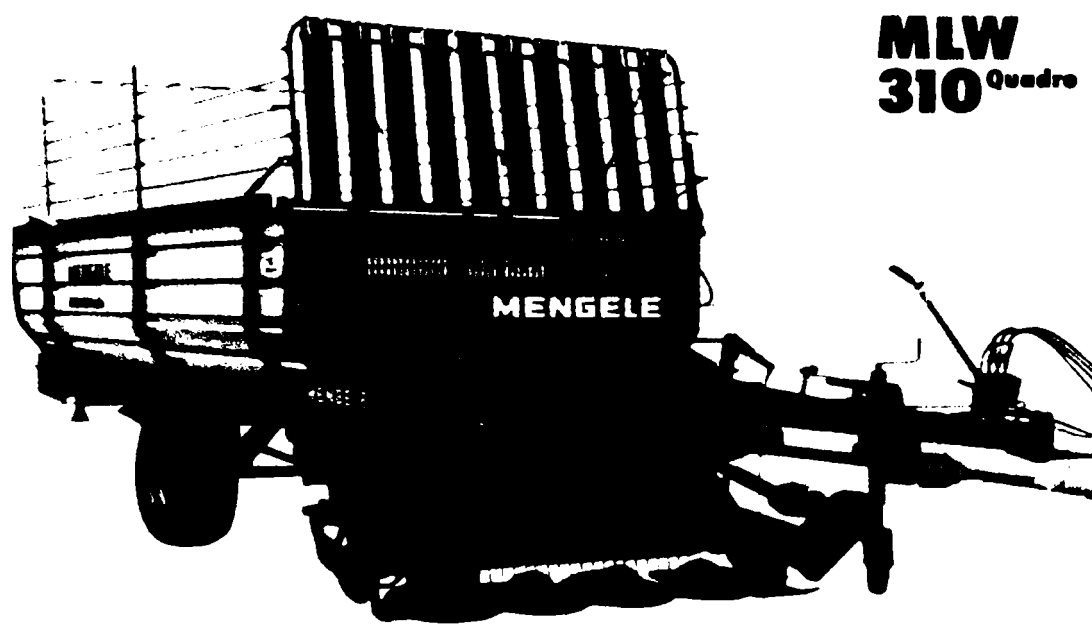


Fig.III.13. Remorcă autoîncărcătoare de transportat fân echipată cu echipament de cosit fabricată de firma Mengele modelul MLW310Quadro

Industria constructoare de mașini a cunoscut o dezvoltare rapidă și multilaterală, în așa fel încât în prezent este capabilă să producă mașini agricole de o înaltă calitate tehnologică, cu fiabilitate mărită considerabil față de cele realizate până acuma.

În continuare se trec în revistă câteva modele uzuale, de succes fabricate de firme cu tradiție și experiență în domeniu.

Date tehnice ale unor tipuri de remorci autoîncărcătoare de transportat fân fabricate de firma germană Menghele

Tabelul III.1.

Specificații	U.m.	LW310 LW310/S Quatro/33	LW180 Duo	LW190 Duo	LW200Duo LW200T Duo	LW400 Quatro
0	1	2	3	4	5	6
Lungime	mm	7400/7950	5860	6180	6520	9750
Lățime	mm	2335	2095	2240	2095	2430
Înălțime	mm	3240	2865	2890	2890	3310
Lățime ridicato	mm	1450	1450	1550	1500/1600	1650
Nr. cuțite	buc	17/33	6	6	6	16/31

0	1	2	3	4	5	6
Masa totală	kg	4000	2500	3600	4000	8000/11000
Volumul de transp.	m ³	19,6	12,9	13,5	14,8/14,3	31,8
Lungimea tocăturii	mm	80/40	160	160	160	80/40

În fig.III.13. se prezintă un utilaj fabricat în Germania de apreciată firma Mengele, care are uzine și în Franța, Austria, Elveția.

Această firmă de mașini agricole construiește o gamă foarte largă de remorci autoîncărcătoare de transportat fân, începând de la remorci cu capacitate de încărcare mai reduse dar ieftine până la remorci gigantice utilizate în ferme mari de industrializare a creșterii bovinelor. Unele valori ale datelor tehnice sunt prezentate în tabelul III.1.



Fig.III.14. Remorcă autoîncărcătoare de transportat fân model Claas Sprint 330S

O altă firmă prestigioasă de mașini agricole de recoltat, este fără îndoială Claas-ul.

Sediul firmei se găsește în Germania, în localitatea Harsewinkel unde se fabrică utilajele renumite pentru fiabilitatea lor, remorcile autoîncărcătoare de transportat fân, și alte mașini agricole de recoltat utilizate pe scară largă și la noi în țară.

În fig.III.14. se prezintă imaginea unei mașini fabricate de firma Claas, iar în tabelele III.2., III.3. și III.4. caracteristicile tehnice ale diferitelor tipuri de remorci autoîncărcătoare de transportat fân.

Remorcile autoîncărcătoare de transportat fân sunt utilizate nu numai la recoltarea, ridicarea, mărunțirea și transportarea furajelor uscate, veștejite sau verzi ci și pentru distribuirea lor direct la locul de utilizare, adică în adăposturile de animale.

Majoritatea acestor utilaje construite după standarde ridicate de calitate și fiabilitate permit dozarea furajelor direct printr-o singură trecere în grajduri, cu

utilizarea unor transportoare elicoidale, ori cu benzi, care permite dozarea furajelor pe cap de animal. Reglajele făcute dinainte, permit ca dozarea furajelor să fie constantă și să nu fie afectată de viteza de deplasare a remorcii.

Reglarea distanței de la sol a degetelor elastice ale tobelor de ridicare se poate executa ori manual ori cu ajutorul a unui singur sau a doi cilindrii hidraulici.

La descărcarea conținutului benelor se folosesc în marea majoritatea cazurilor de transportoare cu lanț și racleți, acționate și în timpul umplerii utilajelor. Comandarea acționării a transportorului, precum și celelalte comenzi de acționare se dau din cabina tractoristului.

Comenzile pot fi de mai multe feluri, clasice cum ar fi cele cu acționare mecanică, hidraulică sau electrică sau comenzi date cu ajutorul razelor infraroșii, metodă modernă introdusă în agricultură nu de mult timp.

Pentru asigurarea unei capacități mari de înmagazinare a furajelor, benele remorcilor autoîncărcătoare de transportat fân de regulă sunt prevăzute cu diferite sisteme de supraînălțare a obloanelor laterale. Aceste sisteme de regulă sunt detașabile sau rabatabile, ușor de manevrat, dar de un real folos.

Se cunoaște faptul că situarea terenurilor agricole și a fânețelor față de sediul fermei zootehnice este în așa fel că impune traversarea sau uneori utilizarea unei porțiuni a arterelor de circulație aglomerate. Astfel că, aceste utilaje sunt prevăzute din fabricație cu sisteme de semnalizare rutieră; sisteme performante de frânare; anvelope care permit în siguranță dezvoltarea pe șosele o viteză de deplasare între 40-80 km /h.

Greutatea vehiculului se repartizează pe una sau două axe, în funcție de capacitate de transport și de greutatea proprie care uneori poate să ajungă la valoarea de 9 t.

Date tehnice ale unor remorci monoax autoîncărcătoare de transportat fân fabricate de firma germană Claas

Tabelul III.2.

Specificații	U.m.	Claas Sprint445U	Claas Sprint330U	Claas Sprint445S	Claas Sprint335S
0	1	2	3	4	5
Lungime ridicător	mm	1650	1650	1650	1650
Nr.de bare al rotorului	buc	5	4	5	5
Nr. cuțite superioare	buc	16	16	16	16
Nr. cuțite inferioare	buc	15	15	15	15
Lungimea tocăturii	mm	45	45	45	45
Volum. de încărcare	m ³	23	19,2	23,2	19,7
Volum. de înc.la pres.	m ³	37	31	36	31

0	1	2	3	4	5
Lungime platformei	m	5,60	4,70	5,60	4,70
Lățimea platformei	m	1,65	1,65	1,65	1,65
Viteza transportor.	m /min	12,5	12,5	12,5	12,5
Lungimea totală	m	9,02	8,12	9,02	8,12
Lățimea totală	m	2,43	2,43	2,43	2,43
Masa proprie	kg	4270	3960	4390	4070
Masa totală	kg	8000	8000	8000	8000

Date tehnice ale unor remorci cu două axe autoîncărcătoare de transportat fân, fabricate de firma Claas

Tabelul III.3.

Specificații	U.m.	Claas Sprint 5000S/S-16	Claas Sprint 5000P/GT	Claas Sprint 4000S	Claas Sprint 4000p
0	1	2	3	4	5
Lățimea ridicător	mm	1,65	1,65	1,65	1,65
Roată susținere	-	16*6,50-8 4PR	16*6,50-8 4PR	16*6,50-8 4PR	16*6,50-8 4PR
Nr. cuțite Superioare	buc	17	17	17	17
Nr. cuțite Inferioare	buc	16	16	16	16
Lungimea tăieturilor	mm	45	45	45	45
Nr. transportorilor lanț cu racleți	buc	2	2	2	2
Anvelopă pt. 40km/h	-	500/50-17	500/50-17	500/50-17	500/50-17
Anvelopă pt. 80km/h	-	555/45-17 285/70-19,5	555/45-17 285/70-19,5	555/45-17 285/70-19,5	555/45-17 285/70-19,5
Nr.axelor	buc	2	2	2	2

0	1	2	3	4	5
Ecartamentul roților	mm	1850	1850	1850	1850
Volumul remorcii	m ³	31	34	26,3	29,3
Volumul remorcii la presare medie	m ³	48	53	40	45
Lungimea totală	mm	9250	9250	8160	8160
Lățimea totală	mm	2500	2500	2500	2500
Înălțimea totală	mm	3600	3600	3600	3600
Masa proprie a rem.	kg	5760	5420	5380	5040

Date tehnice unor remorci autoîncărcătoare de transportat fân fabricate de firma Claas

Tabelul III.4.

SPECIFICAȚII	U. M.	CLAA S SPRINT 445P	CLAAS SPRINT 434K	CLAA S SPRINT 324K	CLAA S SPRINT 320K	CLAA S SPRINT 300K	CLAA S SPRINT 300T
0	1	2	3	4	5	6	7
Dis. minimă ridicător- sol	mm	300	300	300	300	300	300
Dis. maximă ridicător- sol	mm	600	600	600	600	600	600
Lungime ridicător	mm	1650	1650	1650	1650	1650	1650
Nr. bare de rotor	buc	5	4	4	3	3	3
Nr. cuțite superioare	buc	16	16	16	13	13	13
Nr. cuțite inferioare	buc	15	15	15	12	12	12
Lungimea tocăturii	mm	45	45	45	55	55	55
Volumul remorcii	m ³	24,5	24,5	20,5	20,5	18	18
Volumul la presare medie	m ³	38	39	33	33	29	29
Înălțimea platformei	m	1,07	1,10	1,10	1,10	1,10	-

0	1	2	3	4	5	6	7
Nr. lanțurilor de la transp	buc	3	2	2	2	2	2
Viteza transportor	m/min	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Distanța dintre roți	m	1,70	1,70	1,50	1,50	1,50	1,50
Lungimea	m	8,80	8,62	7,72	7,72	7,12	7,12
Lățimea	m	2,36	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22
Înălțimea	m	-	3,28	3,28	3,28	3,28	-
Masa propr. a rem.	kg	3580	2985	2646	2598	2438	-

O altă prestigioasă societate în domeniul construcțiilor de mașini agricole, este denumită Bernard-KRONE din Germania, care se remarcă și prin producerea remorcilor autoîncărcătoare furaje, pe lângă mașini de cosit de diferite tipuri, mașini de greblat, de adunat și răvășit fân sau chiar mașini de balotat. În fig.III.15. este prezentată imaginea remorcii autoîncărcătoare de transportat fân model Krone Turbo 4200, iar în tabelul III.5. sunt trecute caracteristicile unor remorci autoîncărcătoare de transportat fân fabricate de firma Bernard-KRONE.

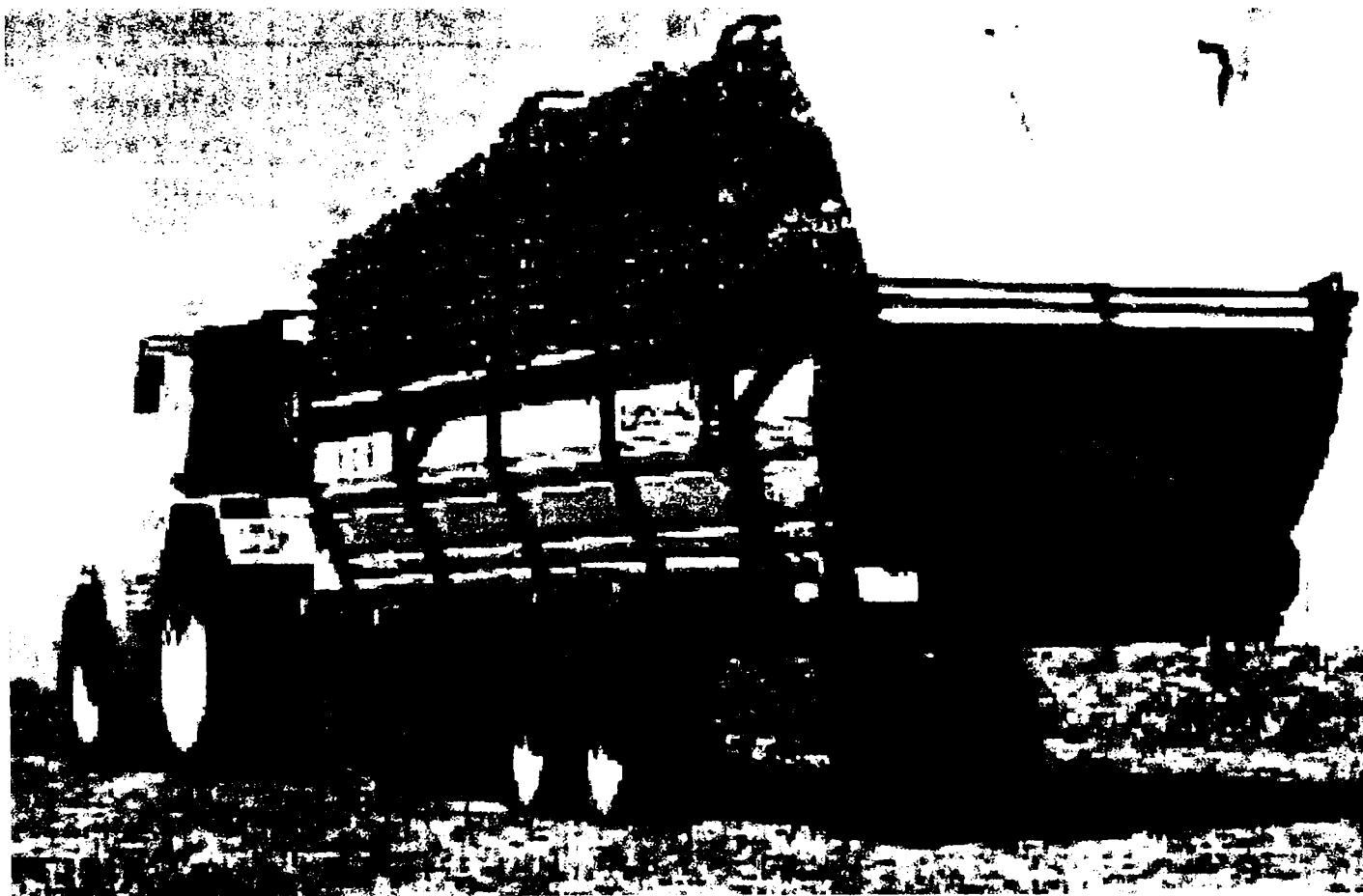


Fig.III.15. Remorca autoîncărcătoare de transportat fân maca Krone-Turbo 4200 în lucru.

Tabelul III.5.

Specificații	U.m.	Krone Torbo 2500	Krone Turbo 3200	Krone Turbo 3500	Krone Turbo 4200	Krone Turbo 5000T	Krone Turbo 6000T	Krone Titan 6/36D	Krone Titan 6/42
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Lungimea totală	mm	6390	7740	8120	8920	8110	8900	8275	9175
Lățimea totală	mm	2430	2430	2500	2500	2250	2250	2480	2480
Înălțimea totală	mm	3065	3065	3260	3360	3045	3135	3290	3440
Grosimea platformei	mm	150	150	200	200	200	200	250	250
Înălțimea platformei	mm	1040	1040	1090	1190	1070	1190	-	-
Lățimea de lucru a ridicătorului	mm	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650
Distanța dinții pick-up	mm	55	55	55	55	55	55	55	55
Ecartamentul	mm	1500	15000	1700	1700	1700	1700	1700	1700
Anvelopa utilizată	-	11,5/80-15,3	11,5/80-15,3	15,0/55-17	15,0/55-17	11,5/80-15,3	11,5/80-15,3	15,00/55-17	15,00/55-17
Volumul remorcii la presare med.	m ³	27	32	35	42	32	38	36	42
Volumul remorcii	m ³	19	22	26,5	30,5	19,5	23,5	21,5	26,5
Puterea consumată	KW/CP	22/30	30/40	33/45	37/50	33/45	37/50	60/80	66/90
Masa totală autorizată	kg	4000	4000	5990	8000	6000	8000	8000	8000
Timpul de descărcare	min	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	2-3	2-3	2-3
Lungimea tocăturilor în	mm								
6buc		240	240	240	240	240	240	240	240
12buc		160	160	160	160	160	160	160	160
18buc		80	80	80	80	80	80	80	80
35buc		40	40	40	40	40	40	40	40

Paralel cu fabricarea și răspândirea acestor utilaje tractate pentru adunat, transportat și condiționat furaje, au apărut pe vasta piață a mașinilor agricole și mașini autoîncărcătoare de transportat fân.

III.2.9. Mașini autoîncărcătoare de transportat fân, autopropulsate

Dezvoltarea tehnicii, aplicarea tehnologiilor moderne la recoltarea plantelor furajere, necesitatea utilizării unor utilaje specializate cu grad de mobilitate mai ridicat, care asigură viteze de lucru mari, necesare în cazul schimbării frecvente a stării vremii, sunt condiții care au concurat la apariția mașinilor autopropulsate pentru adunatul furajelor [5].

Aceste utilaje sunt construite pe un șasiu de autovehicul de teren de regulă cu două punți motoare, ce poate asigura pătrunderea și străbaterea unor terenuri desfundate, greu accesibile.

Centrul de greutate al mașinii se află la mică înălțime ceea ce îi conferă stabilitate ridicată în mișcare și abordarea curbilor de nivel cu siguranță ridicată.

Ridicatorul de brazdă (pick-up-ul) este așezat în spatele mașinii, iar încărcarea se face pe sub oblonul posterior.

Din dotarea mașinii nu lipsesc echipamentele de mărunțire a furajelor; de descărcare automată tip transportoare cu lanțuri și racleți așezate în podeaua benei; valțuri de răvășirea furajelor sau transportoarele elicoidale cu benzi pentru dozarea furajelor.



Fig.III.16. Autopropulsata Reform Muli400 la adunat furaje.

Modul de lucru nu diferă față de cea a remorcilor autoîncărcătoare de transportat fân, brazdele de furaje se încălescă cu mașina în timp ce ridicatul furajelor este rezolvat cu ajutorul ridicătorului din brazdă.

Există o sincronizare perfectă între aparatul de ridicat și viteza de deplasare a vehiculului pentru a nu exista pierderi. Puterea de acționare a motorului se împarte în

două. O parte semnificativă din ea se utilizează pentru punerea în mișcare a vehiculului, iar cealaltă la acționarea subsistemelor pentru executarea procesului tehnologic.

În fig.III.16. se prezintă un model de mașină autopropulsată de adunat furaje, construită în Elveția, de firma Reformwerke, iar în tabelul III.6 sunt indicate câteva caracteristici tehnice și de exploatare ale acesteia.

Date tehnice ale remorci autoîncărcătoare de transportat fân Muli 400 fabricată de firma elvețiană Reform

Tabelul III.6.

Specificații	U.m.	Valori
0	1	2
Lungimea totală a mașinii	mm	5450
Lungimea benei	mm	2750
Lățimea benei	mm	1670
Grosimea platformei	mm	300
Lățimea pick-up	mm	1650
Volumul benei	m ³	8
Volumul benei la presare medie	m ³	11
Puterea motorului la c.c. 1865cmc și 2700rot/min	KW/CP	28/38
Transmisia	-	8 viteze înainte 8 viteza înapoi
Viteza de lucru	km /h	2,3-25
Priza de putere	rot /min	540-la o turație a motorului de 2430 rot /min
Anvelope utilizate	-	10,0/75-15,3-8PR față 6,50-16-6PR spate cu profil în V

III.3. Concluzii

Analizând datele tehnice cunoscute de la utilaje fabricate în diferite țări cu o tradiție în acest domeniu, se poate constata că o serie de valori ale acestora sunt apropiate sau chiar identice.

La fel și în cazul soluțiilor tehnice sunt unele abordări similare, înrudite între ele, indiferent de capacitatea de lucru al utilajului.

Nu putem să trecem cu vederea asupra faptului că aceste soluții tehnice sunt în marea majoritatea cazurilor impuse de costurile realizării lor, care cresc vertiginos cu creșterea:

- capacității de lucru,
- fiabilitatea mașinii,
- folosirea soluțiilor tehnice de ultima generație, care solicită cunoașterea teoretică a fenomenelor ce se petrec în realitate și nu în ultimul rând studierea acestora în condiții de laborator bine dotat cu aparatură performantă,
- nivelul folosirii a materialelor de calitate ireproșabile, etc.

În urma analizei soluțiilor tehnice alese, comparându-le cu cele teoretice care converg spre valori ideale, am constatat unele reale posibilități de îmbunătățire, optimizare în ceea ce privește funcționarea lor.

Aplicarea unei îmbunătățiri în procesul de lucru a tobelor cu degete elastice, utilizate pe scară largă în construcția mașinilor agricole de recoltat plante furajere, ar duce la reducerea unor pierderi cauzate de:

- lovirea masei de furaje și pierderea celei mai valoroase părți ale acesteia prin scuturare, inflorescența și frunzele, de către dinții tobei, când aceștia ies la prima fază de mișcare care o execută, denumită greblarea sau strângerea materialului;
- răsfirarea, aruncarea materialului furajer în fața dispozitivului de ridicat, în locul executării corecte fazei a doua de mișcare denumită ridicare, toate aceste neajunsuri apar din cauza necorelării corecte a vitezei de înaintare cu viteza de rotire a tobelor de ridicare;
- depășirea valorii unghiului de deviere a degetelor față de direcția radială cu o anumită valoare, care depinde de natura materialului și umiditatea acestuia, pierderile cresc datorită faptului că apare fenomenul de alunecare a materialului de pe degete;
- nerespectarea condiției de a menține distanța constantă dintre vârful degetelor tobei și solul, care poate să ducă la împurificarea furajelor adunate cu pământ;
- realizarea unor valori reduse ale vitezei de deplasare în lucru.

O bună parte din aceste probleme se leagă de găsirea a unui profil optim de ghidare, corespunzător pentru barele cu dinți elastici care execută o mișcare aproape circulară imprimată de o camă, respectiv asigurarea unei menținere a degetului de adunat cât mai mult timp în activitate de greblare propriu-zisă, ce asigură un grad ridicat de adunare a furajelor fibroase lăsate în brazdă după recoltare.

Cercetând în continuare cu atenție posibilitatea de a optimiza funcționarea acestor utilaje, nu putem să nu observăm faptul că o mare parte a consumului de energie se realizează cu tocarea-mărunțirea furajelor.

Deși cerințele a crescătorilor de animale se manifestă în privința menținerii, chiar dezvoltării în continuare a posibilității de tocarea-mărunțirea furajelor, în vederea obținerii unei furajeri corespunzătoare a animalelor pentru a asigura o producție ridicată de lapte și carne, trebuie să constatăm creșterea consumului energetic cu înmulțirea numărului de cuțite din canalele de alimentare ale remorcilor autoîncărcătoare fân.

În vederea reducerii al acestui consum ridicat de energie, coroborat cu mărirea numărului de cuțite, trebuie să acționăm la generalizarea optimizării tăieri prin alunecare, realizarea unor profile optime pentru cuțite și luarea în calcul grosimea ideală ale acestora, care să preteze deopotrivă pentru tăierea-mărunțirea furajelor uscate, verzi sau vestejite.

O altă problemă nerezolvată în întregime ar fi găsirea unui dispozitiv de alimentare care să realizeze un consum energetic permanent și constant, care să nu genereze vibrații ale șasiul remorcii autoîncărcătoare fân.

Momente în care se întrerupe alimentarea constantă a canalului, sau materialul furajer se introduce pe o porțiune îngustă a lățimii canalului, efortul de mărunțire-tocare se desfășoară cu intermitențe, care conduce la apariția unor vibrații neavenite și foarte nocive, care pot cauza ruperea accidentală a ochiului de împerechere, provocând accidente.

**CONSIDERAȚII PRIVIND PARAMETRI CONSTRUCTIVI ȘI
FUNCȚIONALI AI DISPOZITIVELOR DE ADUNAT ȘI RIDICAT DIN
BRAZDĂ**

IV.1. Dispozitive de adunat și ridicat plante din brazdă

Dispozitivul de adunat și ridicat plante din brazdă este unul din organele de lucru al combinelor de recoltat cereale păioase, al mașinilor de recoltat plante furajere și al preselor de balotat paie și fân, având rolul de a ridica materialul furajer din brazdă și a-l transmite organului următor din fluxul tehnologic al mașinii.

Din punct de vedere constructiv [17], [22], [36], [38], [40], [41], se disting mai multe tipuri de dispozitive de adunat și ridicat din brazdă, dintre care cele mai uzuale sunt următoarele:

1. – tobă cu degete elastice, fig.IV.1.;

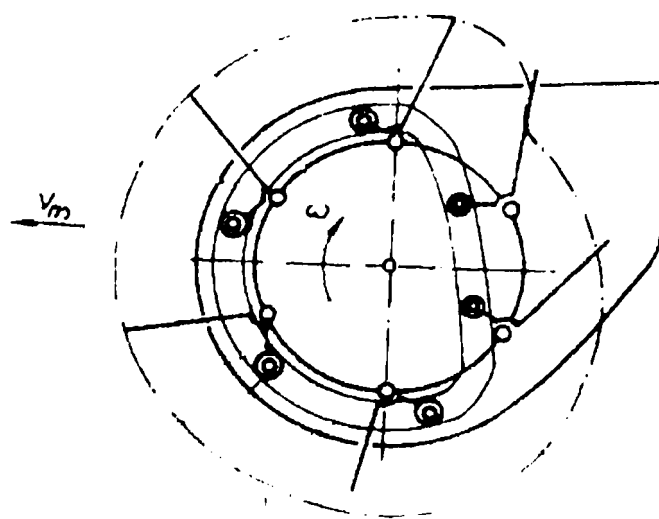


Fig.IV.1. Tobă cu degete elastice.

2. – tobă cu degete escamotabile, fig.IV.2.;

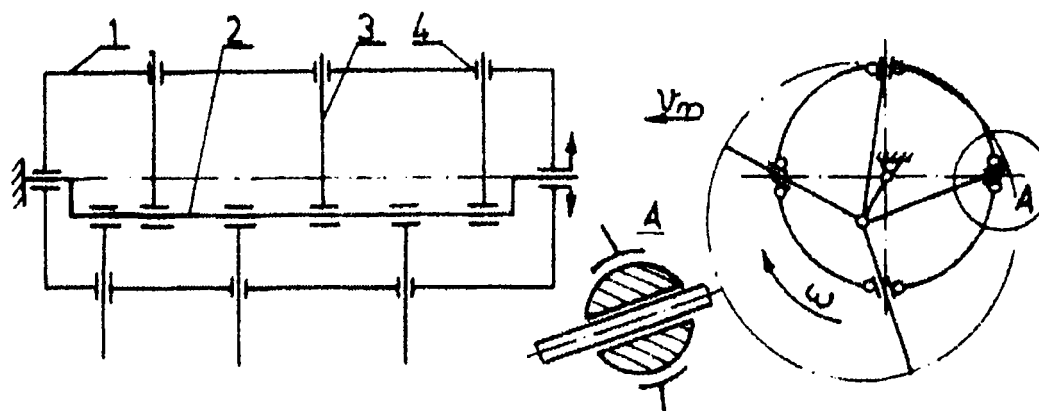


Fig.IV.2. Schema tobei cu degete escamotabile.

3. –elevator cu degete elastice, fig.IV.3. ;

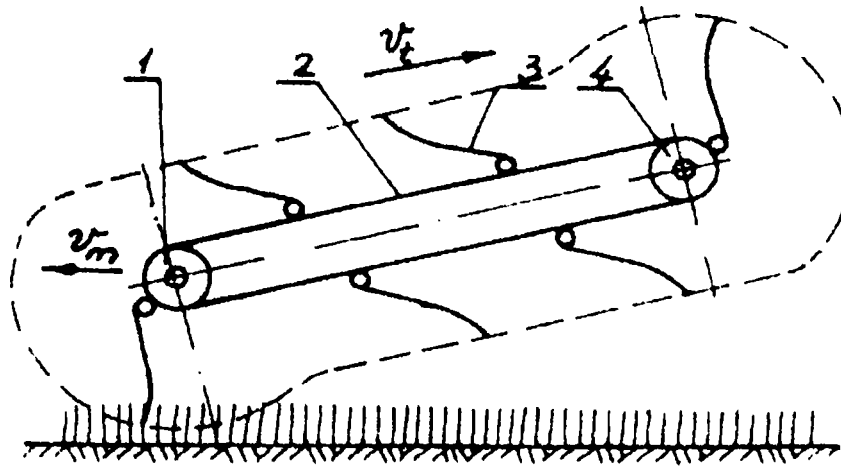


Fig.IV.3. Schema transportorului cu degete elastice.

4. – elevator cu bare ghidate, fig.IV.4.

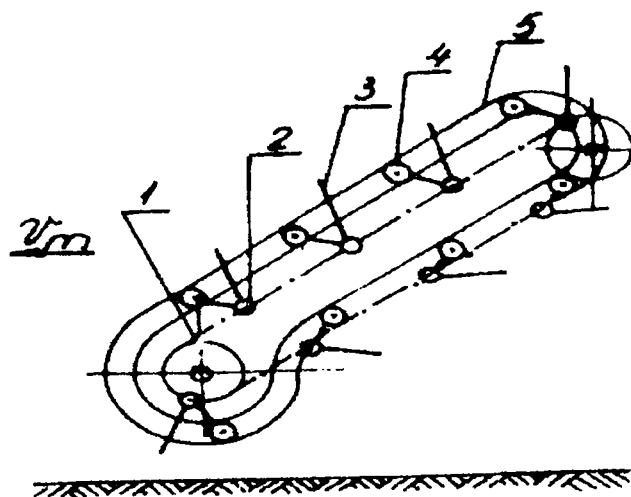


Fig.IV.4. Elevatorul cu bare ghidate.

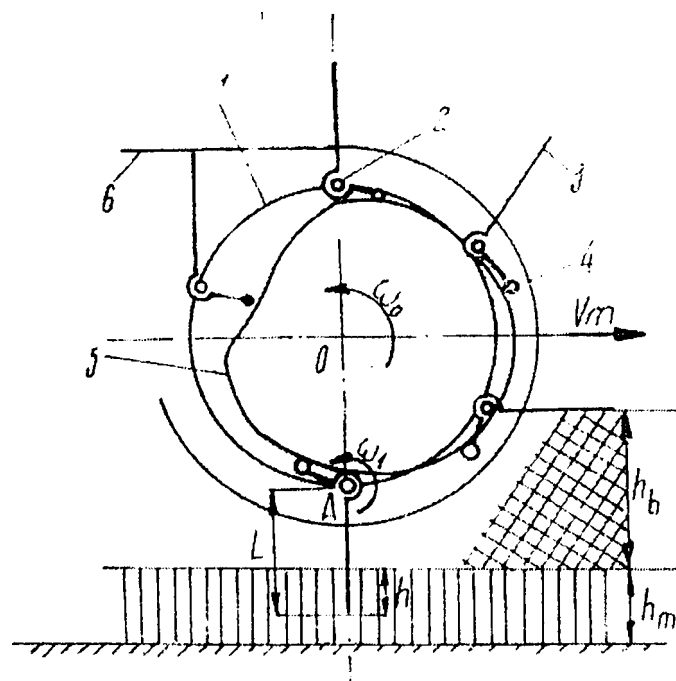


Fig.IV.5. Schema ridicătorului de plante de tip tambur cu bare cu degete elastice.

Dintre acestea dispozitivul de tip tobă cu degetele elastice este cel mai răspândit în construcția mașinilor agricole de recoltat plante furajere ierboase.

Din punct de vedere constructiv, ridicătorul de plante de tip cu tambur și bare cu degete elastice (fig.IV.5.) este format dintr-un ax pe care sunt montate discurile 1; pe discuri sunt prevăzute lagăre în care se introduc barele 2, cu degetele elastice 3, asemănătoare cu cele folosite la greblele oblice. La unul din capetele fiecare bară este prevăzut cu câte o pârghie cu rolă 4, care urmărește profilul unei came fixe 5. ansamblul este înconjurat de un grătar 6 sub formă de benzi, printre care se deplasează degetele 3.

Toba are trei până la șase bare cu deget elastice, lungimea de lucru de 1,1 – 4 m, diametrul la periferia barelor de 250 – 500 mm. Degetele elastice au lungimea părții active de la 140 – 200 mm. Pasul degetelor este de 80 – 120 mm.

În timpul procesului de lucru, axul 0 al tamburului primește o mișcare de rotație cu viteza unghiulară ω_0 , pe care o imprimă barelor cu degete. Pentru realizarea unui proces tehnologic optim de ridicare a materialului furajer din brazdă și pentru retragerea degetelor din material după ridicare, cama imprimă barelor cu degete o mișcare suplimentară de rotație cu viteza unghiulară ω_1 în jurul axelor proprii A. De asemenea, pentru evitarea pierderilor de material, poziția ridicătorului trebuie astfel aleasă ca degetele de lungime L, în poziție limită inferioară, să pătrundă sub nivelul inferior al brazdei, cu distanța h. Brazda de material este caracterizată prin înălțimea h_b , dispusă la distanța h_m de suprafața terenului.

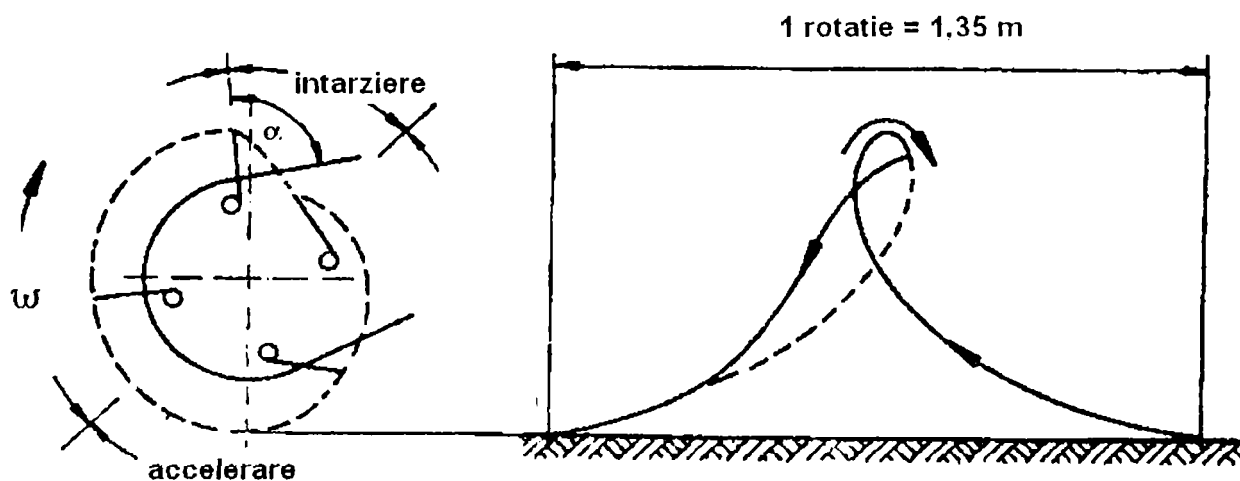


Fig.IV.6. Traiectoria reală parcursă de un deget la o rotație completă.

Analizând cu atenție literatura de specialitate, se constată existența unui număr relativ restrâns de lucrări consacrate studiului procesului de lucru al acestui tip de ridicător de furaje [78], [80], [81], [89]. Unii autori au analizat influența principalilor parametri constructivi și funcționali ai ridicătorului asupra procesului de lucru, în funcție de condițiile concrete de lucru [81], cum ar fi:

- greutatea brazdei pe metru liniar q (fig.IV.7.);
- înălțimea brazdei M(fig.IV.7.);
- viteza de lucru a mașinii;
- reglajul pe verticală al ridicătorului de plante.

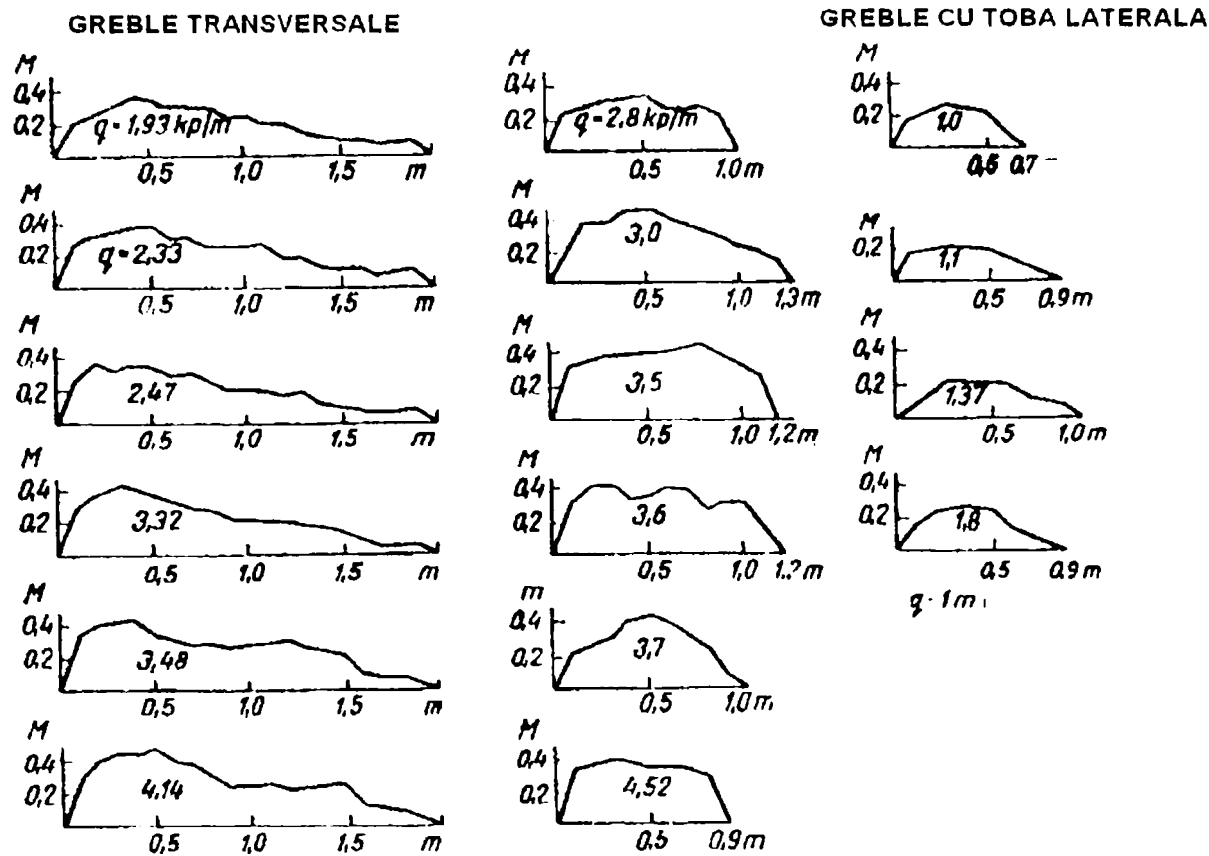


Fig.IV.7. Secțiunea transversală a brazdelor de material furajer adunate cu diferite tipuri de greble mecanice.

unde: - M este înălțimea brazdei; m este lățimea pe care se extinde brazda; q este greutatea specifică a materialului furajer.

Grosimea straturilor de material furajer variază conform tipurilor de greble utilizate la răvășirea (vezi fig.IV.7.) și împrăștierea materialului furajer, iar după uscarea la strângerea acestuia.

În fig.IV.8., sunt indicate pierderile de material funcție de regimul cinematic fig.IV.8.a.[55] este indicată variația pierderilor în cazul fânului de timoftică, cu masa liniară a brazdei de 2 kg/m și la viteza de lucru a mașinii de 3 m/s .

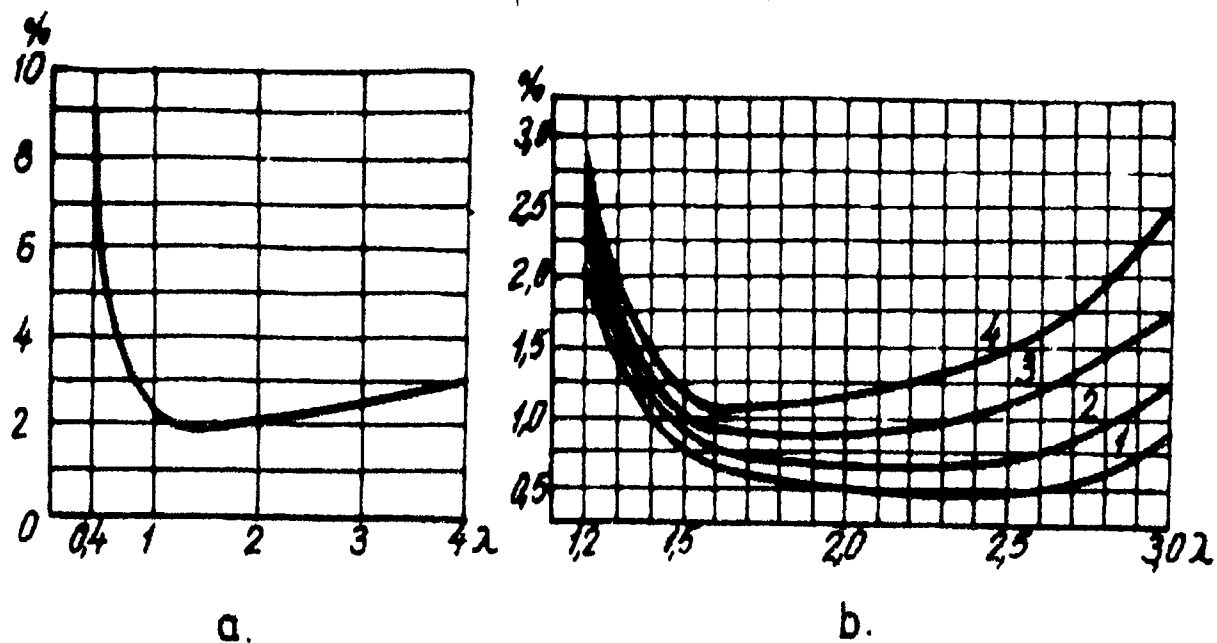


Fig.IV.8. Variația pierderilor de material funcție de regimul cinematic.

Variația pierderilor în cazul grâului cu masă liniară a brazdei de 2,1 kg/m, la vitezele de lucru diferite $v_m = 1,08$ m/s (curba 1), până la $v_m = 1,94$ m/s (curba 4). Se observă, că pierderile minime de material furajer, conform graficelor, se obțin la valorile tot mai mici ale indicelui regimului cinematic, atunci când viteza de înaintare a mașinilor în timpul lucrului crește. Cu ajutorul fig.IV.9.[40] prezentăm influența lungimii dintelui și diametrul grătarului cu benzi asupra pierderilor de material furajer.

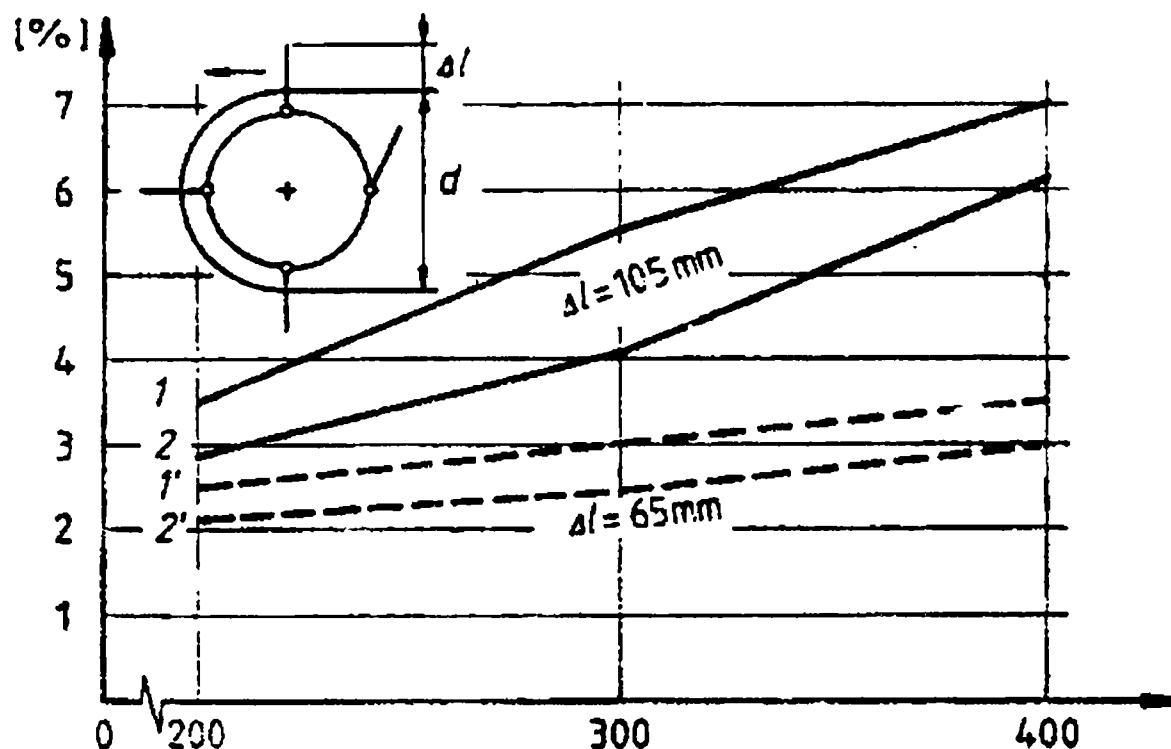


Fig.IV.9. Pierderile de material furajer cauzate de lungimea dintelui și diametrul grătarului cu benzi.

unde: 1 și 1' greutatea liniară a brazdei = 10 N / ml; 2 și 2' greutatea specifică a materialului furajer = 20 N/ ml; lungimea media a firelor este de 29 cm; umiditatea 29 %; viteza mașinii $v_m = 1,5$ m /s.

Din aceste studii se observă că în cazul în care nu sunt rațional armonizate parametrii constructivi și funcționali, pierderile de material pot ajunge până la valori de 10 – 13%. Pierderile de material cresc direct proporțional cu jocul dintre vârful degetelor în poziție inferioară și suprafața solului, cu greutatea brazdei pe metru liniar și cu mărimea diametrului tamburului și lungimii degetelor.

Unul din parametrii care are o influență mare asupra calității procesului de lucru și al limitării pierderilor de material, este raportul dintre viteza periferică a degetelor și viteza mașinii. Din diferite studii efectuate rezultă că există un raport optim între viteza periferică a degetelor și viteza mașinii pentru care pierderile sunt minime. Pentru condițiile în care au fost făcute experiențele și pentru viteza mașinii cuprinsă între $v_m = 3.9 - 7$ km, acest raport are valoarea între 1,5 – 2,5.

Din cele prezentate, se poate concluziona că nu există o metodă de determinare a parametrilor constructivi și funcționali ai ridicătorului de plante, justificarea numărului de bare cu degete cu care este prevăzut tamburul și a turației acestuia pentru realizarea productivității impuse de deplasarea agregatului cu pierderi minime de material forager.

IV.2. Cercetări cu privire la unii parametri ai dispozitivului de ridicat tip tobă cu degete elastice

IV.2.1. Analiza cinematică a degetelor elastice

Față de un sistem de referință O_0XY solidar cu axul tobei [13], [14], ecuațiile parametriche ale traiectoriei (IV.2.1.1), vitezei (IV.2.1.2) și accelerației vârfului (IV.2.1.3) unui deget elastic M, folosind notațiile din fig.IV.10. sunt:

$$X = v_m t + R \sin \omega_0 t + L \sin(\omega_0 + \omega_1) t \quad (IV.2.1.1)$$

$$Y = Y_0 + R(1 - \cos \omega_0 t) + L[1 - \cos(\omega_0 + \omega_1) t]$$

$$\dot{X} = v_m + R \omega_0 \cos \omega_0 t + L(\varepsilon_1 t + \omega_0 + \omega_1) \cos(\omega_0 + \omega_1) t \quad (IV.2.1.2)$$

$$\dot{Y} = R \omega_0 \sin \omega_0 t + L(\varepsilon_1 t + \omega_0 + \omega_1) \sin(\omega_0 + \omega_1) t$$

$$\ddot{X} = -R \omega_0^2 \sin \omega_0 t + 2L \varepsilon_1 \cos(\omega_0 + \omega_1) t - L(\varepsilon_1 t + \omega_0 + \omega_1)^2 \sin(\omega_0 + \omega_1) t \quad (IV.2.1.3)$$

$$\ddot{Y} = R \omega_0^2 \cos \omega_0 t + 2L \varepsilon_1 \sin(\omega_0 + \omega_1) t + L(\varepsilon_1 t + \omega_0 + \omega_1)^2 \cos(\omega_0 + \omega_1) t$$

unde: - t este timpul; v_m viteza mașinii; ω_0 viteza unghiulară a tamburului $\varphi = \omega_0 t$; ω_1 viteza unghiulară a degetului în mișcare de rotație în jurul axei barei cu degete cunoscută în cazul unei came cu profil dat $\alpha = \omega_1 t$; Y_0 distanța dintre vârful degetului în poziție inferioară și suprafața solului; ε_1 accelerația unghiulară a degetului $\varepsilon_1 = d\omega_1 / dt$.

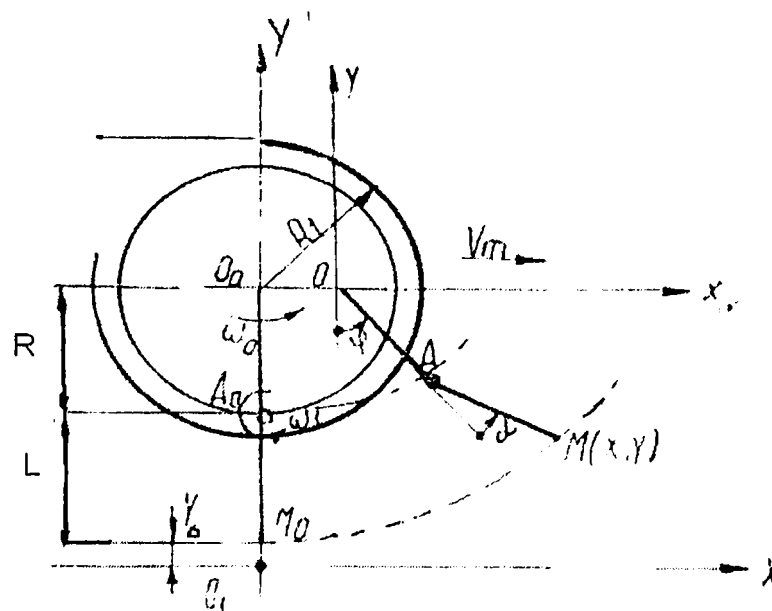


Fig.IV.10. Schemă pentru determinarea ecuațiilor traiectoriei, vitezei și accelerației vârfului degetului.

Viteza absolută \vec{v} a vârfului M al degetului este dată de relația vectorială:

$$\vec{v} = \vec{u} + v_m \quad (IV.2.1.4)$$

unde: - \vec{u} este viteza relativă a vârfului degetului față de un sistem mobil Oxy, cu originea în centrul tamburului fig.IV.11.și are expresia analitică:

$$u = \left[R^2 \omega_0^2 + L^2 (\varepsilon_1 t + \omega_0 + \omega_1)^2 + 2RL\omega_0 (\varepsilon_1 t + \omega_0 + \omega_1) \cos \omega_1 t \right]^{\frac{1}{2}} \quad (IV.2.1.5)$$

Reprezentarea grafică a componentelor vitezei absolute \vec{v} este dată în fig.IV.11.

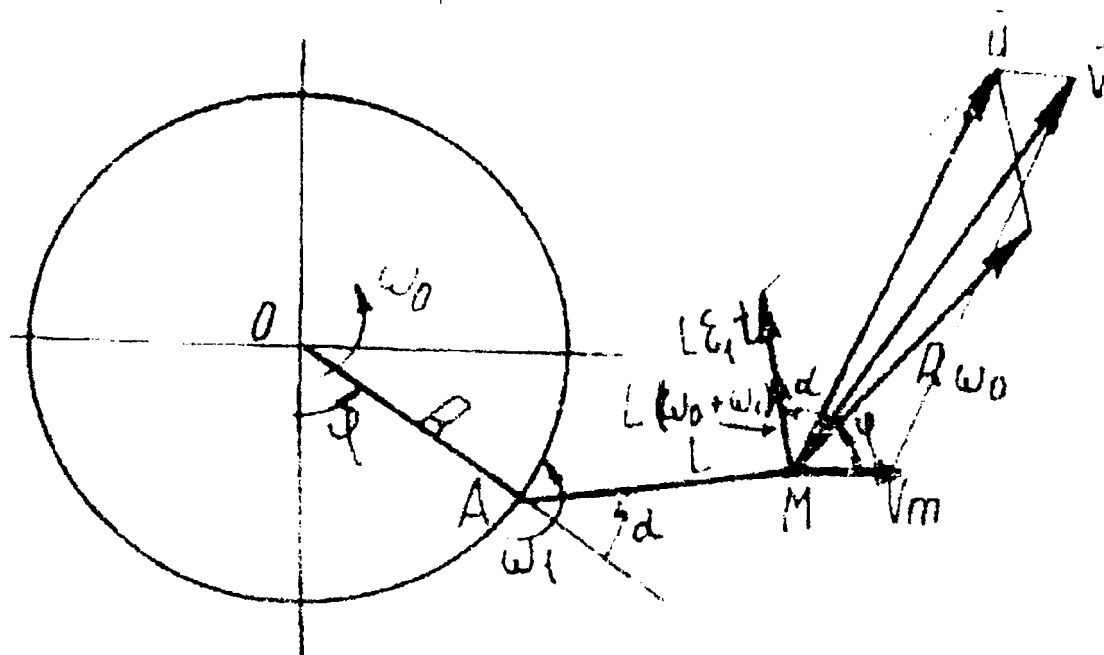


Fig.IV.11. Schema componentelor vitezei absolute a vârfului degetului.

Expresia analitică a vitezei v este:

$$v = \left[v_m^2 + R^2 \omega_0^2 + L^2 (\varepsilon_1 t + \omega_0 + \omega_1)^2 + 2v_m R \omega_0 \cos \omega_0 t + \right. \\ \left. + 2v_m L (\varepsilon_1 t + \omega_0 + \omega_1) \cos (\omega_0 + \omega_1) t + 2RL\omega_0 (\varepsilon_1 t + \omega_0 + \omega_1) \cos \omega_1 t \right]^{\frac{1}{2}} \quad (IV.2.1.6)$$

Accelerația absolută \vec{a} a vârfului M al degetului este dată de relația vectorială:

$$\vec{a} = \vec{a}_A + \vec{a}_{MA}^n + \vec{a}_{MA}^t \quad (IV.2.1.7)$$

unde: - \vec{a}_A este accelerația barei A cu degete, în mișcare de rotație față de punctul O; \vec{a}_{MA}^n și \vec{a}_{MA}^t reprezintă accelerația normală, respectiv tangențială, a vârfului M al degetului, în mișcarea de rotație față de axul A al barei cu degete.

Reprezentarea grafică a componentelor accelerației absolute a este dată în fig. IV. 12., expresia analitică a acesteia fiind:

$$a = \left[R^2 \omega_0^4 + L^2 \varepsilon_1^2 + L^2 (\omega_0 + \omega_1 + \varepsilon_1 t)^4 + 2R\omega_0^2 L \varepsilon_1 (\omega_0 + \omega_1 + \varepsilon_1 t)^2 + 4R\omega_0^2 L \varepsilon_1 \sin \omega_1 t \right]^{1/2} \quad (\text{IV.2.1.8})$$

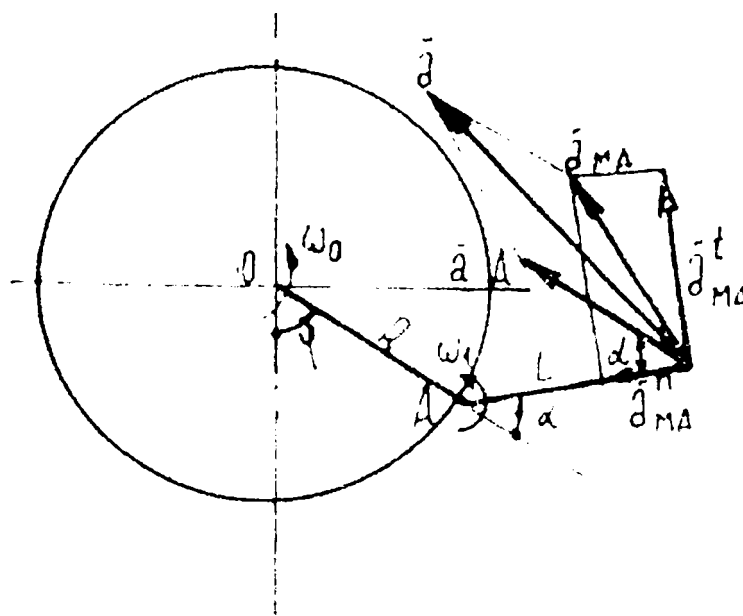


Fig.IV.12. Componentele accelerației absolute a vârfului degetului.

Un parametru important, de care depinde calitatea procesului de lucru, este raportul λ dintre viteza periferică \bar{u} a degetului și viteza mașinii v_m . Deoarece valoarea vitezei \bar{u} este în funcție de timp, rezultă că λ este un parametru variabil în timp, datorită mișcării suplimentare de rotație a degetului. Când degetul se află pe direcția radială, raportul λ are valoarea λ_0 dată de expresia:

$$\lambda_0 = \frac{(R+L)\omega_0}{v_m} \quad (\text{IV.2.1.9})$$

Această valoare poate fi folosită pentru caracterizarea regimului de funcționare a ridicătorului.

IV.2.2. Stabilirea numărului minim de bare cu degete elastice

Reprezentarea traiectoriilor absolute ale vârfurilor a două degete succesive AM și BN, în zona de început a procesului de ridicare a materialului furajer din brazdă, este vizualizat cu ajutorul fig.IV.13..

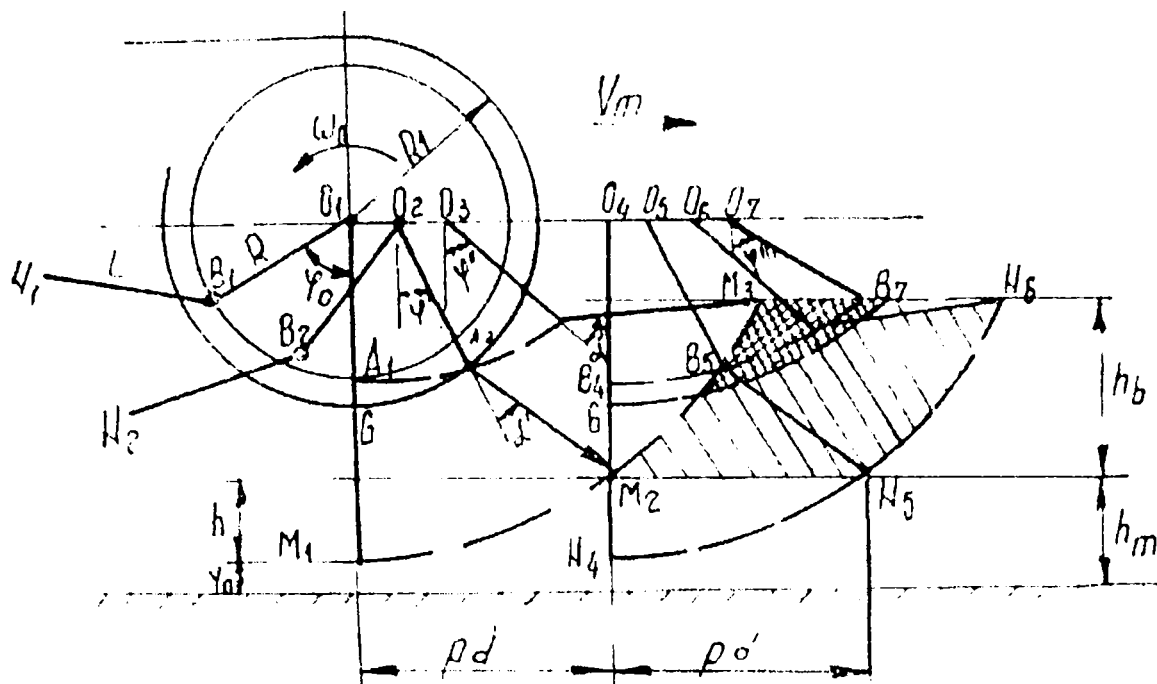


Fig.IV.13. *Reprezentare grafică a pozițiilor caracteristice a două degete succesive, în timpul procesului de ridicare a materialului furajer din brazdă.*

Degetul AM a fost reprezentat în trei poziții caracteristice:

- A_1M_1 poziție verticală inferioară;
- A_2M_2 poziție corespunzătoare intersecției traiectoriei vârfului degetului cu linia nivelului inferior al brazdei;
- A_3M_3 poziție corespunzătoare punctului de intersecție al traiectoriei cu linia nivelului superior al brazdei.

Poziția degetului următor BN în situațiile respective sunt B_4N_4 , B_5N_5 și B_6N_6 .

Se observă că pentru un proces de lucru optim este necesar ca, în punctul în care vârful unui deget intersectează linia nivelului inferior al brazdei, degetul următor să ajungă în poziție verticală.

În cazul când această condiție nu este îndeplinită și degetul BN ajunge în punctul M_2 înclinat înapoi, poate să apară fenomenul de împingere a materialului în miriște. Când degetul ajunge înclinat, înseamnă că numărul de bare cu degete este prea mare, ridicarea materialului putând fi făcută și cu un număr mai mic pentru care degetele să respecte condiția enunțată.

Aceasta este numărul minim de bare notat cu z_{\min} pentru care nu se produc pierderi datorită împingerii materialului în miriște.

Dacă notăm cu φ' unghiul care caracterizează poziția barei cu degete A, în momentul intrării vârfului degetului AM în brazdă, respectiv cu α' , unghiul corespunzător al degetului față de direcția radială, timpul t_0 în care tamburul se rotește cu unghiul φ_0 dintre două bare constructive se poate scrie:

$$t_0 = \frac{\varphi_0}{\omega_0} = \frac{v_m t' + R \sin \varphi' + L \sin(\varphi' + \alpha')}{v_m} \quad (\text{IV.2.2.10.})$$

$$t' = \frac{\varphi'}{\omega_0} \quad (\text{IV.2.2.11})$$

$$\varphi_0 = \frac{2\pi}{z_{\min}} \quad (\text{IV.2.2.12})$$

După transformări, expresia numărului minim de bare se poate scrie:

$$z_{\min} = \frac{2\pi}{\lambda_0 \frac{R \sin \varphi' + L \sin(\varphi' + \alpha')}{R + L} + \varphi'} \quad (\text{IV.2.2.13})$$

unde: $\lambda_0 = \frac{(R+L)\omega_0}{v_m}$ este indice cinematic al vârfului degetului elastic; valorile unghiurilor φ' și α' se pot calcula prin rezolvarea următorului sistem de două ecuații:

$$\begin{cases} R \cos \varphi' + L \cos(\varphi' + \alpha') = R + L - h \\ \alpha' = \alpha'(\varphi') \end{cases} \quad (\text{IV.2.2.14})$$

Prima parte a relației de mai sus rezultă din proiecția elementelor geometrice ale ridicătorului pe o axă verticală pe direcția de înaintare a mașinii, iar partea a doua exprimă legea de variație $\alpha(\varphi)$ a unghiului degetului față de direcția radială în funcție de unghiul de rotație a tamburului, cunoscută în cazul unei came cu profil dat.

Dacă nu se ține seama de mișcarea suplimentară de rotație a degetului în jurul axului barei, $\alpha' = 0$, expresia lui z_{\min} devine:

$$z_{\min} = \frac{2\pi}{\lambda_0 \sin \varphi' + \varphi'} \quad (\text{IV.2.2.15})$$

Se observă că numărul minim de bare este invers proporțional cu indicele cinematic λ_0 . De asemenea, acesta depinde de parametrii constructivi R și L ai dispozitivului și prin intermediul unghiului φ' și distanța h cu care degetul depășește în poziția verticală nivelul inferior al brazdei. Această dependență este reprezentată în diagrama din fig.IV.14., în care sunt trasate curbele de variație z_{\min} în funcție de distanța h pentru $\lambda_0 = \text{constant}$.

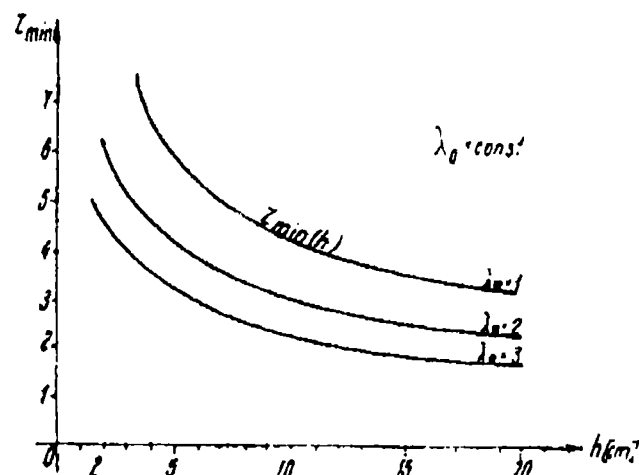


Fig.IV.14. Variația numărului minim de bare cu degete în funcție de distanța h, pentru diferite valori $\lambda_0 = \text{constant}$.

Se poate observa, că numărul de bare z_{\min} se mărește cu cât distanța h scade, tinzând către infinit pentru $h = 0$ și cu cât indicele cinematic λ_0 se micșorează.

Valoarea indicelui cinematic λ_0 necesară pentru un număr de bare z dat rezultă:

$$\lambda_0 = \frac{(R + L) \left(\frac{2\pi}{z} - \varphi' \right)}{R \sin \varphi' + L \sin(\varphi' + \alpha')} \quad (\text{IV.2.2.16})$$

În fig.IV.15., sunt reprezentate curbele de variație $\lambda_0(h)$ pentru $z = \text{constant}$.

Indicele cinematic λ_0 , rezultat din aceeași condiție de funcționare, crește cu micșorarea distanței h și cu micșorarea numărului de bare z . Pentru punctele de funcționare λ_0 și h ale ridicătorului, situate sub curba $\lambda_0(h)$, apare pericolul împingerii materialului în miriște, deci existența unor pierderi de material furajer, neridicat, iar pentru punctele de deasupra curbei, numărul de bare cu degete este prea mare, fiind necesar un număr mai mic.

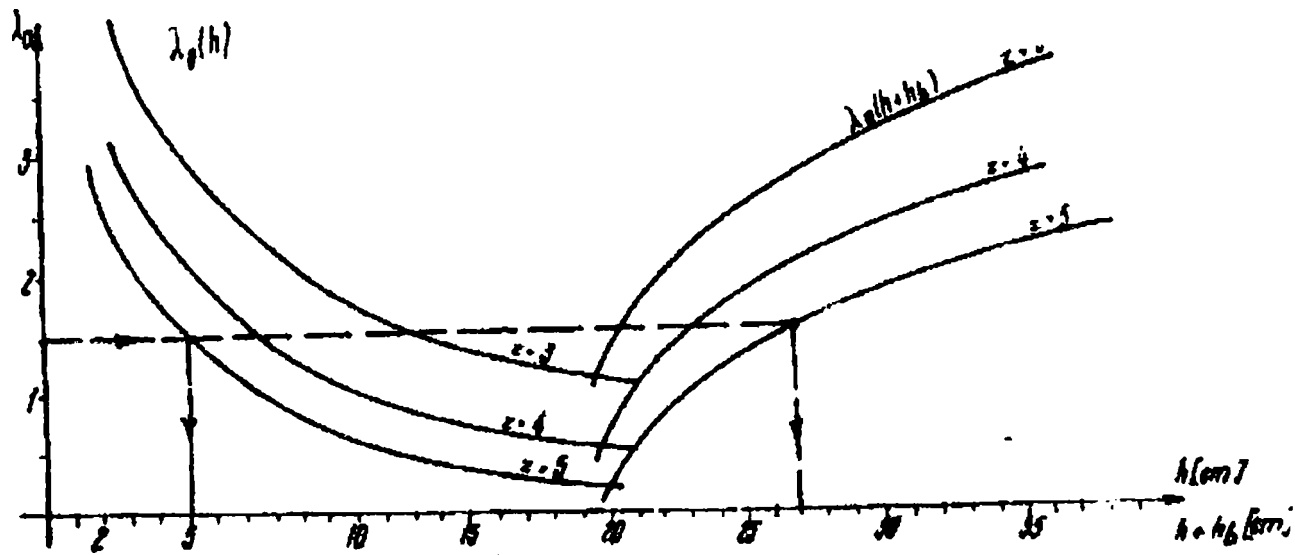


Fig.IV.15. Variația indicelui cinematic λ_0 în funcție de distanțele h și $h + h_b$, pentru diferite valori ale numărului de bare cu degete, $z = \text{const}$.

IV.2.3. Valoarea optimă a indicelui cinematic λ_0

Din fig.IV.13. se observă că o bară cu degete ridică materialul numai din zona hașurată $M_2M_3N_6N_5$, rezultată din intersecția profilului brazdei cu traiectoriile vârfului M și N a două degete succesive AM și BN .

În aceeași figură sunt prezentate și traiectoriile punctelor A și B la baza degetelor. Se observă că, în timpul procesului de lucru, materialul din zona dublu hașurată, rezultată din intersecția profilului brazdei cu traiectoria vârfului degetului AM și cu traiectoria punctului B de la baza degetului următor, este împins pe direcția de înaintare a mașinii, înainte de a fi ridicat. Acest fenomen este accentuat de grătarul cu benzi care înconjoară tamburul ridicătorului și a cărei poziție este prezentată în

aceeași figură prin traiectoria punctului G de intersecție a direcției degetului cu cercul de rază R_1 a grătarului.

Pentru a evita împingerea materialului în fața tamburului, este necesar ca punctele de intersecție M_3 și B_7 ale traiectoriilor mai sus menționate, cu linia ce marchează nivelul superior al brazdei, să coincidă. Acest lucru are loc numai pentru o singură valoare a indicelui λ_0 , în funcție de dimensiunile constructive ale ridicătorului și dimensiunile geometrice ale brazdei de material. Dacă procesul de lucru are loc cu λ_0 mai mare decât această valoare, materialul va fi aglomerat în fața ridicătorului, iar în cazul când este mai mic, nu este folosită toată lungimea degetului pentru antrenarea materialului, punctul B_7 este în urma lui M_3 față de direcția de înaintare.

Expresia acestei valori caracteristice a indicelui λ_0 rezultă din egalitatea coordonatelor punctelor respective într-un sistem de axe rectangulare, vezi fig.IV.10.. Folosind ecuațiile ale traiectoriei vârfului unui deget, coordonatele punctului M_3 vor fi:

$$X_{M_3} = v_m t'' + R \sin \varphi'' + L \sin(\varphi'' + \alpha'') \quad (\text{IV.2.3.17})$$

$$Y_{M_3} = Y_0 + R(1 - \cos \varphi'') + L[1 - \cos(\varphi'' - \alpha'')] = h_m + h_b \quad (\text{IV.2.3.18})$$

unde t'' și φ'' sunt timpul, respectiv unghiul de rotație al tamburului când punctul M se deplasează din M_1 în M_3 , iar α'' este unghiul corespunzător al degetului față de direcția radială.

Coordonatele punctului B_7 de la baza degetului BN, pentru același sistem de axe, au expresiile:

$$X_{B_7} = v_m (t_0 + t''') + R \sin \varphi''' \quad (\text{IV.2.3.19})$$

$$Y_{B_7} = Y_0 + L + R(1 - \cos \varphi''') = h_m + h_b \quad (\text{IV.2.3.20})$$

unde t''' și φ''' sunt timpul, respectiv unghiul de rotație ale tamburului când punctul B se deplasează din B_4 în B_7 , iar t_0 este timpul în care tamburul se rotește cu unghiul φ_0 dintre două bare succesive. Egalând $X_{M_3} = X_{B_7}$ și având în vedere relațiile:

$$v_m t''' = \frac{(R + L)\varphi'''}{\lambda_0} \quad (\text{IV.2.3.21})$$

$$v_m (t_0 + t''') = \frac{R + L}{\lambda_0} \left(\frac{2\pi}{z} + \varphi''' \right) \quad (\text{IV.2.3.22})$$

se obține expresia:

$$\lambda_0 = \frac{(R + L) \left(\frac{2\pi}{z} - \varphi'' + \varphi''' \right)}{R(\sin \varphi'' - \sin \varphi''') + L \sin(\varphi'' + \alpha'')} \quad (\text{IV.2.3.23})$$

Valoarea unghiurilor φ și α se determină din relația de mai sus, având în vedere și legea de variație $\alpha(\varphi)$ iar unghiul φ idem. Se observă că principalul parametru de care depinde aceste unghiuri, respectiv indicele λ_0 , este distanța de la vârful degetului în poziția verticală inferioară, la nivelul superior al brazdei, dată de relația:

$$h_m + h_b - Y_0 = h + h_b \quad (\text{IV.2.3.24})$$

În fig.IV.15. sunt reprezentate și curbele de variație a indicelui λ_0 în funcție de distanța $h + h_b$, pentru un ridicător de plante cunoscut, pentru diferite valori ale numărului de bare z . Se observă că λ_0 este direct proporțional cu înălțimea h_b a brazdei pentru aceeași distanță h și invers proporțional cu numărul de bare z al ridicătorului de plante. Pentru punctele de funcționare $\lambda_0; (h + h_b)$, situate deasupra curbei $\lambda_0(h + h_b)$, materialul va fi împins în față înainte de a fi ridicat, producându-se o aglomerare în fața ridicătorului, iar pentru punctele de sub curbă, în procesul de ridicare nu se va folosi toată lungimea, acestea încărcându-se cu material numai în zona dinspre vârf.

Un regim de lucru $\lambda_0; h; h_b$, este prezentat în diagrama din fig.IV.15. prin două puncte caracteristice: unul având coordonatele h și λ_0 , iar celălalt coordonatele $h + h_b; \lambda_0$. Poziția acestor două puncte față de curbele $\lambda_0(h)$ și $\lambda_0(h + h_b)$ caracterizează complet regimul de lucru.

Regimul de lucru ideal este dat de o pereche de puncte care, având același λ_0 , se situează simultan pe cele două curbe. În această situație, numărul de bare z este egal cu numărul minim necesar. Degetele intră în lucru în poziție verticală, începe să ridice treptat materialul, fără ca aceasta să fie împins și aglomerat în fața ridicătorului înainte de a fi preluat. În aceste condiții, pentru ridicarea plantelor se folosește întreaga lungime activă a degetelor.

Se observă că, pentru regimul ideal, diferența absciselor celor două puncte caracteristice prezintă înălțimea h_b a brazdei care trebuie ridicată. Rezultă că pentru o brazdă cu înălțimea h_b dată, corespunde un singur regim ideal de lucru λ_0 .

Reprezentând variația acestei valori caracteristice λ_0 în funcție de înălțimea brazdei h_b , rezultă diagrama $\lambda_0(h_b)$, vezi fig.IV.16. Pentru punctele de funcționare $h_b; \lambda_0$, de sub curbele din această diagramă și în cazul unui reglaj corect al distanței h , materialul furajer va fi aglomerat, în procesul de lucru, în fața ridicătorului, iar pentru punctele de deasupra acestor curbe, degetele nu vor folosi pentru ridicarea materialului întreaga lungime, încărcându-se incomplet.

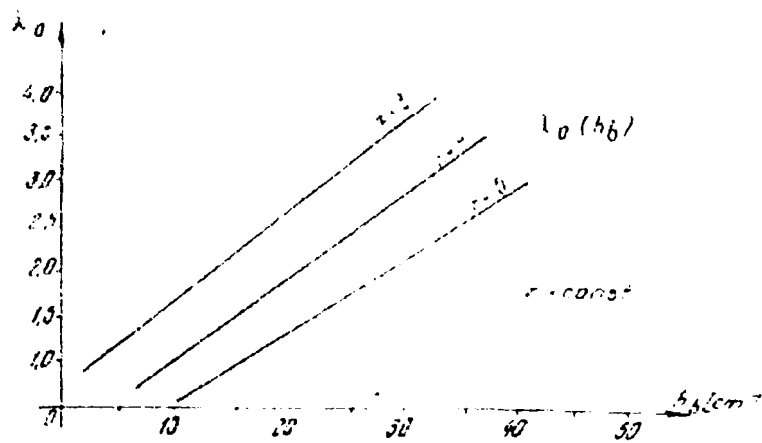


Fig.IV.16. Variația indicelui λ_0 în funcție de înălțimea brazdei h_b , pentru diferite valori ale numărului de bare cu degete, $z = \text{const}$.

IV.2.4. Capacitatea de lucru a dispozitivului de adunat și ridicat din brazdă

Suprafața profilului brazdei fig.IV.13., cuprinsă între traiectoriile vârfurilor a două degete succesive, este egală cu produsul dintre pasul degetului p_d și înălțimea brazdei h_b . Pasul unui deget reprezintă distanța parcursă de mașină în timpul în care tamburul se rotește cu unghiul φ_0 dintre două bare succesive, având expresia:

$$p_d = \frac{2\pi(R+L)}{\lambda_0 z} \quad (\text{IV.2.4.25})$$

Greutatea G_1 a unei porții de material ridicată de o bară cu degete va fi:

$$G_1 = p_d h_b b \gamma_0 \quad (\text{IV.2.4.26})$$

unde: - b este lățimea brazdei; γ_0 greutatea volumetrică a materialului furajer în brazdă.

Greutatea G a materialului ridicat la o rotație completă a tamburului va fi:

$$G = G_1 z \quad (\text{IV.2.4.26})$$

Notând cu T_0 perioada de rotație a ridicătorului, expresia debitului notat cu litera q este:

$$q = \frac{G}{T_0} = \frac{G_1 z}{\frac{2\pi}{\omega_0}} = \frac{p_d h_b b \gamma_0 z \omega_0}{2\pi} \quad (\text{IV.2.4.28})$$

Înlocuind expresia pasului degetului, se obține:

$$q = \frac{(R+L)\omega_0}{\lambda_0} h_b b \gamma_0 \quad (\text{IV.2.4.29})$$

ținând cont de raportul care definește valoarea lui λ_0 și de faptul că:

$$h_b b \gamma_0 = g_b \quad (\text{IV.2.4.30})$$

unde: g_b este greutatea brazdei pe metru liniar, expresia debitului devine:

$$q = v_m g_b \quad (\text{IV.2.4.31})$$

relație care exprimă și debitul de lucru al mașinii, debit realizat de ridicător în condiții optime pentru raportul λ_0 determinat din fig.IV.16.

IV.2.5. Stabilirea turației tobei a dispozitivului de adunat și ridicat din brazdă

Pentru raportul λ_0 determinat în funcție de înălțimea brazdei h_b și pentru o viteză de deplasare v_m , impusă de debitul de lucru al mașinii și de greutatea brazdei pe metru linear, rezultă o singură valoare pentru turația n_0 a ridicătorului, dată de relația:

$$n_0 = \frac{30\lambda_0 v_m}{\pi(R+L)} \quad (\text{IV.2.5.32})$$

Deoarece condițiile de lucru pot diferi de la o parcelă la alta, rezultă că realizarea unui proces optim de lucru impune variația parametrilor funcționali v_m ; λ_0 ; h , ai ridicătorului.

Pentru determinarea rapidă a acestora, pentru un ridicător dat, se poate folosi o nomogramă ca în fig.IV.17..

În cadranul I sunt prezentate curbele de variație $\lambda_0(h_b)$ și $\lambda_0(h)$, pentru un număr de bare $z = \text{const.}(z = 3, 4, 5)$.

În cadrul II sunt așezate curbele $\lambda_0(v_m)$, pentru diverse turații $n_0 = \text{const.}$ ale tamburului ($n_0 = 10, 20, 30, \dots, 100$ rot. /min.), iar în cadrul III curbele $v_m(g_b)$, pentru diverse debite de lucru $q = \text{const.}(q = 1, 4, 2, 3, 4$ kg s.).

În cadranul IV s-au reprezentat curbele $h_b(g_b)$, pentru diverse greutateți volumetriche $\gamma_0 = \text{const.}(\gamma_0 = 5; 7,5; 10; 15; 20$ kg/m³) și pentru lățimea brazdei $b = 1$ m.

Nomograma se poate utiliza astfel: pentru o brazdă cu g_b cunoscută și pentru un anumit γ_0 se determină înălțimea brazdei h_b . Folosind curba $\lambda_0(h_b)$ pentru numărul de bare z ales, se determină regimul de lucru λ_0 , iar pentru acest λ_0 , folosind curbele $\lambda_0(h)$ pentru același z , se determină distanța de reglaj h corespunzătoare. Pentru același g_b , folosind curbele $v_m(g_b)$ pentru debitul de lucru q adoptat pentru mașină, se determină valoarea vitezei de lucru v_m . Cunoscând indicele λ_0 și viteza mașinii v_m , din cadranul II al nomogramei rezultă valoarea turației n_0 a tamburului ridicătorului corespunzătoare pentru realizarea procesului de lucru optim.

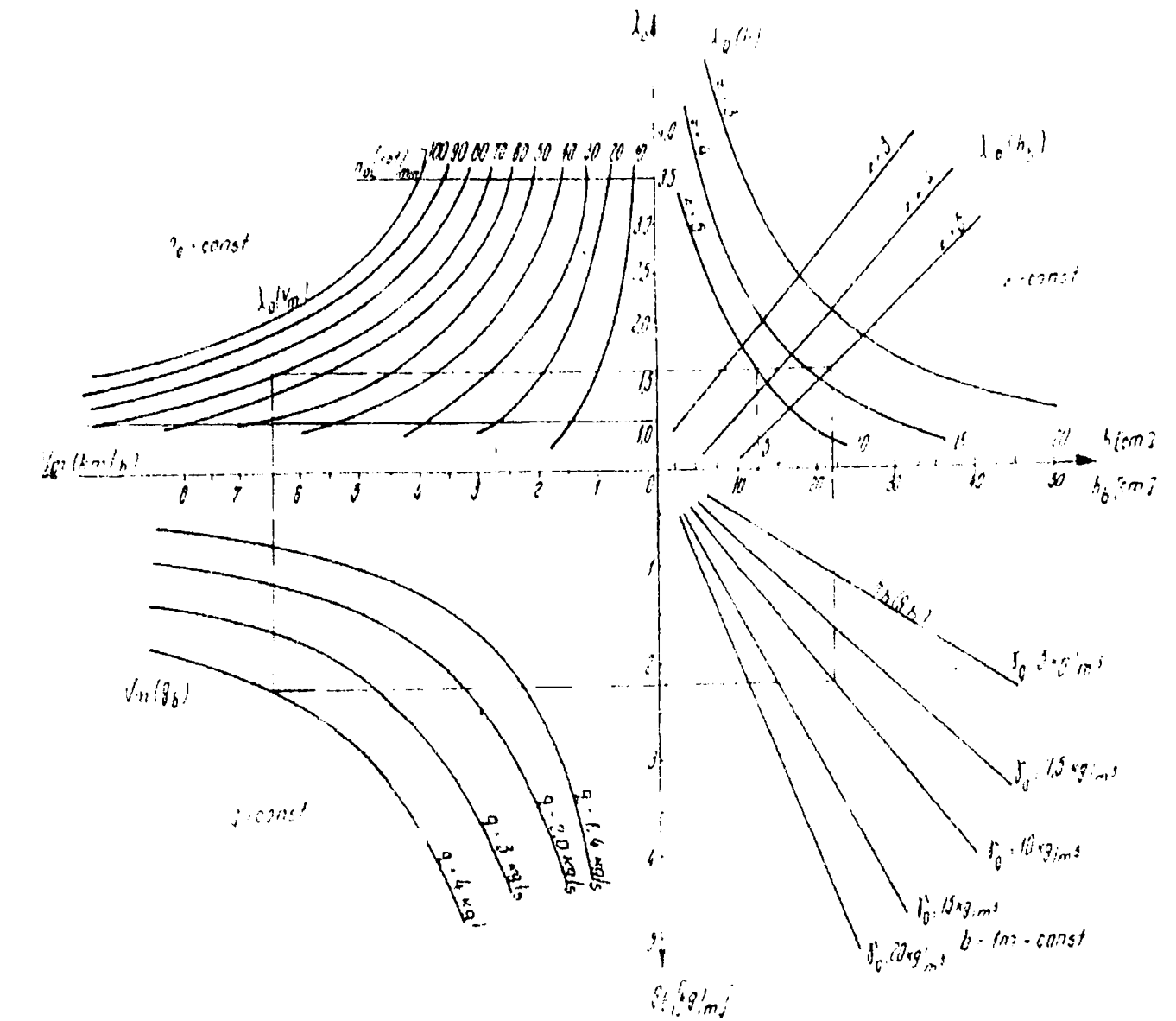


Fig.IV.17. Nomogramă pentru determinarea parametrilor funcționali ai ridicătorului de plante, în funcție de condițiile reale de lucru, pentru obținerea unui proces optim de lucru.

IV.2.6. Concluzii

Pe baza studiului efectuat [13], [14], [93], rezultă că indicele λ_0 dintre viteza periferică a degetelor și viteza mașinii, care caracterizează regimul de lucru al ridicătorului, depinde în mare măsură de înălțimea brazdei h_b și de numărul de bare cu degete z , această dependență fiind reprezentată în fig.IV.16.

Procesul de lucru are loc cu pierderi minime de material, atunci când pentru λ_0 , ales funcție de h_b și z , se execută și reglajul distanței h , cu care vârfurile degetelor depășesc nivelul inferior al brazdei, corespunzător diagramei $\lambda_0(h)$ din fig.IV.16.

Datorită condițiilor de lucru variate, mașina trebuie să se deplaseze cu diferite viteze v_m pentru a lucra la debitul maxim, ceea ce determină diverse indicele λ_0 în cazul când turația n_0 a ridicătorului este constantă.

Acest lucru poate determina un proces de lucru necorespunzător, provocând pierderi de material furajer fie prin împingerea acestuia în miriște, fie prin aglomerarea în fața ridicătorului.

Pentru evitarea acestor fenomene, este necesară menținerea indicelui λ_0 la valoarea optimă rezultată din fig.IV.17., ceea ce se poate realiza cu ajutorul unui variator de turație care să modifice turația ridicătorului, corespunzător valorilor determinate grafic cu ajutorul nomogramei.

IV.3. Considerații privind mișcarea proprie a barelor cu degete elastice

Calitatea procesului de lucru a tobelor cu degete elastice depinde de o serie de parametri constructivi precum și de mișcarea imprimată degetelor. Această mișcare este formată dintr-o translație (viteza de deplasare a mașinii), o rotație în jurul axului ridicătorului (cu viteza unghiulară constantă) și o mișcare de rotație suplimentară în jurul axelor barelor cu degete (viteză unghiulară variabilă). Aceasta din urmă este realizată prin intermediul unei pârgii cu rolă care urmărește profilul unei came fixe. Astfel, în timpul unei rotații a tamburului ridicătorului, se modifică poziția degetului față de direcția radială în concordanță cu cerințele procesului tehnologic. Acestea impun stabilirea corectă a profilului camei, care are o mare importanță asupra pierderilor de material în timpul ridicării.

Aceste pierderi pot fi cauzate din mai multe motive, cum ar fi: lovirea degetelor escamotabile cu putere a materialului furajer la începerea primei faze de lucru, adică greblarea, care duce la scuturarea inflorescenței sau a frunzelor, rămânând doar tulpinile care nu au același valoare nutritivă ridicată; răsfirarea brazdei din cauza imperfecțiunii în mișcarea degetelor; executarea cu greșuri greblarea, din cauza rămânerii în urmă a degetelor, etc.

Stabilirea unui profil ideal pentru came, care să elimine sau măcar să reducă semnificativ pierderile materialului furajer a stat la baza multor cercetări.

În continuare se prezintă o modalitate de determinare a profilului camei, care se poate utiliza la studiul procesului de lucru al ridicătorului și la proiectarea camei.

IV.3.1. Pozițiile degetelor elastice în cadrul unui ciclu de lucru

În timpul procesului de ridicare a materialului furajer, pentru evitarea pierderilor, se impun mișcării degetului o serie de condiții:

- distanța cu care degetul, în poziția verticală inferioară, pătrunde sub nivelul inferior al brazdei trebuie să aibă o anumită valoare, din acest considerent, în aceasta poziție, degetul trebuie să aibă direcția radială;
- în procesul de încărcare cu material, degetul trebuie să se rotească suplimentar în direcția de deplasare a mașinii, altfel ca la ieșire deasupra nivelului superior al brazdei să aibă cel puțin direcție orizontală pentru a susține materialul furajer, în cazul când degetul

este înclinat în jos față de orizontală, materialul poate aluneca de pe acesta, aglomerându-se în fața ridicătorului;

- în timpul cât degetul, încărcat cu material furajer, străbate zona de ridicare propriu-zisă de la nivelul superior al brazdei și până la partea superioară a grătarului cu benzi care înconjoară tamburul, poziția degetului față de direcția radială trebuie să rămână aceeași la început, apoi să se modifice în sens invers rotației tamburului, astfel ca în poziția maximă superioară direcția degetului să fie din nou radială;
- în zona de retragere din materialul furajer ridicat, degetul trebuie să efectueze procesul de împingere al acestuia fără să-l antreneze între benzile grătarului. Aceasta impune menținerea poziției verticale până în momentul când vârful degetului se retrage sub nivelul grătarului, pentru respectarea acestei condiții degetul trebuie să primească, în continuare, o mișcare de rotație suplimentară în sens invers rotației tamburului.
- din momentul când vârful degetului s-a retras sub grătar și până când ajunge în poziția verticală inferioară, aceasta trebuie să se rotească suplimentar în sensul de rotație al tamburului, pentru a ajunge din nou pe direcție radială.

Condițiile impuse mișcării degetului, vor fi luate în considerare la stabilirea profilului camei. Acest profil trebuie astfel stabilit încât să nu producă variații mari ale accelerației unghiulare care pot duce la căderea sau asvârlirea materialului de pe deget; totodată, trebuie avute în vedere și cerințele impuse funcționării corecte a mecanismelor cu came.

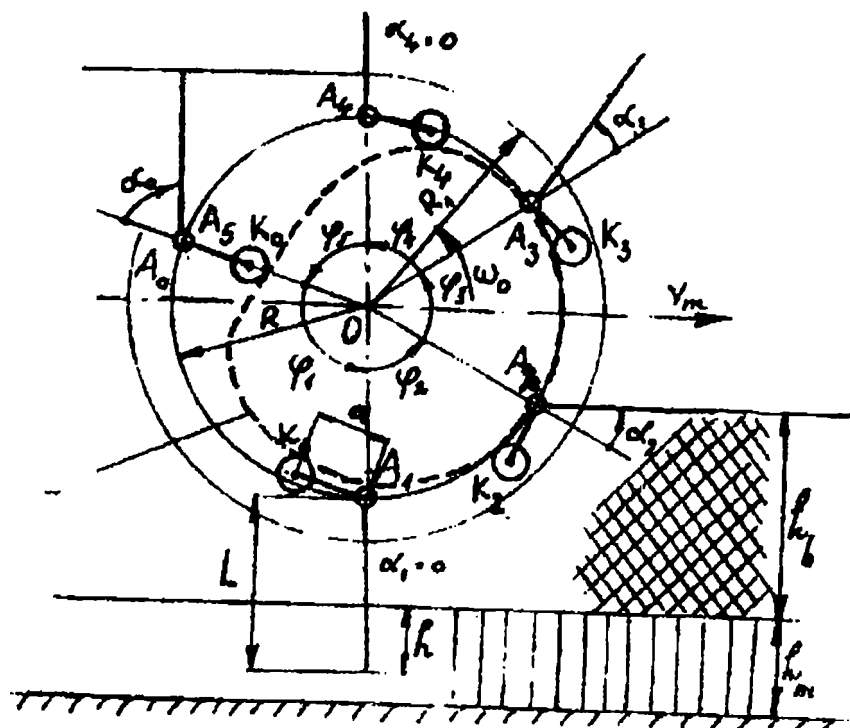


Fig.IV.18. Pozițiile caracteristice ale degetului față de direcția radială în timpul unei rotații a tamburului.

Pentru realizarea procesului de lucru [13] în condiții optime (fig.IV.18.), respectând cerințele enumerate anterior, în afară de mișcare de rotație în jurul punctului O, barele cu degete primesc și o mișcare de rotație suplimentară în jurul

punctului A, impusă de profilul camei fixe C, prin intermediul pârghiei cu rolă AK. Această mișcare suplimentară modifică, în timp, valoarea unghiului α , dintre direcția degetului AM și direcția radială OA, în funcție de unghiul de rotație φ al tamburului.

Se consideră că rola care urmărește profilul camei se găsește, față de sensul de rotație a tamburului, în urma barei port-degete respective. În acest caz, se asigură contactul permanent al rolei cu profilul camei, pe porțiunea activă A_1A_5 , datorită forțelor de rezistență la ridicare și deplasare a materialului.

Pozițiile caracteristice ale barei cu degete, în timpul unei rotații a tamburului sunt:

- A_1 poziția limită inferioară, când degetele încep să se încarce cu material furajer din brazdă;
- A_2 poziția determinată de momentul când degetul se găsește la nivelul superior al brazdei neridicate;
- A_3 poziție arbitrar aleasă, de exemplu la jumătatea zonei A_2A_4 pe care are loc ridicarea propriu-zisă a materialului furajer;
- A_4 poziția limită superioară a degetului;
- A_5 poziția degetului în momentul când vârful acestuia s-a retras sub nivelul grătarului. Punctul A_5 este identic cu punctul A_0 , direcția razei OA_0 constituind baza de măsurare a unghiului φ de rotație a tamburului.

Folosind notațiile din fig.IV.18., pentru unghiurile φ care definesc pozițiile de mai sus și pentru unghiurile α respective, rezultă următoarele valori:

$$\begin{aligned}
 \varphi_0 &= 0 \\
 \varphi_1 &= \pi - \arccos \frac{R_1 - L}{R} \\
 \varphi_2 &= \varphi_1 + \arccos \frac{R + L - (h + h_b)}{R} \\
 \varphi_3 &= \varphi_2 + \frac{\pi - (\varphi_2 - \varphi_1)}{2} \\
 \varphi_4 &= \varphi_1 + \pi \\
 \varphi_5 &= 2\pi
 \end{aligned}
 \tag{IV.3.1.1}$$

Respectiv:

$$\begin{aligned}
 \alpha_0 &= -(\pi - \varphi_1) < 0 \\
 \alpha_1 &= 0 \\
 \alpha_2 &= \frac{\pi}{2} - (\varphi_2 - \varphi_1) \\
 \alpha_3 &= \alpha_2 \\
 \alpha_4 &= 0 \\
 \alpha_5 &= \alpha_0
 \end{aligned}
 \tag{IV.3.1.2}$$

- unde:
- R este raza tamburului cu bare cu degete;
 - L lungimea degetului;
 - R_1 raza grătarului care înconjoară tamburul;

- h_b înălțimea brazdei de material furajer.

În cazul când nivelul superior al brazdei coincide cu linia de deplasare a axului ridicătorului sau se găsește deasupra acestuia, nu mai este necesar ca pe zona A_1A_4 să i se mai imprime degetului mișcare de rotație suplimentară în jurul axei barei, acesta fiind deja înclinat corespunzător față de orizontală în momentul ieșirii din brazdă. În acest caz, pe această zonă, degetele vor avea direcția radială, iar profilul camei va fi circular.

IV.3.2. Considerații cu privire la legile de variație a unghiului de poziție al degetelor elastice

Pentru determinarea profilului camei, este necesară stabilirea unei legi de variație $\alpha(\varphi)$ care să respecte valorile particulare date de formula (IV.3.1.).

Deoarece procesul optim de lucru al ridicătorului impune condiția de limitare a șocurilor imprimate materialului de către degete, este indicat ca pentru $\alpha(\varphi)$ să se folosească o lege de variație parabolică, cu un punct de inflexiune la mijlocul intervalului de variație (fig.IV.19.)

Această lege de variație se poate utiliza pe zonele: A_0A_1 , în care degetul se rotește suplimentar în sensul creșterii unghiului α , aceasta se consideră pozitiv când direcția degetului este deviată, față de direcția radială, în sensul rotației tamburului; A_1A_2 , în care mișcarea suplimentară continuă în același sens; A_3A_4 , în care degetul se rotește suplimentar în sensul descreșterii lui α .

Pe zona A_2A_3 unghiul $\alpha(\varphi) = \text{constant}$, deci degetul nu se rotește suplimentar, iar pe zona A_4A_5 , deoarece poziția degetului trebuie să rămână verticală, legea de variație a unghiului $\alpha(\varphi)$ este liniară.

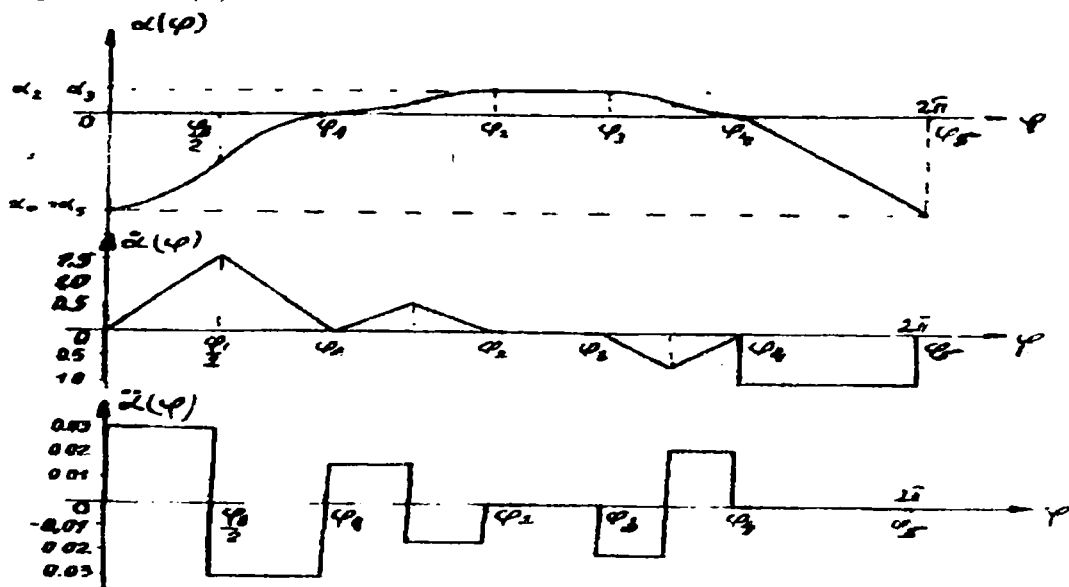


Fig.IV.23. Legile de variație al funcțiilor $\alpha(\varphi), \alpha'(\varphi), \alpha''(\varphi)$, pentru o rotație completă a tamburului.

În fig.IV.19. este prezentată variația unghiului $\alpha(\varphi)$ pentru intervalul $\varphi \in [0, 2\pi]$. De asemenea, sunt reprezentate variațiile derivatelor de ordinul I și II ale unghiului $\alpha(\varphi)$ pe același interval. Expresiile analitice ale funcțiilor reprezentate în fig.IV.19. sunt trecute în tabel (tabelul IV.1), pentru diferitele domenii de variație al unghiului

φ . Pentru intervalele în care legea de variație a unghiului $\alpha(\varphi)$ este parabolică, se poate stabili o expresie generală de forma:

$$\alpha(\varphi) = \alpha_k + (-1)^i C(\varphi - \varphi_k)^2 \quad (\text{IV.3.2.3})$$

unde: - C este coeficient constant pentru un anumit interval considerat $[\varphi_m; \varphi_n]$, dat de relația:

$$C = \frac{2(\varphi_n - \alpha_m)}{(\varphi_n - \varphi_m)^2} \quad (\text{IV.3.2.4})$$

k și i sunt indici care depind de zona intervalului respectiv și anume:

$$\text{pentru } \varphi \in \left[\varphi_m; \frac{\varphi_m + \varphi_n}{2} \right] : k = m; i = 0$$

$$\text{pentru } \varphi \in \left[\frac{\varphi_m + \varphi_n}{2}; \varphi_n \right] : k = n; i = 1$$

Legile de variație al funcțiilor $\alpha(\varphi), \alpha'(\varphi), \alpha''(\varphi)$

Tabelul IV.1.

Intervalul unghiului φ de rotație a tamburului	Legea de variație a funcției		
	$\alpha(\varphi)$	$\alpha'(\varphi)$	$\alpha''(\varphi)$
$\left[0; \frac{\varphi_1}{2} \right]$	$\alpha_0 - \frac{2\alpha_0}{\varphi_1^2} \varphi^2$	$-\frac{4\alpha_0}{\varphi_1^2} \varphi$	$-\frac{4\alpha_0}{\varphi_1^2}$
$\left[\frac{\varphi_1}{2}; \varphi_1 \right]$	$\frac{2\alpha_0}{\varphi_1^2} (\varphi - \varphi_1)^2$	$\frac{4\alpha_0}{\varphi_1^2} (\varphi - \varphi_1)$	$\frac{4\alpha_0}{\varphi_1^2}$
$\left[\varphi_1; \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \right]$	$\frac{2\alpha_2}{(\varphi_2 - \varphi_1)^2} (\varphi - \varphi_1)^2$	$\frac{4\alpha_2}{(\varphi_2 - \varphi_1)^2} (\varphi - \varphi_1)$	$\frac{4\alpha_2}{(\varphi_2 - \varphi_1)^2}$
$\left[\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}; \varphi_2 \right]$	$\alpha_2 - \frac{2\alpha_2}{(\varphi_2 - \varphi_1)^2} (\varphi - \varphi_2)^2$	$-\frac{4\alpha_2}{(\varphi_2 - \varphi_1)^2} (\varphi - \varphi_2)$	$-\frac{4\alpha_2}{(\varphi_2 - \varphi_1)^2}$
$[\varphi_2; \varphi_3]$	$\alpha = \alpha_2 \text{ constant}$	0	0
$\left[\varphi_3; \frac{\varphi_3 + \varphi_4}{2} \right]$	$\alpha_3 - \frac{2\alpha_3}{(\varphi_4 - \varphi_3)^2} (\varphi - \varphi_3)^2$	$-\frac{4\alpha_3}{(\varphi_4 - \varphi_3)^2} (\varphi - \varphi_3)$	$-\frac{4\alpha_3}{(\varphi_4 - \varphi_3)^2}$
$\left[\frac{\varphi_3 + \varphi_4}{2}; \varphi_4 \right]$	$\frac{2\alpha_3}{(\varphi_4 - \varphi_3)^2} (\varphi - \varphi_4)^2$	$\frac{4\alpha_3}{(\varphi_4 - \varphi_3)^2} (\varphi - \varphi_4)$	$\frac{4\alpha_3}{(\varphi_4 - \varphi_3)^2}$
$[\varphi_4; \varphi_5]$	$\alpha = \varphi_4 - \varphi$	-1	0

α_m, α_n sunt valorile unghiului α pentru începutul și respectiv sfârșitul intervalului, adică pentru $\varphi = \varphi_m$ și $\varphi = \varphi_n$.

Folosind notații identice, pentru funcțiile $\alpha'(\varphi)$ și $\alpha''(\varphi)$ se obțin următoarele expresii:

$$\begin{aligned}\alpha'(\varphi) &= (-1)^i 2C(\varphi - \varphi_k) \\ \alpha''(\varphi) &= (-1)^i 2C\end{aligned}\tag{IV.3.2.5}$$

unde: $C = \text{constant}$

Aceste relații sunt necesare pentru studiul procesului de lucru al ridicătorului de plante, folosindu-le la stabilirea expresiilor vitezei unghiulare ω_1 și a accelerației unghiulare ε_1 a degetului în mișcarea de rotație suplimentară în jurul axei barei cu degete. Astfel:

$$\begin{aligned}\omega_1 &= \omega_0 \alpha'(\varphi) \\ \varepsilon_1 &= \omega_0^2 \alpha''(\varphi)\end{aligned}\tag{IV.3.2.6}$$

unde: ω_0 este viteza unghiulară de rotație a tamburului.

CERCETĂRI PRIVIND ÎMBUNĂTĂȚIREA PROCESULUI DE LUCRU AL DISPOZITIVULUI DE ADUNAT ȘI RIDICAT FURAJE DIN BRAZDĂ

V.1. Prezentarea modului de funcționare al organelor de lucru de concepție nouă, utilizate la dispozitivele de ridicat furaje din brazdă de tip tobă cu degete elastice rabatabile

Majoritatea mașinilor din domeniul de recoltat plante furajere fie ele verzi sau uscate, au în dotarea lor un dispozitiv de adunat din brazdă. Deoarece această operație tehnologică de ridicare din brazdă a materialului furajer se execută cu o cheltuială de forță de muncă și cu costuri de producție deloc neglijabile, se pune problema găsirii unor soluții tehnice care poate îmbunătății funcționarea acestor dispozitive.

Modificări esențiale n-au intervenit nici în viteza periferică obținută de către un deget și nici în consumul de putere necesară pentru acționarea tobei.

În ceea ce privește modul de lucru al acestei tobe, putem afirma că se păstrează binecunoscutele faze, care sunt în număr de trei:

- faza a I- a, se consideră greblarea și adunarea materialului furajer de către degete elastice; în această fază am intervenit cu o modificare în mișcarea degetului;
- faza a II- a, ridicarea materialului furajer din brazdă;
- faza a III- a, transmiterea materialului la organele de transport – mărunțire.

Probleme tehnice legate de acționarea tobelor se ivesc chiar din prima fază, unde trebuiesc corelate cerințele agro-zootehnice cu cele tehnice necesare pentru realizarea a bunei funcționări ale acestora, astfel încât să nu avem pierderi în strângerea materialelor furajere, dar și sistemele tehnice alese să fie accesibile agriculturii, cu cheltuieli reduse de întreținere și în timpul utilizării să aibă un consum de carburanți minim.

Greblarea materialului trebuie să se facă astfel ca pierderile de material furajer să fie minime, să se realizeze într-un interval de timp relativ scurt, să se păstreze calitățile organoleptice ale furajelor adunate, să nu se impurifice cu pământ sau alte materiale, degetele să acționeze delicat la intrarea lor în brazdă pentru evitarea lovirii excesive a materialelor furajere (mai ales a celor care sunt vestejite sau chiar uscate) și scuturarea inflorescenței sau frunzelor, care reprezintă partea cea mai valoroasă, din punct de vedere nutritiv, al furajelor.

Pentru realizarea unei greblări apropiate de cea ideală, adică fără pierderi de materiale furajere, am propus o îmbunătățire, o modificare în modul de acționare a degetelor elastice. În majoritatea cazurilor la modele de tobe cunoscute și utilizate pe scară largă în construcția de mașini agricole, în faza de strângere a materialului furajer, orientarea degetelor elastice față de direcția radială se menține, de regulă constantă.

În varianta clasică fig.V.1., propusă în vederea studierii eficacității ei, degetele acționează în brazdă un interval limitat de timp în vederea strângerii materialului furajer.

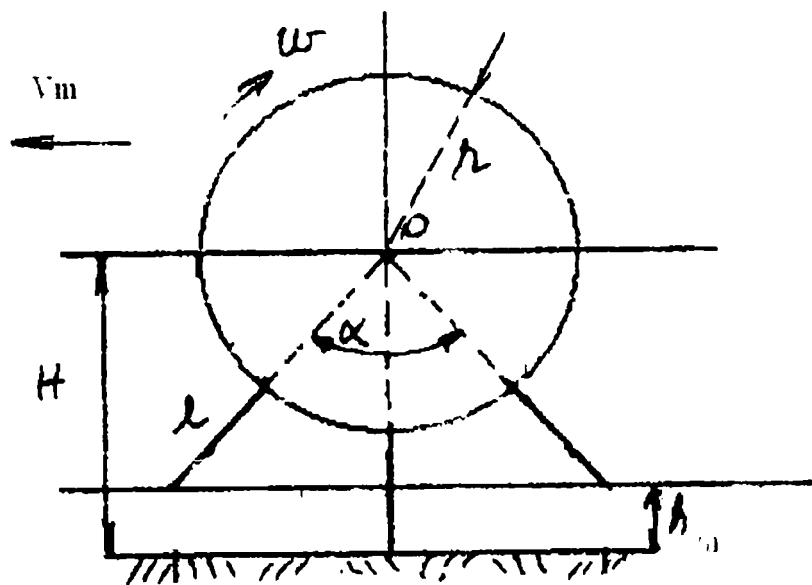


Fig.V.1. Schema constructivă a ridicătorului clasic de plante cu tobă și bare cu degete elastice.

În varianta nouă fig.V.2., se modifică modul de acționare a degetelor elastice, prelungind cu un interval de greblare prin reținerea barei port-degete în sensul rotirii barei port-degete invers sensului de rotire al tobei. În acest fel se realizează creșterea unghiului de greblare $\alpha_0 > \alpha$. Totodată, datorită rotirii barei port-degete se reduce intensitatea acționării degetelor de lovire a materialului din brazdă și se diminuează pierderile prin scuturare. Datorită modului de intrare a degetelor în brazdă, mai delicat, fără lovirea excesivă a furajelor se reduce posibilele degradări ale acestora prin scuturare.

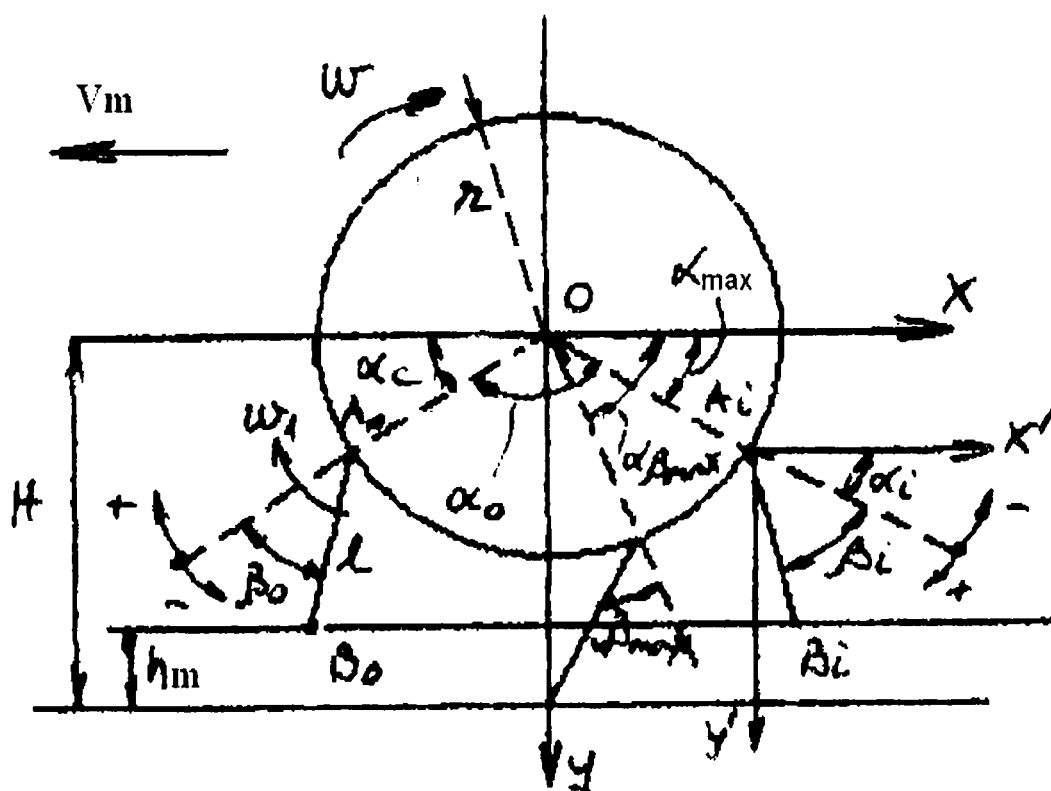


Fig.V.2. Schema constructivă a ridicătorului de plante tip tobă cu degete elastice rabatabile.

Metoda de rotire a degetelor în timpul greblării, strângerea materialului furajer, reduce la minim sau chiar exclude posibilitatea de a impurifica cu pământ, datorită poziției degetelor care formează un unghi de înclinare $\beta \neq 0$ față de raza tobei. Eliminând acționarea degetelor elastice dispuse radial pe tobele clasice prin înclinarea lor sub un unghi în direcția acționării, se reduce practic lungimea lor de pătrundere în miriște, evitând contactul cu neuniformitățile solului, dar păstrând utilă întreaga zona activă a lor (grosimea brazdei de furaje cosite).

Nu în ultimul rând, trebuie menționată printre avantajele soluției tehnice noi alese și posibilitatea de reducere a numărului de bare cu degete elastice datorită faptului că degetul ce acționează un timp mai lung la greblare nu necesită decât un număr redus de bare cu degete pentru realizarea acoperirii întregii suprafețe de lucru.

De aici derivă și avantajul creșterii valorii regimului cinematic λ fără consecințe negative ca ruperea brazdei de material, ceea ce influențează negativ asupra procesului de antrenare în masă a materialului furajer, determinând răsfirarea lui și căderea fragmentelor scurte .

Faza a doua de lucru, enunțată mai sus, adică ridicarea și antrenarea materialului furajer de către degetele elastice trebuie să se facă în așa fel încât aceasta să nu fie aruncat în fața dispozitivului, datorită forței centrifuge.

Se cunoaște faptul că viteza periferică a tobei este limitată de aruncarea centrifugală a materialului furajer, de aceea se pot adopta unele modificări de formă a degetelor elastice, îndoirea capătului activ al degetelor sub forma de gheară, care sunt menite să reducă răsfirarea materialului furajer și amplasarea unui grătar de ghidare în jurul tobei și în fața ei.

Ca și în faza a doua, nici în faza a treia de lucru a tobelor de ridicare cu degete elastice a materialului furajer nu intervin schimbări sau modificări. Ea asigură transmiterea materialului la organele următoare prin împingerea lui de către degete elastice pe grătarul care înfășoară toba.

În zona de descărcare degetele se rotesc în sens invers sensului de rotație al tobei pentru evitarea înfundării dispozitivului.

Rotirea respectivă se face prin ajustarea corespunzătoare a profilului camei care dirijează barele cu degete elastice. Tot cu ajutorul modificării profilului camei se obține modificarea poziției degetelor, astfel încât să se afle în poziția dorită la o nouă intrare în brazdă.

V.2. Considerații cu privire la îmbunătățirea procesului de lucru al tobei cu degete elastice

Este binecunoscut faptul că tobele cu degete elastice pe lângă caracteristicile constructive și funcționale remarcabile (simplitate constructivă, siguranță ridicată în funcționare, masă redusă, adaptabilitate la condiții foarte variate de lucru) au un mare neajuns: capacitate specifică de lucru relativ redusă, datorită vitezei de înaintare scăzută.

Pentru mărirea capacității de lucru, în condițiile menținerii indicilor calitativi la cote admisibile (pierderi reduse de material furajer, evitarea desprinderi frunzelor

și inflorescențelor de pe tijele plantelor și eliminarea impurificării materialului furajer cu pământ) este necesar să se găsească soluții de creștere a zonei active a degetelor elastice în timpul procesului de greblare. Soluționarea acestei cerințe se poate realiza prin aprofundarea studiului procesului de lucru executată de tobele cu degete elastice rabatabile.

De fapt tobele cu degete elastice execută trei operații tehnologice distincte:

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

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

Operația cea mai complexă pe care o execută dispozitivul de tip tobă cu degete elastice rabatabile o reprezintă strângerea (greblarea) materialului furajer. Acest material furajer se află la o distanță mică deasupra solului aproximativ la nivelul înălțimii medii a miriștei deșeurat rezemat pe țepii miriștei. Strângerea lui de către degetele tobei constituie un proces de lucru alcătuit din două faze:

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

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

Se consideră fig.V.3. axul tobei notat cu O situat la înălțimea H față de nivelul solului și poziția A_p a tobei cu degetele elastice în momentul în care vârful degetului atinge fața superioară a brazdei de material furajer a cărei grosime este h_b .

Raza de poziție OAB_c a barei cu degete formează unghiul α_p cu axa orizontală în momentul în care vârful degetului atinge brazda. Toba se deplasează paralel cu suprafața solului cu o viteză v_m (viteza de deplasare a mașinii) și execută o mișcare de rotație cu viteza ω față de axa O în sens orar. Materialul furajer este susținut de miriște a cărei înălțime medie este notată cu h_m .

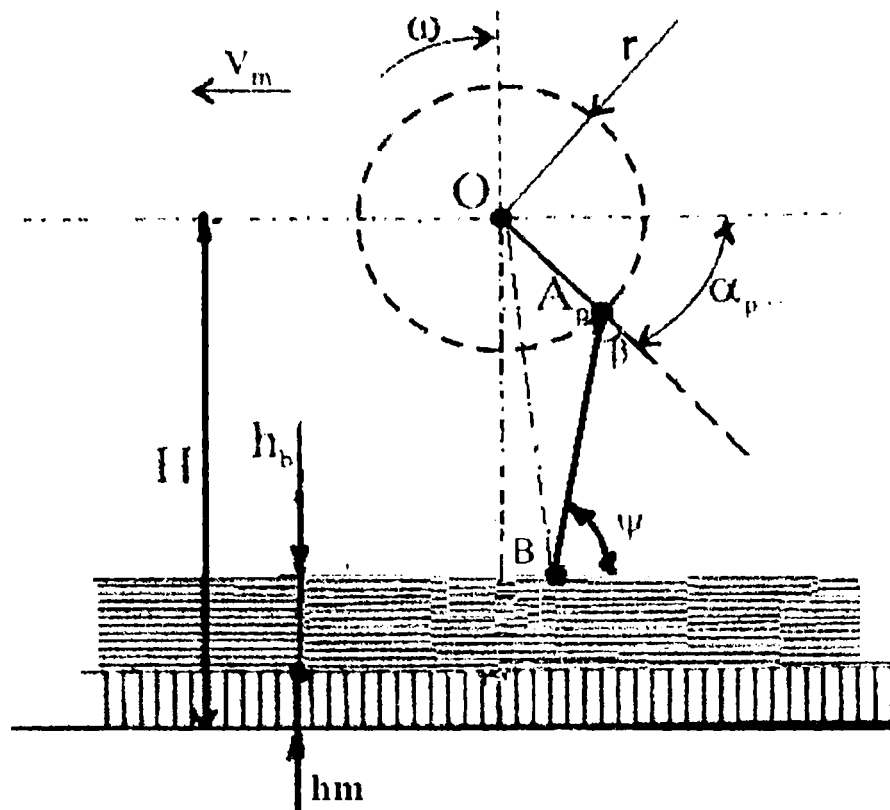


Fig.V.3. Dispozitivul de tip tobă cu degete elastice rabatabile aflată la faza a I-a de lucru.

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

$$\begin{aligned} \psi &\leq \frac{\pi}{2} \\ \alpha + \beta &\geq \frac{\pi}{2} \end{aligned} \quad (V.2.1)$$

în care: ψ - unghiul format de direcția degetelor elastice cu fața superioară a brazdei de material furajer;

β - unghiul format între direcția degetelor cu direcția razei de poziție a barei port-degete.

În cazul în care degetele elastice ar fi dispuse pe direcția razei de poziție a barei port-degete (direcția OB_c reprezentată cu linie întreruptă) sau înclinate în urmă, așa cum sunt la dispozitivele mașinilor actuale, este evident că ele ar executat o împingere în jos a stratului de furaje ceea ce ar duce la împănarea acestora în țepii miriștei. Urmare a acestei acțiuni cresc pierderile de material furajer îndeosebi prin desprinderea frunzelor și inflorescențelor de pe tijele tulpinilor, componente deosebit de valoroase din punct de vedere nutritiv în furajarea animalelor.

Pentru eliminarea acestui neajuns funcțional se consideră folositoare modificarea orientării degetelor elastice. Prin orientarea degetelor cu partea anterioară (vârful lor) în sensul de înaintare al mașinii se realizează un efect de dislocare (ridicare) a stratului de material furajer și o compactare progresivă și ușoară a lui pe direcția de mișcare.

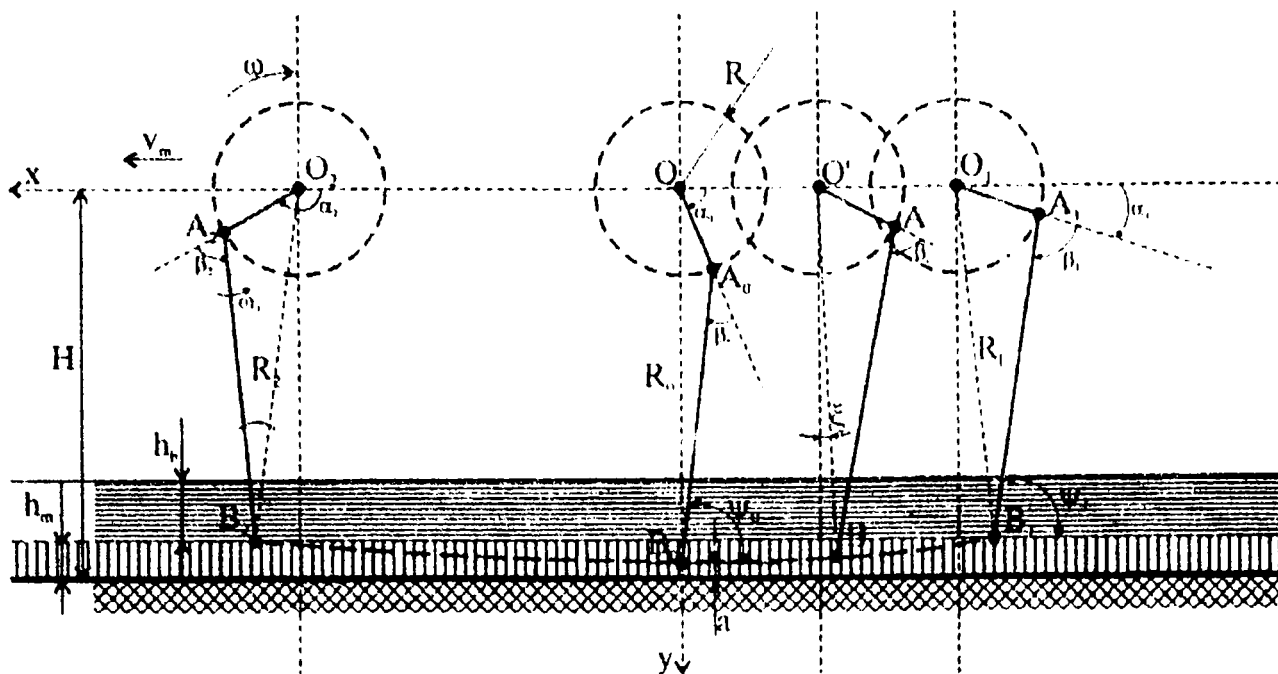


Fig.V.4. Dispozitivul de tip tobă cu degete elastice rabatabile aflată la faza II-a de lucru.

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

Faza a II- a numită greblare propriu - zisă, începe în momentul în care degetele elastice ale tobei (vezi fig.V.4.) pătrund printre țepii miriștei, când vârfurile lor B_1 se află la nivelul înălțimii medii a miriștei (h_m).

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

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

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

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

$$\psi_1 = \pi - (\alpha_1 + \beta_1) \quad (V.2.2.)$$

$$\psi_0 = \pi - (\alpha_0 + \beta_0) \quad (V.2.3.)$$

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

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

Lungimea acestei zone este influențată de valoarea unghiului de rotire a barei port-degete față de axa tobei din poziția A_0 până la poziția A_2 . Pentru extinderea acestei zone se consideră util să se imprime o mișcare de rotație a barei port-degete față de axa sa cu viteza unghiulară ω_1 în sens invers sensului de rotație al tobei. Astfel în momentul ieșirii din miriște a degetelor elastice, (poziția B_2) direcția razei de poziție a barei port degete formează unghiul β_2 cu degetele elastice, unghi măsurat în sens trigonometric.

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

Legile de mișcare ale vârfurilor degetelor în timpul parcurgerii celor două zone ale fazei de greblare diferă. Pentru stabilirea lor se alege un sistem de axe de coordonate plan, cu originea punctului O în axa tobei dispozitivului (fig.V.4.). Axă absciselor OX (orizontală) se alege la nivelul axei tobei orientată în sensul de deplasare al mașinii. Axă ordonatelor OY (verticală) este orientată în jos, trece prin punctul B_0 sfârșitul zonei de aglomerare și începutul zonei de împingere a materialului furajer, când raza de proiecție R_0 a punctului B_0 este verticală.

Valoarea razei de proiecție a punctului B_0 este:

$$R = \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_0} = H - a \quad (V.2.4.)$$

unde: l – lungimea degetelor elastice;

r – raza tobei;

H – distanța de la sol până la axa tobei;

a – zona de protecție, distanța de la sol până la vârful degetelor elastice.

Pentru evitarea împurificării materialului furajer cu pământ este necesar ca zona de protecție să aibă valoare: $a \geq 20 - 25$ mm.

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

$$R_1 = \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \quad (V.2.5.)$$

$$R_2 = \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_2} \quad (V.2.6.)$$

Utilizând elementele geometrice din fig.V.4 . se pot scrie următoarele egalități:

$$H - h_m = r \sin \alpha_1 + l \sin(\alpha_1 + \beta_1) \quad (V.2.7.)$$

$$H - h_m = r \sin \alpha_2 + l \sin(\alpha_2 - \beta_2) \quad (V.2.8.)$$

unde: α_1 este unghiul format de raza de poziție a barei port degete A_1 cu axa OX, măsurat în sens orar în momentul pătrunderii degetelor elastice în miriște;

α_2 este unghiul format de raza de poziție a barei port-degete A_2 cu axa OX, în momentul ieșirii degetelor din miriște;

$\beta_1; \beta_2$ sunt unghiurile de înclinare ale degetelor elastice față de direcția razei de poziție a barei port-degete A_1 în momentul intrării degetelor în miriște, respectiv A_2 în momentul ieșirii din miriște.

Pentru o valoare a unghiurilor aleasă $\beta_1 = \beta_0$, rezultă înălțimea H de așezare a tobei față de nivelul solului, care este:

$$H = \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} + a \quad (V.2.9.)$$

Valoarea unghiului α_1 care caracterizează momentul pătrunderii degetelor elastice în miriște rezultă din relația (V.2.7.)

$$\alpha_1 = 2 \operatorname{arctg} \left[\frac{1}{2(-l \sin \beta_1 - H + h)} \left(\frac{-2r - 2l \cos \beta_1}{\sqrt{4r^2 + 8rl \cos \beta_1 + 4l^2 \cos^2 \beta_1 + 4l^2 \sin^2 \beta_1 - 4H^2 + 8Hh - 4h^2}} \right) \right] \quad (V.2.10.)$$

ceea ce se mai poate scrie, după efectuarea simplificărilor:

$$\alpha_1 = 2 \operatorname{arctg} \left(\frac{r + l \cos \beta_1 - \sqrt{r^2 + l^2 + 2rl \cos \beta_1 - (H - h)^2}}{l \sin \beta_1 + H - h} \right) \quad (V.2.11.)$$

În mod asemănător unghiul α_2 corespunzător momentului ieșirii degetelor din miriște rezultă din relația (V.2.8.):

$$\alpha_2 = \pi - 2 \operatorname{arctg} \left[\frac{-2r - 2l \cos \beta_1 + \sqrt{4r^2 + 8rl \cos \beta_1 + 4l^2 \cos^2 \beta_1 + 4l^2 \sin^2 \beta_1 - 4H^2 + 8Hh - 4h^2}}{2(-l \sin \beta_1 - H + h)} \right] \quad (V.2.12.)$$

după efectuarea simplificărilor, devine:

$$\alpha_2 = \pi - 2 \operatorname{arctg} \left(\frac{r + l \cos \beta_1 - \sqrt{r^2 + l^2 + 2rl \cos \beta_1 - (H - h)^2}}{l \sin \beta_1 + H - h} \right) \quad (V.2.13.)$$

Unghiul α_0 format de raza de poziție a barei port-degete A_0 cu axa orizontală în momentul $t = 0$, când vârful degetelor se află pe axa OY . rezultă un triunghi OA_0B_0 (fig.V.5.):

$$\alpha_0 = \arccos \frac{l \sin \beta_1}{\sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1}} \quad (V.2.14.)$$

Coordonatele curente ale capetelor degetelor elastice în timpul parcurgerii arcului $B_1 - B_0$ (Fig.V.6.) sunt:

$$X_i = v_m t_i + R_1 \sin \omega t_i \quad (V.2.15.)$$

$$Y_i = R_1 \cos \omega t_i \quad (V.2.16.)$$

În care: t_i – reprezintă timpul necesar pentru deplasarea degetului din poziția B_1 până în poziția B_0 .

Raza de poziție a punctului B_1 față de axa OY este determinată de unghiul ξ_i măsurat în sens invers sensului de rotație a tobei. Deci se poate scrie:

$$\omega t_i = -\xi_i \quad (V.2.17.)$$

de unde:

$$t_i = -\frac{\xi_i}{\omega} \quad (V.2.18.)$$

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

Variabila independentă din ecuațiile (V.2.15.) și (V.2.16.) este timpul. Prin derivare se obțin ecuațiile componentelor vitezei vârfului degetului, astfel:

$$\dot{X}_i = v_m + \omega \cos \omega t_i \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \quad (V.2.19.)$$

$$\dot{Y}_i = -\omega \sin \omega t_i \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \quad (V.2.20.)$$

Derivând a doua oară ecuațiile obținem componentele accelerației:

$$\ddot{X}_i = -\omega^2 \sin \omega t_i \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \quad (V.2.21.)$$

$$\ddot{Y}_i = -\omega^2 \cos \omega t_i \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \quad (V.2.22.)$$

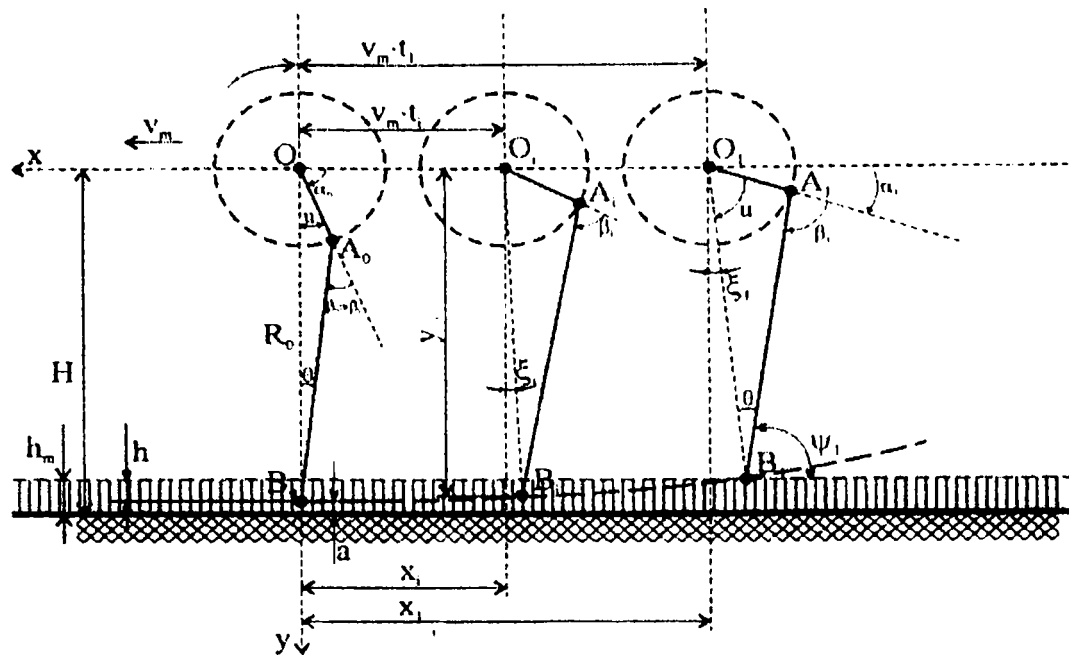


Fig.V.5. Dispozitivul de tip tobă cu degete elastice rabatabile aflată la prima jumătate a fazei a II-a de lucru.

Coordonatele punctului B_1 corespunzător momentului pătrunderii degetelor elastice în miriște sunt:

$$X_1 = -v_m t_1 + R_1 \sin \omega t_1 \quad (V.2.23.)$$

$$Y_1 = R_1 \cos \omega t_1 \quad (V.2.24.)$$

unde:

$$t_1 = -\frac{\xi_1}{\omega} \quad (V.2.25.)$$

Din fig.V.5. rezultă:

$$u = \frac{\pi}{2} - \alpha_0 = \frac{\pi}{2} - \xi_1 - \alpha_1 \quad (V.2.26.)$$

de unde:

$$\xi_1 = \alpha_0 - \alpha_1 \quad (V.2.27.)$$

Ținând cont de relațiile (V.2.5.) și (V.2.27.), relațiile (V.2.23.) și (V.2.24.) se pot scrie:

$$X_1 = -\frac{v_m (\alpha_0 - \alpha_1)}{\omega} - \sin(\alpha_0 - \alpha_1) \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \quad (V.2.28.)$$

$$Y_1 = \cos(\alpha_0 - \alpha_1) \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \quad (V.2.29.)$$

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

$$X_b = v_m t_b + R_1 \sin \omega t_b \quad (V.2.30.)$$

$$Y_b = R_1 \cos \omega t_b \quad (V.2.31.)$$

în care:

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

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

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

$$X_{b1} = v_m \frac{\delta - \alpha_0 + \alpha_1}{\omega} + \sin(\delta - \alpha_0 + \alpha_1) \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \quad (V.2.32.)$$

$$Y_{b1} = \cos(\delta - \alpha_0 + \alpha_1) \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \quad (V.2.33.)$$

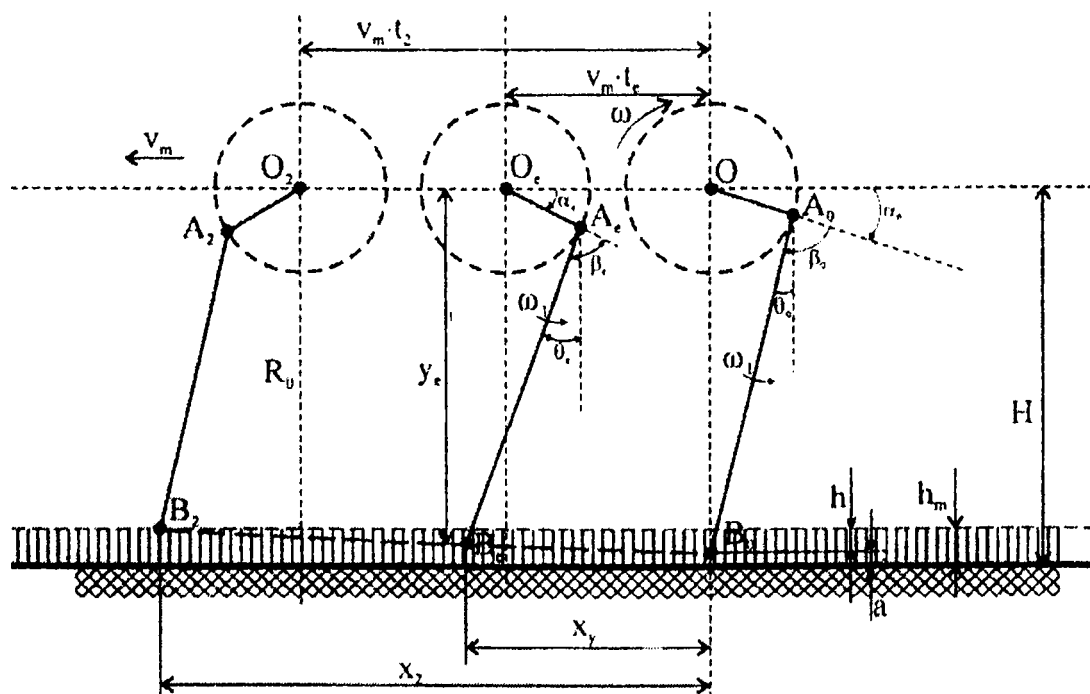


Fig.V.6. Dispozitivul de tip tobă cu degete elastice rabatabile aflată la a doua jumătate a fazei a II-a de lucru.

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

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

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

$$X_e = v_m t_e - r \cos \alpha_e + l \sin \theta_e \quad (V.2.34.)$$

$$Y_e = r \sin \alpha_e + l \cos \theta_e \quad (V.2.35.)$$

unde: t_e – timpul de mișcare față de originea sistemului de axe XOY, unde $t_0 = 0$;
 α_e - unghiul format de raza de poziție a barei port-degete cu axa orizontală;
 θ_e - unghiul format de degetele elastice cu axa verticală.

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

$$\alpha_e = \alpha_0 + \omega_1 t_e \quad (V.2.36.)$$

$$\theta_e = \theta_0 + \omega t_e - \omega_1 t_e \quad (V.2.37.)$$

Din fig.V.6. rezultă:

$$\theta_0 = \alpha_0 + \beta_0 - \frac{\pi}{2} \quad (V.2.38.)$$

deci unghiul de poziție curent al degetelor elastice:

$$\theta_e = \alpha_0 + \beta_0 - \frac{\pi}{2} + t_e(\omega - \omega_1) \quad (V.2.39.)$$

Cu acestea ecuațiile (V.2.34.) și (V.2.35.) devin:

$$X_e = v_m t_e - r \cos(\alpha_0 + \omega t_e) + l \cos[\alpha_0 + \beta_0 + t_e(\omega - \omega_1)] \quad (V.2.40.)$$

$$Y_e = r \sin(\alpha_0 + \omega t_e) + l \sin[\alpha_0 + \beta_0 + t_e(\omega - \omega_1)] \quad (V.2.41.)$$

Componentele vitezei și accelerației pe cele două direcții conform [27] sunt:

$$\dot{X}_e = v_m + r\omega \sin(\alpha_0 + \omega t_e) - l(\omega - \omega_1) \sin[\alpha_0 + \beta_0 + t_e(\omega - \omega_1)] \quad (V.2.42.)$$

$$\dot{Y}_e = r\omega \cos(\alpha_0 + \omega t_e) + l(\omega - \omega_1) \cos[\alpha_0 + \beta_0 + t_e(\omega - \omega_1)] \quad (V.2.43.)$$

$$\ddot{X}_e = r\omega^2 \cos(\alpha_0 + \omega t_e) - l(\omega - \omega_1)^2 \cos[\alpha_0 + \beta_0 + t_e(\omega - \omega_1)] \quad (V.2.44.)$$

$$\ddot{Y}_e = -r\omega^2 \sin(\alpha_0 + \omega t_e) - l(\omega - \omega_1)^2 \sin[\alpha_0 + \beta_0 + t_e(\omega - \omega_1)] \quad (V.2.45.)$$

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

$$X_T = |X_1| + |X_2| \quad (V.2.46.)$$

unde: X_1 - reprezintă distanța de la axa OY până la locul de pătrundere a degetelor în miriște, punctul B_1 (fig.V.5.) din care se calculează cu relația (V.2.28.);

X_2 – reprezintă distanța de la axa OY până la locul de ieșire a degetelor elastice din miriște, punctul B_2 fig.V.6. și se calculează cu relația:

$$X_2 = v_m t_2 - r \cos(\alpha_0 + \omega t_2) + l \cos[\alpha_0 + \beta_0 + t(\omega - \omega_1)] \quad (V.2.47.)$$

unde: t_2 – este timpul de rotire a bării port-degete din poziția A_0 în poziția A_2 fig.V.6.;

$$t_2 = \frac{\alpha_2 - \alpha_0}{\omega} \quad (V.2.48.)$$

relația (V.2.47.) se mai poate scrie:

$$X_2 = v_m \frac{\alpha_2 - \alpha_0}{\omega} - r \cos \alpha_2 + l \cos \left[\alpha_0 + \beta_0 + \frac{\alpha_2 - \alpha_0}{\omega} (\omega - \omega_1) \right] \quad (V.2.49.)$$

Aceste valori introduse în ecuația (V.2.46.) conduc la:

$$X_T = \left| -v_m \frac{\alpha_0 - \alpha_1}{\omega} - \sin(\alpha_0 - \alpha_1) \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \right| + \left| v_m \frac{\alpha_2 - \alpha_0}{\omega} - r \cos \alpha_2 + l \cos \left[\alpha_0 + \beta_0 + \frac{\alpha_2 - \alpha_0}{\omega} (\omega - \omega_1) \right] \right| \quad (V.2.50.)$$

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

$$X_{1b} \leq X_{2a} \quad (V.2.51.)$$

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

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

Din relațiile (V.2.32.), (V.2.49) și (V.2.51) rezultă:

$$v_m \frac{\delta - \alpha_0 + \alpha_1}{\omega} + \sin(\delta - \alpha_0 + \alpha_1) \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1} \leq v_m \frac{\alpha_2 - \alpha_0}{\omega} - r \cos \alpha_2 + l \cos \left[\alpha_0 + \beta_0 + (\alpha_2 - \alpha_0) \frac{1 - \omega_1}{\omega} \right] \quad (V.2.52.)$$

Pentru o anumită valoare aleasă a raportului între viteza unghiulară ω_1 a barei port-degete și viteza unghiulară ω a tobei putem scrie:

$$c = \frac{\omega_1}{\omega} \quad (\text{V.2.53.})$$

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

$$\omega \geq \frac{v_m(\delta + \alpha_1 - \alpha_2)}{l \cos[\alpha_0 + \beta_0 + (\alpha_2 - \alpha_0)(1 - c)] - r \cos \alpha_2 - \sin(\delta - \alpha_0 + \alpha_1) \sqrt{l^2 + r^2 + 2lr \cos \beta_1}} \quad (\text{V.2.54.})$$

Dacă $c = 1$, viteza unghiulară a barei port-degete este egală cu viteza unghiulară a tobei, $\omega_1 = \omega$, direcția degetelor față de suprafața solului va rămâne constantă de-a lungul întregii zone de împingere a materialului furajer, ceea ce înseamnă că, degetele vor exercita o acțiune de împingere în planul brazdei.

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

Relația (V.2.54.) corelează principalii parametri constructivi și funcționali ai tobei cu degete elastice rabatabili cu parametrii de stare ai stratului de material furajer. Din punct de vedere al capacității de lucru a tobei cu degete elastice de o deosebită importanță este lungimea fazei de greblare a cărei valoare este influențată de o multitudine de factori, cum ar fi: înălțimea miriștei, diametrul tobei, lungimea degetelor elastice, viteza unghiulară de rotire a tobei, înălțimea zonei de protecție, etc.

V.3. Studiul efectelor variației elementelor de bază ce alcătuiesc ecuațiile parametriche ale traiectoriei degetelor de la toba ridicătoare cu degete elastice retractabile asupra lungimii zonei active

V.3.1. Studiul efectelor variației înălțimii zonei active de greblare h , asupra distanței de greblare X_T a tobei ridicătoare cu degete elastice retractabile

Cum se știe, înălțimea miriști la fiecare furaj cosit și lăsat în brazdă depinde de mai mulți factori:

- umiditatea relativă a plantelor cosite;
- perioada zilei în care s-a făcut tăierea (dimineața, la prânz sau seara);
- perioada anului când se procedează la recoltare;
- perioada lăsată în brazdă a furajelor tăiate în vederea vestejirii sau uscării;
- numărul de plante pe metru pătrat existente în cultura respectivă;
- lungimea și grosimea plantelor tăiate și lăsate în brazdă, etc.

În literatură de specialitate se indică valori diferite pentru înălțimea zonei active în funcție de specia de plante, de volumul de producție sau de înălțimea de tăiere acestora. Aceste valori în general variază între limite largi, dar pentru plantele furajere se iau în calcul valori de la 50 la 110 mm.

Socotind valoarea constantă a lui $\alpha_{\max} = 30^{\circ}$ (unghiul format de raza de poziție a barei port-degete cu axa orizontală) și înălțimea zonei active $h = 50$ mm, iar valoarea lungimii degetului de greblat $l = 130$ mm, raza tobei de $r = 150$ mm, coroborat cu o viteză de rotație a tobei de $n = 100$ rot./min. și viteza de înaintare a mașinii $V_m = 1,8$ m/s (tabelul V.1.), în funcție de variația unghiurilor β_i , de înclinarea degetului la intrare în brazdă, respectiv β_o , de înclinarea degetului la ieșirea din brazdă care variază între limitele: -20° și $+20^{\circ}$, putem alcătui un tabel cu valorile lungimilor X_T calculate (tabelul V.2.).

Tabelul V.1.

α_{\max} (°)	h(mm)	n(rot/min)	V_m (m/s)	l(mm)	r(mm)	Lung(m)	Proc_max(%)
30	50	100	1.8	130	150	0.538	15.532

Tabelul V.2.

		X_T (m)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	0.563	0.56	0.556	0.551	0.544	0.537	0.527	0.517	0.505
	-15	0.575	0.572	0.568	0.563	0.556	0.548	0.539	0.529	0.517
	-10	0.586	0.583	0.579	0.574	0.567	0.559	0.55	0.539	0.527
	-5	0.595	0.592	0.588	0.583	0.576	0.568	0.559	0.548	0.537
	0	0.603	0.6	0.596	0.591	0.584	0.576	0.567	0.556	0.544
	5	0.609	0.607	0.603	0.597	0.591	0.583	0.574	0.563	0.551
	10	0.615	0.612	0.608	0.603	0.596	0.588	0.579	0.568	0.556
	15	0.619	0.616	0.612	0.607	0.6	0.592	0.583	0.572	0.56
	20	0.621	0.619	0.615	0.609	0.603	0.595	0.586	0.575	0.563

Comparând valorile lungimii de greblare unui deget notat cu X_T , cu valoarea lungimii de greblare unui deget neînclinat (tabelul V.3.), așezat radial pe o tobă cu datele identice cu cele anunțate anterior, se obțin următoarele valori :

Tabelul V.3.

		Diferențe de lungimi $=(X_T - L \text{ deg. fix})(m)$								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	0.025	0.023	0.019	0.013	0.007	-0.001	-0.011	-0.021	-0.033
	-15	0.037	0.035	0.031	0.025	0.019	0.011	0.001	-0.009	-0.021
	-10	0.048	0.045	0.041	0.036	0.029	0.021	0.012	0.001	-0.011
	-5	0.057	0.054	0.05	0.045	0.038	0.03	0.021	0.011	-0.001
	0	0.065	0.062	0.058	0.053	0.046	0.038	0.029	0.019	0.007
	5	0.072	0.069	0.065	0.06	0.053	0.045	0.036	0.025	0.013
	10	0.077	0.074	0.07	0.065	0.058	0.05	0.041	0.031	0.019
	15	0.081	0.078	0.074	0.069	0.062	0.054	0.045	0.035	0.023
	20	0.084	0.081	0.077	0.072	0.065	0.057	0.048	0.037	0.025

Reprezentând sub forma de grafic sporurile de lungimi obținute prin rabatarea degetelor tobei în timpul adunării furajelor cosite și lăsate în brazdă (fig. V.7.), se obține o valoare maximă, care reprezintă în mm sporul de lungime de greblare obținut prin mișcarea degetelor sub unghiurile enunțate anterior și la intrarea lor în brazdă, în brazdă și până la ieșirea lor inclusiv.

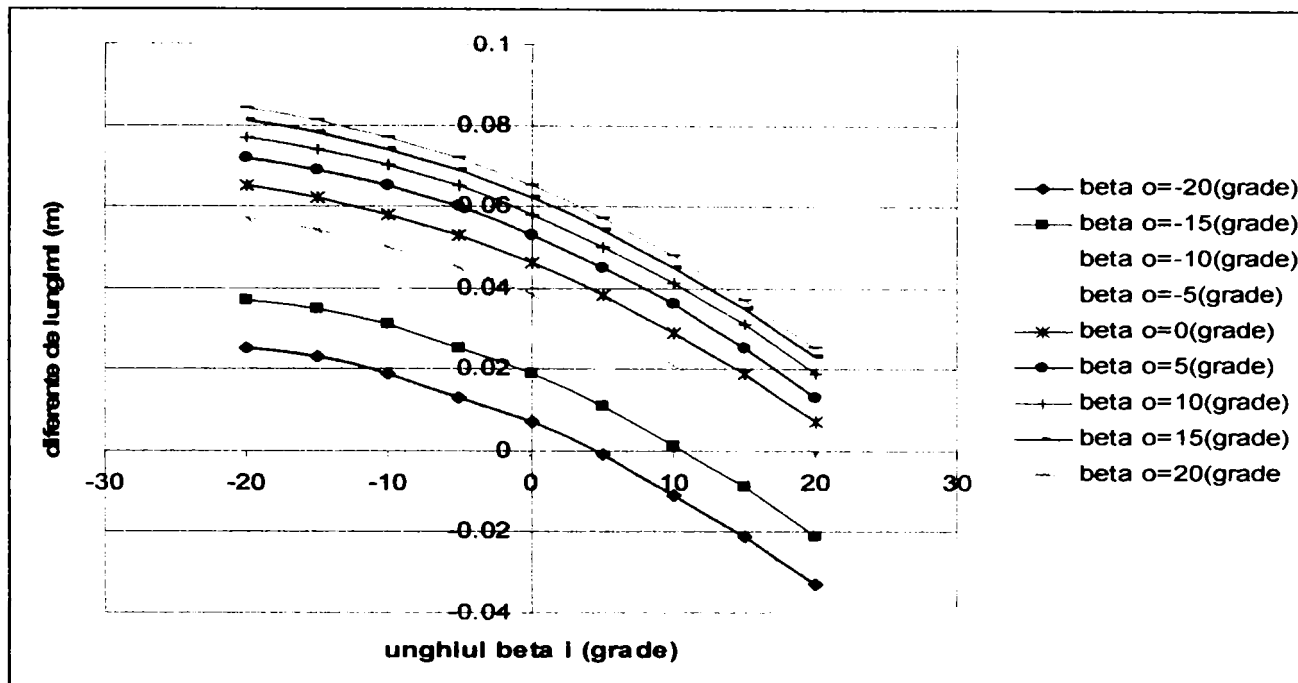


Fig.V.7. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Exprimând diferențele în procente (tabelul V.4), obținem următoarele valori:

Tabelul V.4.

		Diferențe expr. în procente(%)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_0 (°)	-20	4.693	4.203	3.459	2.467	1.231	-0.245	-1.964	-3.929	-6.146
	-15	6.91	6.421	5.676	4.684	3.449	1.972	0.254	-1.711	-3.929
	-10	8.875	8.386	7.641	6.649	5.414	3.937	2.218	0.254	-1.964
	-5	10.594	10.104	9.36	8.367	7.132	5.656	3.937	1.972	-0.245
	0	12.07	11.581	10.836	9.844	8.609	7.132	5.414	3.449	1.231
	5	13.306	12.816	12.071	11.079	9.844	8.367	6.649	4.684	2.467
	10	14.298	13.808	13.064	12.071	10.836	9.36	7.641	5.676	3.459
	15	15.042	14.553	13.808	12.816	11.581	10.104	8.386	6.421	4.203
	20	15.532	15.042	14.298	13.306	12.07	10.594	8.875	6.91	4.693

Realizând un grafic cu aceste valori diferite a lui β_i și β_0 , obținute și așezate în tabelul V.4, vom realiza nouă curbe diferite care semnifică în procente sporul de lungime obținut prin modificarea de înclinare al degetului care acționează în vederea strângerii brazdei (fig.V.8.), pentru valorile bine stabilite al lungimii degetului, vitezei de deplasare a mașinii, raza tobei, vitezei de rotire a tobei, etc.

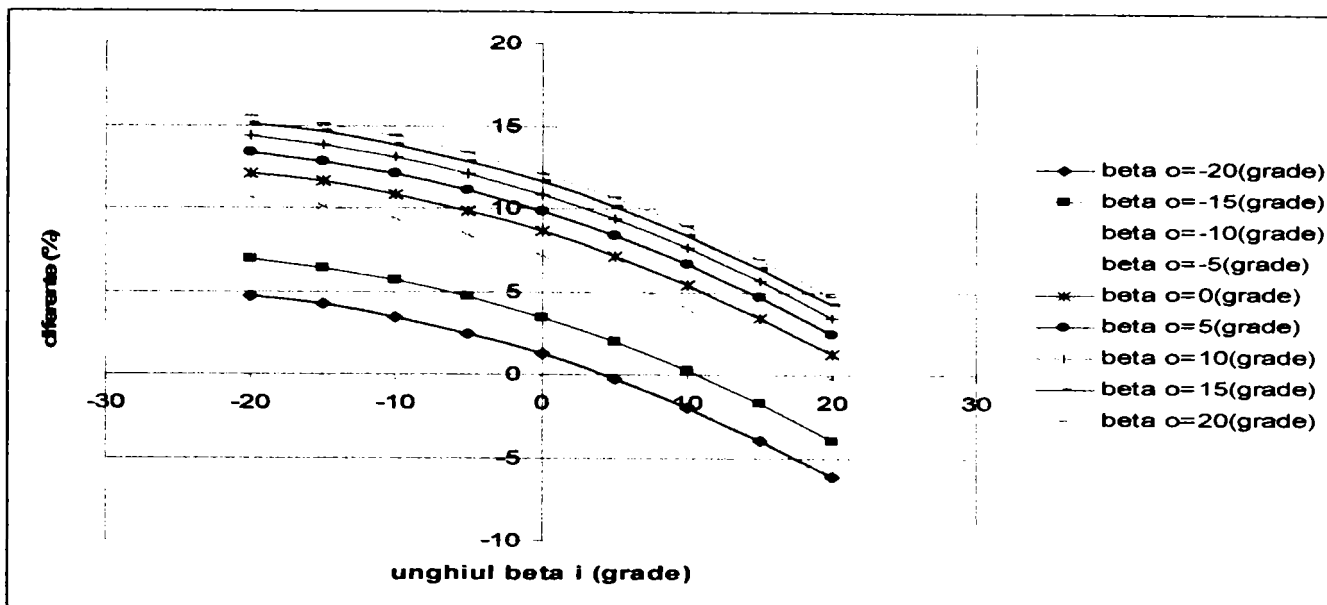


Fig.V.8. Variația procentuală a diferențelor de lungimi în funcție de valorile unghiurilor de intrare și ieșire din brazdă a degetului.

Analizând valorile calculate din tabel sau reprezentate în grafic putem afirma că sporul de lungime obținut la procesul de lucru îmbunătățit al degetului prin rabaterea lui față de procesul de lucru al unui deget similar dar nerabatabil, așezat razant pe tobă, este de 15,5%, respectând valorile date pentru lungimea degetului, raza tobei, viteza de înaintare a mașinii, viteza de rotire a tobei și înclinația maximă a degetului.

În vederea obținerii unor date referitoare la influența înălțimii zonei active notat cu h , asupra lungimii de acționare a degetului în brazdă X_T , în formula de calcul schimbăm valorile acestea, mărind astfel ca $h = 70$ mm.

Tabelul V.5.

α_{\max} (°)	h (mm)	n (rot/min)	V_m (m/s)	l (mm)	r (mm)	Lung(m)	Proc_max(%)
30	70	100	1.8	130	150	0,631	12,493

Cum de altfel se observă și din tabelul V.5., toate valorile inițiale s-au păstrat, cu excepția înălțimii zonei active. În acest caz analizând valorile lungimii de acționare a degetului în brazdă, notat cu X_T din tabelul V.6., observăm o creștere ușoară a valorii acesteia.

Tabelul V.6.

		X_T (m)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	0.651	0.648	0.643	0.638	0.631	0.623	0.614	0.604	0.593
	-15	0.662	0.659	0.654	0.649	0.642	0.634	0.625	0.615	0.604
	-10	0.672	0.669	0.665	0.659	0.652	0.644	0.635	0.625	0.614
	-5	0.681	0.678	0.674	0.668	0.661	0.653	0.644	0.634	0.623
	0	0.689	0.686	0.681	0.676	0.669	0.661	0.652	0.642	0.631
	5	0.696	0.693	0.688	0.682	0.676	0.668	0.659	0.649	0.638
	10	0.702	0.698	0.694	0.688	0.681	0.674	0.665	0.654	0.643
	15	0.706	0.703	0.698	0.693	0.686	0.678	0.669	0.659	0.648
20	0.709	0.706	0.702	0.696	0.689	0.681	0.672	0.662	0.651	

		Diferene de lungimi $= (X_T - L_{deg. fix})(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	0.02	0.017	0.013	0.007	0	-0.008	-0.017	-0.027	-0.038
	-15	0.032	0.028	0.024	0.018	0.012	0.004	-0.005	-0.015	-0.027
	-10	0.042	0.038	0.034	0.028	0.022	0.014	0.005	-0.005	-0.017
	-5	0.051	0.047	0.043	0.037	0.031	0.023	0.014	0.004	-0.008
	0	0.059	0.055	0.051	0.045	0.038	0.031	0.022	0.012	0
	5	0.065	0.062	0.058	0.052	0.045	0.037	0.028	0.018	0.007
	10	0.071	0.068	0.063	0.058	0.051	0.043	0.034	0.024	0.013
	15	0.075	0.072	0.068	0.062	0.055	0.047	0.038	0.028	0.017
	20	0.079	0.075	0.071	0.065	0.059	0.051	0.042	0.032	0.02

Comparând valorile diferenței între lungimea de acționare a degetului rabatat cu lungimea de acționare a degetului așezat razant, diferența rezultă ca fiind mai mică față de valorile obținute la o înălțime a zonei active mai mică.

Reprezentând grafic, avem:

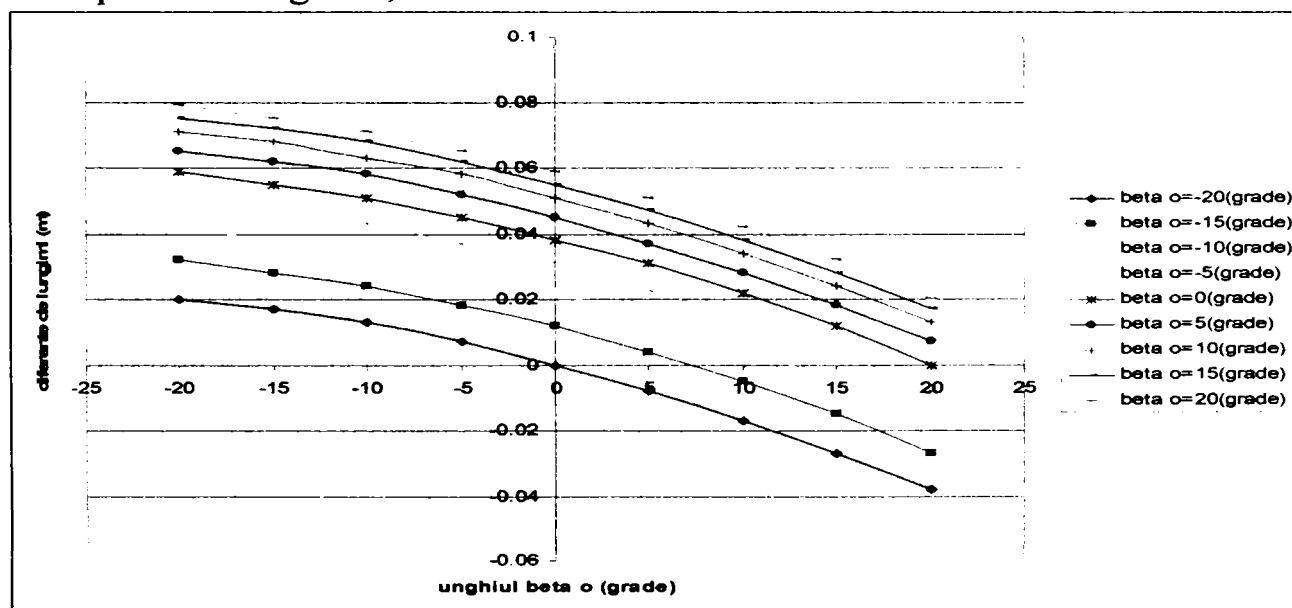


Fig. V.9. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Calculând procentual diferențele dintre cele două variante de acționare a tobelor cu caracteristici constructive identice, obținem următoarele valori:

		Diferențe expr. în procente(%)								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	3.248	2.72	2.008	1.116	0.048	-1.197	-2.618	-4.217	-5.997
	-15	5.028	4.5	3.788	2.897	1.828	0.584	-0.837	-2.436	-4.217
	-10	6.627	6.099	5.387	4.496	3.427	2.183	0.762	-0.837	-2.618
	-5	8.048	7.52	6.808	5.917	4.848	3.604	2.183	0.584	-1.197
	0	9.293	8.765	8.053	7.161	6.093	4.848	3.427	1.828	0.048
	5	10.361	9.833	9.121	8.23	7.161	5.917	4.496	2.897	1.116
	10	11.253	10.724	10.012	9.121	8.053	6.808	5.387	3.788	2.008
	15	11.965	11.436	10.724	9.833	8.765	7.52	6.099	4.5	2.72
	20	12.493	11.965	11.253	10.361	9.293	8.048	6.627	5.028	3.248

Reprezentând grafic, aceste procente avem:

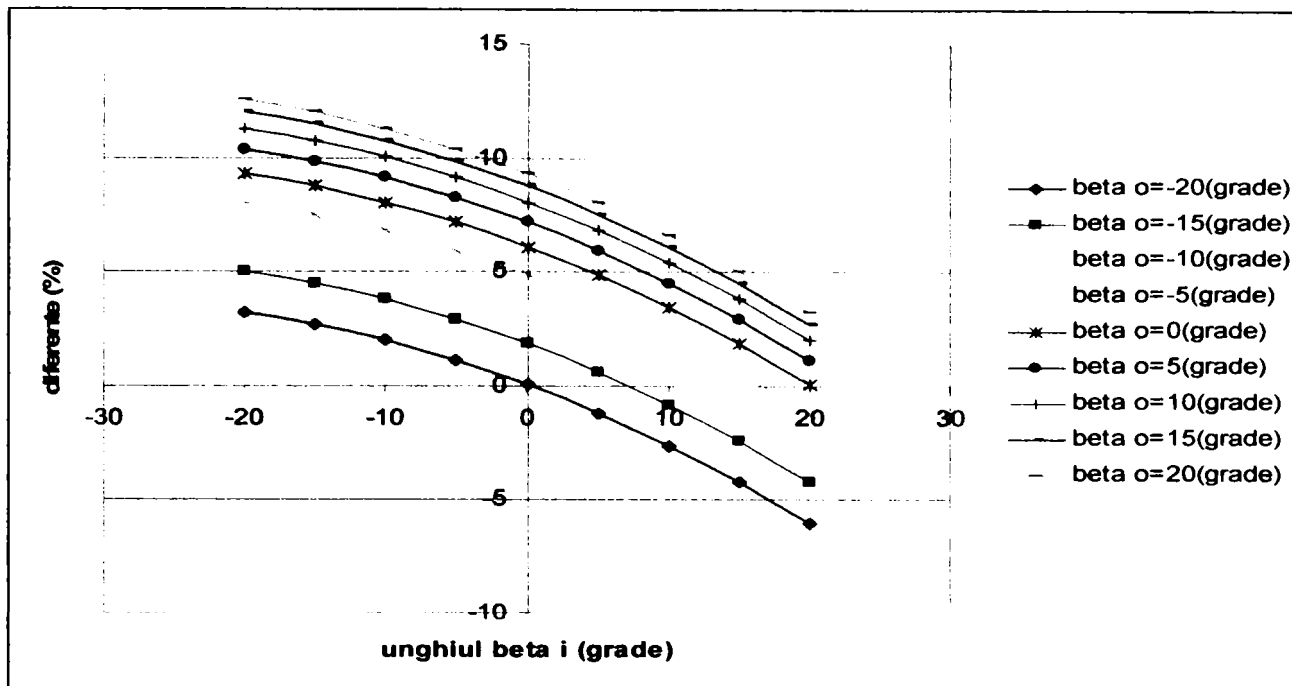


Fig.V.10. Variația procentuală a diferențelor de lungimi în funcție de valorile unghiurilor de intrere și ieșire din brazdă a degetului.

Se poate constata o scădere sensibilă a procentajului de spor de lungime de acționare a degetului tobei în brazdă, în cazul creșterii a înălțimii brazdei h.

În continuare, mărim valoarea înălțimii zonei active la h = 90 mm.

Tabelul V.9.

α_{\max} (°)	h(mm)	n(rot/min)	V_m (m/s)	l(mm)	r(mm)	Lung(m)	Proc_max(%)
30	90	100	1.8	130	150	0,708	10,661

Lungimea de acționare a degetului tobei X_T are valori cuprinse în tabelul de mai jos:

Tabelul V.10.

		X_T (m)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	0.726	0.722	0.717	0.711	0.704	0.697	0.688	0.678	0.667
	-15	0.736	0.732	0.728	0.722	0.715	0.707	0.699	0.689	0.678
	-10	0.746	0.742	0.737	0.732	0.725	0.717	0.708	0.699	0.688
	-5	0.755	0.751	0.746	0.74	0.734	0.726	0.717	0.707	0.697
	0	0.763	0.759	0.754	0.748	0.741	0.734	0.725	0.715	0.704
	5	0.769	0.766	0.761	0.755	0.748	0.74	0.732	0.722	0.711
	10	0.775	0.771	0.767	0.761	0.754	0.746	0.737	0.728	0.717
	15	0.78	0.776	0.771	0.766	0.759	0.751	0.742	0.732	0.722
	20	0.784	0.78	0.775	0.769	0.763	0.755	0.746	0.736	0.726

Iar diferențele de lungimi de acționare între cele două tipuri constructive de tobe, sunt:

		Diferențe de lungimi $= (X_T - L \text{ deg. fix})(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	0.017	0.013	0.009	0.003	-0.004	-0.012	-0.021	-0.03	-0.041
	-15	0.028	0.024	0.019	0.014	0.007	-0.001	-0.01	-0.02	-0.03
	-10	0.038	0.034	0.029	0.023	0.016	0.009	0.00006	-0.01	-0.021
	-5	0.046	0.043	0.038	0.032	0.025	0.017	0.009	-0.001	-0.012
	0	0.054	0.05	0.046	0.04	0.033	0.025	0.016	0.007	-0.004
	5	0.061	0.057	0.052	0.047	0.04	0.032	0.023	0.014	0.003
	10	0.067	0.063	0.058	0.052	0.046	0.038	0.029	0.019	0.009
	15	0.072	0.068	0.063	0.057	0.05	0.043	0.034	0.024	0.013
	20	0.076	0.072	0.067	0.061	0.054	0.046	0.038	0.028	0.017

Reprezentând grafic, avem:

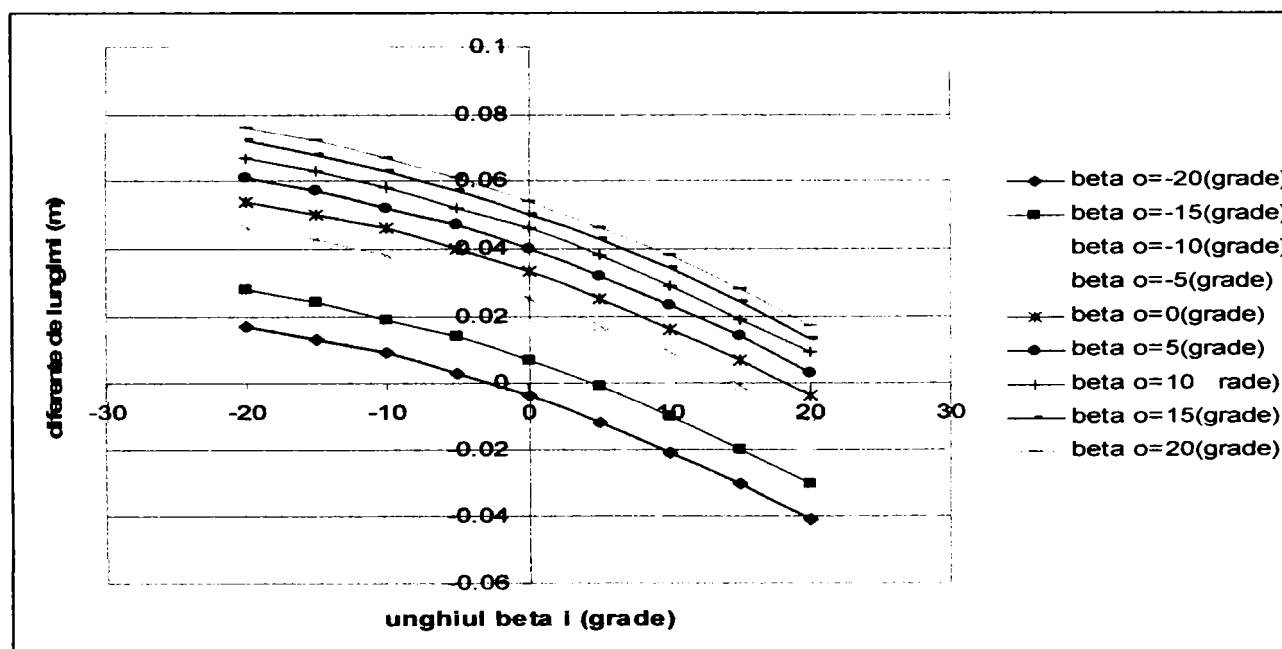


Fig.V.11. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Sporul de lungime de lucru obținut prin rabatarea degetelor tobei sunt calculate și tabelate:

Tabelul V.12.

		Diferențe expr. în procente(%)								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	2.431	1.894	1.213	0.392	-0.568	-1.667	-2.904	-4.281	-5.8
	-15	3.949	3.412	2.732	1.911	0.95	-0.148	-1.386	-2.763	-4.281
	-10	5.326	4.789	4.109	3.288	2.328	1.229	-0.009	-1.386	-2.904
	-5	6.564	6.026	5.346	4.525	3.565	2.466	1.229	-0.148	-1.667
	0	7.662	7.125	6.445	5.624	4.664	3.565	2.328	0.95	-0.568
	5	8.623	8.086	7.405	6.584	5.624	4.525	3.288	1.911	0.392
	10	9.444	8.907	8.226	7.405	6.445	5.346	4.109	2.732	1.213
	15	10.124	9.587	8.907	8.086	7.125	6.026	4.789	3.412	1.894
	20	10.661	10.124	9.444	8.623	7.662	6.564	5.326	3.949	2.431

Reprezentând grafic, se obține:

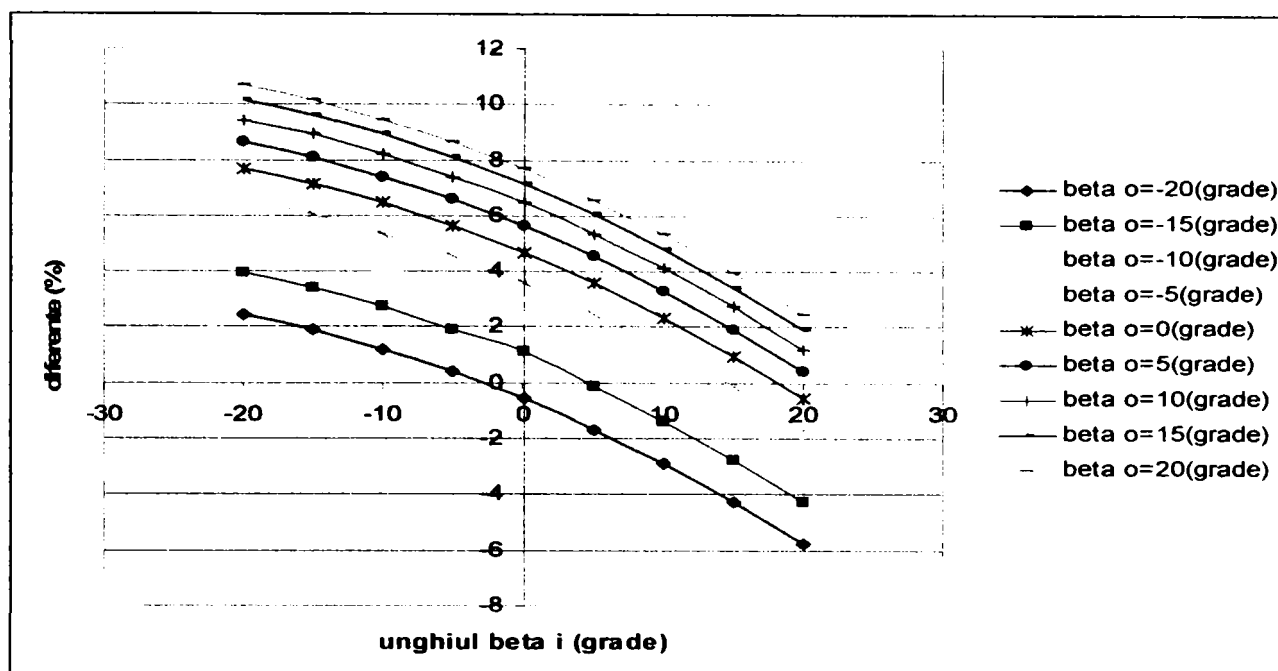


Fig.V.12. Variația procentuală a diferențelor de lungimi în funcție de valorile unghiurilor de intrare și ieșire din brazdă a degetului.

Se poate observa o scădere și mai accentuată a diferenței între lungimi de acționare a celor două tipuri de tobe exprimată în procente, datorată majorării valorii înălțimii brazdei h , a materialului furajer.

Ultima valoare experimentală luată în calcul al înălțimii zonei active de greblare este $h = 110$ mm. În continuare se păstrează toate celelalte valori constructiv-funcționali la același parametri.

Tabelul V.13.

α_{max} (°)	h (mm)	n (rot/min)	V_m (m/s)	l (mm)	r (mm)	Lung(m)	Proc_max(%)
30	110	100	1.8	130	150	0,776	9,419

Lungimea activă de acționare a degetului X_T și în acest caz este reprezentat în tabelul de mai jos:

Tabelul V.14.

		X_T (m)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	0.79	0.786	0.781	0.775	0.768	0.761	0.752	0.742	0.732
	-15	0.801	0.797	0.792	0.786	0.779	0.771	0.762	0.753	0.742
	-10	0.81	0.806	0.801	0.795	0.788	0.78	0.772	0.762	0.752
	-5	0.819	0.815	0.81	0.804	0.797	0.789	0.78	0.771	0.761
	0	0.827	0.822	0.817	0.811	0.805	0.797	0.788	0.779	0.768
	5	0.833	0.829	0.824	0.818	0.811	0.804	0.795	0.786	0.775
	10	0.839	0.835	0.83	0.824	0.817	0.81	0.801	0.792	0.781
	15	0.844	0.84	0.835	0.829	0.822	0.815	0.806	0.797	0.786
	20	0.849	0.844	0.839	0.833	0.827	0.819	0.81	0.801	0.79

Diferența de zona activă de lucru dintre cele două variante este:

Tabelul V.15.

		Diferențe de lungimi $= (X_r - L \text{ deg. fix})(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	0.015	0.011	0.006	0	-0.007	-0.015	-0.024	-0.033	-0.044
	-15	0.025	0.021	0.016	0.01	0.003	-0.005	-0.013	-0.023	-0.033
	-10	0.035	0.031	0.025	0.019	0.013	0.005	-0.004	-0.013	-0.024
	-5	0.043	0.039	0.034	0.028	0.021	0.014	0.005	-0.005	-0.015
	0	0.051	0.047	0.042	0.036	0.029	0.021	0.013	0.003	-0.007
	5	0.058	0.054	0.049	0.043	0.036	0.028	0.019	0.01	0
	10	0.064	0.06	0.055	0.049	0.042	0.034	0.025	0.016	0.006
	15	0.069	0.065	0.06	0.054	0.047	0.039	0.031	0.021	0.011
	20	0.073	0.069	0.064	0.058	0.051	0.043	0.035	0.025	0.015

Valorile reprezentând grafic, se obține:

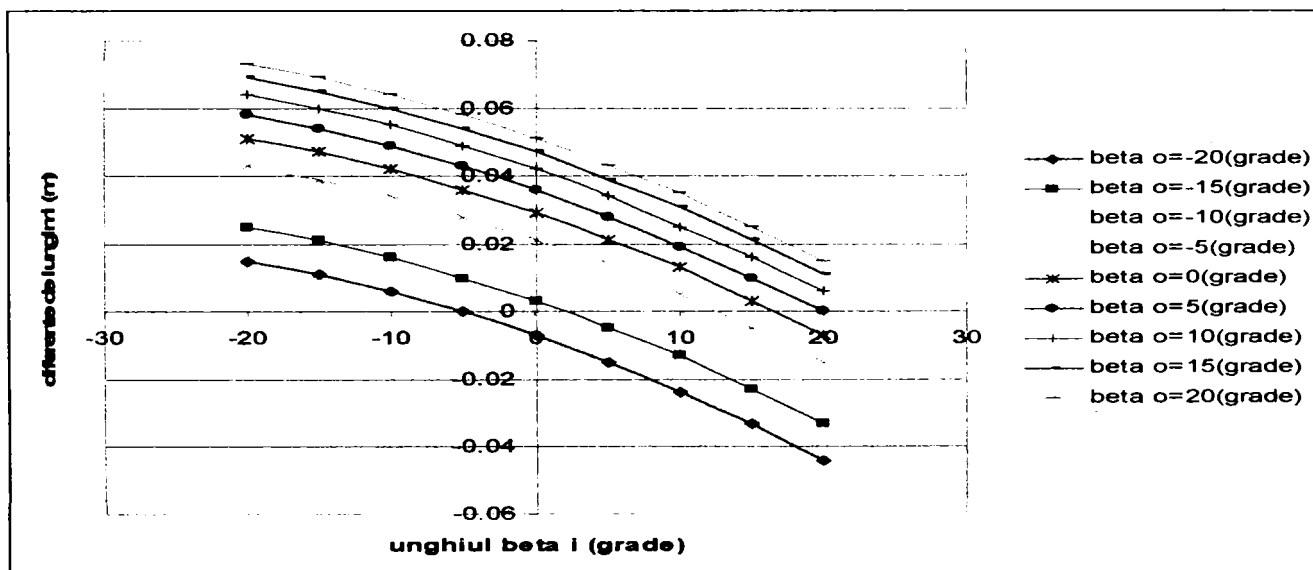


Fig.V.13. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Sporirea lungimi active a degetului în brazda de furaje obținută prin variațiile unghiurilor de înclinare a degetului, este exprimat și în cazul de față prin procente, care sunt tabelate cum urmează:

Tabelul V.16.

		Diferențe expr. în procente(%)								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	1.902	1.367	0.714	-0.054	-0.937	-1.935	-3.047	-4.273	-5.614
	-15	3.244	2.709	2.056	1.287	0.404	-0.593	-1.705	-2.931	-4.273
	-10	4.47	3.935	3.282	2.514	1.63	0.633	-0.479	-1.705	-3.047
	-5	5.582	5.046	4.394	3.625	2.742	1.745	0.633	-0.593	-1.935
	0	6.579	6.044	5.391	4.623	3.739	2.742	1.63	0.404	-0.937
	5	7.462	6.927	6.274	5.506	4.623	3.625	2.514	1.287	-0.054
	10	8.231	7.695	7.043	6.274	5.391	4.394	3.282	2.056	0.714
	15	8.884	8.348	7.695	6.927	6.044	5.046	3.935	2.709	1.367
	20	9.419	8.884	8.231	7.462	6.579	5.582	4.47	3.244	1.902

Reprezentând grafic, obținem nouă curbe în conformitate cu cele nouă valori de unghiuri alese arbitrar pentru înclinarea degetelor la intrarea și ieșirea lor din brazda de furaje.

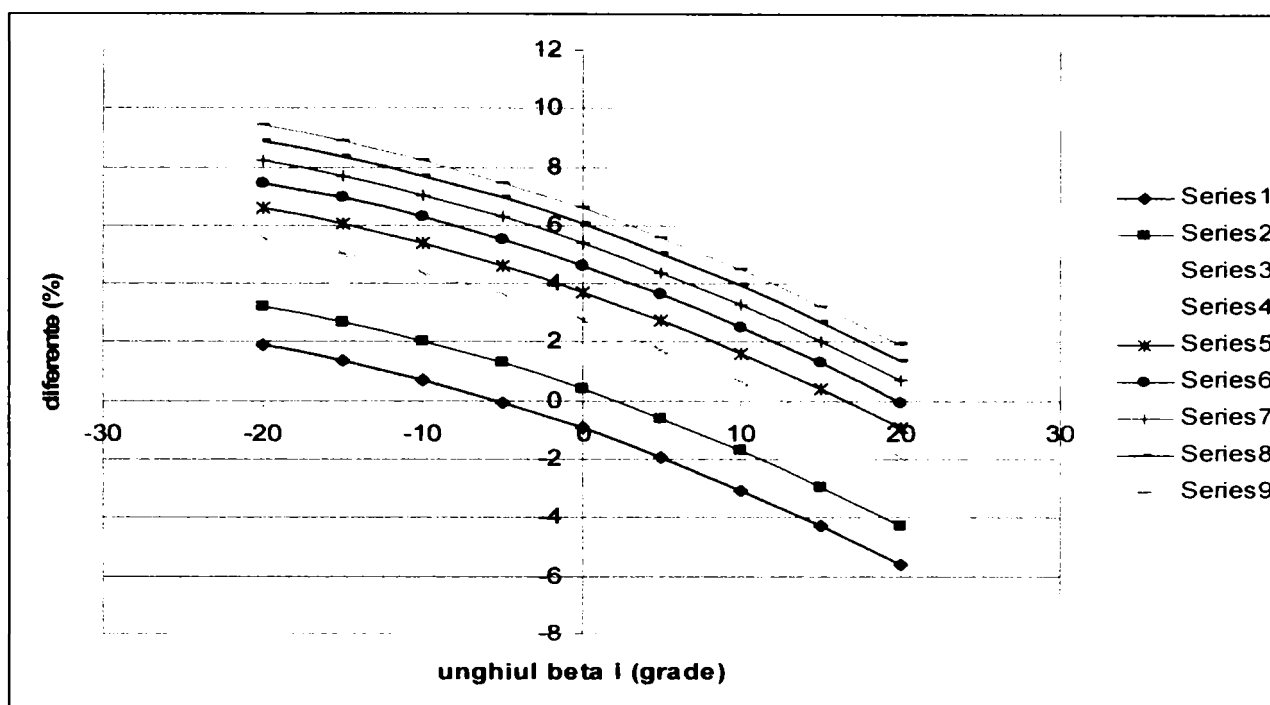


Fig.V.14. Variația procentuală a diferențelor de lungimi în funcție de valorile unghiurilor de intrare și ieșire din brazdă a degetului.

Se observă o scădere și mai pronunțată a diferenței de zonă activă, în metrii, dintre cele două variante tehnice, exprimate în procente, odată cu creșterea în înălțime a zonei active de greblare notată cu h . Această tendință este totuși limitată, deoarece experimental s-a stabilit că în urma greblelor, fie ele rotative sau de altă natură constructivă, brazdele se pot împurifica cu pământ, datorită contactelor sporadice ale degetelor cu solul, unde terenul în prealabil înființării culturilor nu a fost pregătit conform cerințelor agro-zootehnice.

V.3.1.1. Concluzii

După cum se constată în urma analizei valorilor obținute și tabelate de mai sus, pentru o anumită valoare ale elementelor constructive și funcționali, care s-au ales astfel ca să fie apropiate de cele deja existente în construcția utilajelor, care au rezultate bune în domeniul ridicării plantelor furajere din brazdă. În cazul utilizării tobelor cu degete elastice rabatabile retractabile spațiul activ al unui deget care intră în brazdă în vederea greblării – adunării și până la ieșirea lui este sensibil mai mare față de spațiul parcurs de un deget nerabatabil așezat razant pe o tobă cu caracteristici constructive identice.

În aceste condiții, menținând constant în formula de calcul toate valorile cu excepția înălțimii zonei active de greblare notată cu h , putem constata o scădere continuă a diferenței de lungime a zonei active obținută prin înclinarea degetelor față de varianta clasică unde degetele sunt așezate radial pe toba. Exprimat în procente

această scădere este foarte vizibilă, de la 15,6% până la 9,5% pentru o creștere în înălțime a zonei active de greblare de cca. 50%.

Lungimea zonei active a degetelor nerabatabile crește sensibil odată cu creșterea înălțimii brazdei și scade odată cu reducerea acesteia.

În continuare păstrăm în formula de calcul valoarea cea mai avantajoasă a înălțimii zonei active de greblare $h = 50$ mm, la care s-a obținut un spor de 15,5% a zonei active de greblare a degetului rabatat față de cel clasic și vom proceda la mărirea vitezei unghiulare a tobei, notată cu ω . Parametri constructiv aleși rămân neschimbați, cum ar fi lungimea degetului, raza tobei, viteza de deplasare a mașinii.

V.3.2. Studiul efectelor variației vitezei unghiulare a tobei ω , asupra distanței de greblare X_T , a tobei ridicătoare cu degete elastice retractabile

Urmărind cu atenție modul de lucru al tobelor cu degete elastice retractabile, observăm că în faza a doua de lucru a tobei, adică faza în care degetele realizează ridicarea materialului furajer din brazdă și transportul lui până la un alt organ de lucru, o importanță majoră se acordă parametrului numit viteza unghiulară a tobei, notată cu ω .

Această viteză unghiulară a tobei trebuie să aibă o valoare limitată din punct de vedere tehnic și funcțional.

Din punct de vedere tehnic, rotirea tobei trebuie asigurată astfel încât să permită rotirea degetelor tobei, după terminarea fazei a III-a de lucru, în sens invers, astfel încât la o nouă intrarea lui în brazdă în vederea executării primei faze de lucru, greblarea, să aibă o poziție corespunzătoare, înclinat față de raza tobei cu un unghi de β_1 , denumit unghi de intrare în brazdă a degetului.

Suplimentar, viteza de rotire a tobei îngăduie rotirea barei port - degetului până ce ajunge la valoarea α_{max} , unghi format între raza port-degetului cu axa orizontală, valoare atinsă maximă este de 30° în cazul calculelor noastre. După atingerea valorii maxime de înclinare a degetului tobei, în poziția în care acesta trebuie să poată să execute o rotire în sens invers rotirii tobei până ce ajunge la o valoare notată cu β_0 , denumită unghi de ieșire din brazdă.

Toate aceste cerințe tehnice vizează și profilul camei, care dirijează și supervizează mișcarea barelor cu degete elastice.

Mai există și o cerință funcțională care trebuie respectată la stabilirea vitezei de rotire unghiulară a tobei și anume ridicarea și antrenarea materialului furajer de către degetele elastice, ceea ce trebuie să se realizeze în așa fel încât să nu fie aruncat în fața dispozitivului materialul furajer. Acest lucru ar însemna o permanentă aglomerare a materialului furajer în fața tobei, iar pierderile ar fi semnificative mai ales în cazul furajelor mai uscate prin scuturarea frunzișului sau florescențelor care reprezintă cea mai valoroasă parte nutritivă a furajelor.

Cum am procedat în prima parte, la menținerea unor valori constructive ale tobei constante și am variat un singur termen al relației de calcul al lungimii active de greblare a miriști și în cazul de față păstrăm valorile constructive alese anterior constanți, cu o înălțime a zonei active de greblare $h = 50$ mm și o să variem viteza de

rotire a tobei, pentru a ne da seama ce influență are asupra lungimii de greblare notată cu X_T .

În tabelul V.17. prezentăm valorile cu care se va executa calculele:

Tabelul V.17.

α_{max} (°)	h(mm)	n(rot/min)	V_m (m/s)	l(mm)	r(mm)	Lung(m)	Proc_max(%)
30	50	135	1.8	130	150	0,481	13,497

Corespunzător tabelului, doar valoarea vitezei unghiulare de rotire a tobei a fost modificată, ceea ce duce la modificarea valorilor X_T , după cum urmează:

Tabelul V.18.

		X_T (m)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	0.503	0.502	0.499	0.496	0.491	0.485	0.478	0.469	0.46
	-15	0.513	0.511	0.509	0.505	0.501	0.495	0.487	0.479	0.469
	-10	0.521	0.52	0.517	0.514	0.509	0.503	0.496	0.487	0.478
	-5	0.528	0.527	0.525	0.521	0.516	0.51	0.503	0.495	0.485
	0	0.534	0.533	0.531	0.527	0.522	0.516	0.509	0.501	0.491
	5	0.539	0.538	0.535	0.532	0.527	0.521	0.514	0.505	0.496
	10	0.543	0.541	0.539	0.535	0.531	0.525	0.517	0.509	0.499
	15	0.545	0.544	0.541	0.538	0.533	0.527	0.52	0.511	0.502
20	0.546	0.545	0.543	0.539	0.534	0.528	0.521	0.513	0.503	

Diferența dintre lungimile active de lucru a degetelor celor două variante constructive de tobe este redată în tabelul V.19.:

Tabelul V.19.

		Diferențe de lungimi $= (X_T - L_{deg. fix})(m)$								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	0.022	0.021	0.018	0.015	0.01	0.004	-0.003	-0.012	-0.021
	-15	0.031	0.03	0.028	0.024	0.019	0.013	0.006	-0.002	-0.012
	-10	0.04	0.039	0.036	0.033	0.028	0.022	0.015	0.006	-0.003
	-5	0.047	0.046	0.043	0.04	0.035	0.029	0.022	0.013	0.004
	0	0.053	0.052	0.049	0.046	0.041	0.035	0.028	0.019	0.01
	5	0.058	0.057	0.054	0.051	0.046	0.04	0.033	0.024	0.015
	10	0.061	0.06	0.058	0.054	0.049	0.043	0.036	0.028	0.018
	15	0.064	0.063	0.06	0.057	0.052	0.046	0.039	0.03	0.021
20	0.065	0.064	0.061	0.058	0.053	0.047	0.04	0.031	0.022	

Reprezentând grafic, se obțin o serie de curbe în număr de nouă, corespunzătoare variației unghiurilor de intrare și de ieșire a degetului tobei în și din brazda de furaje.

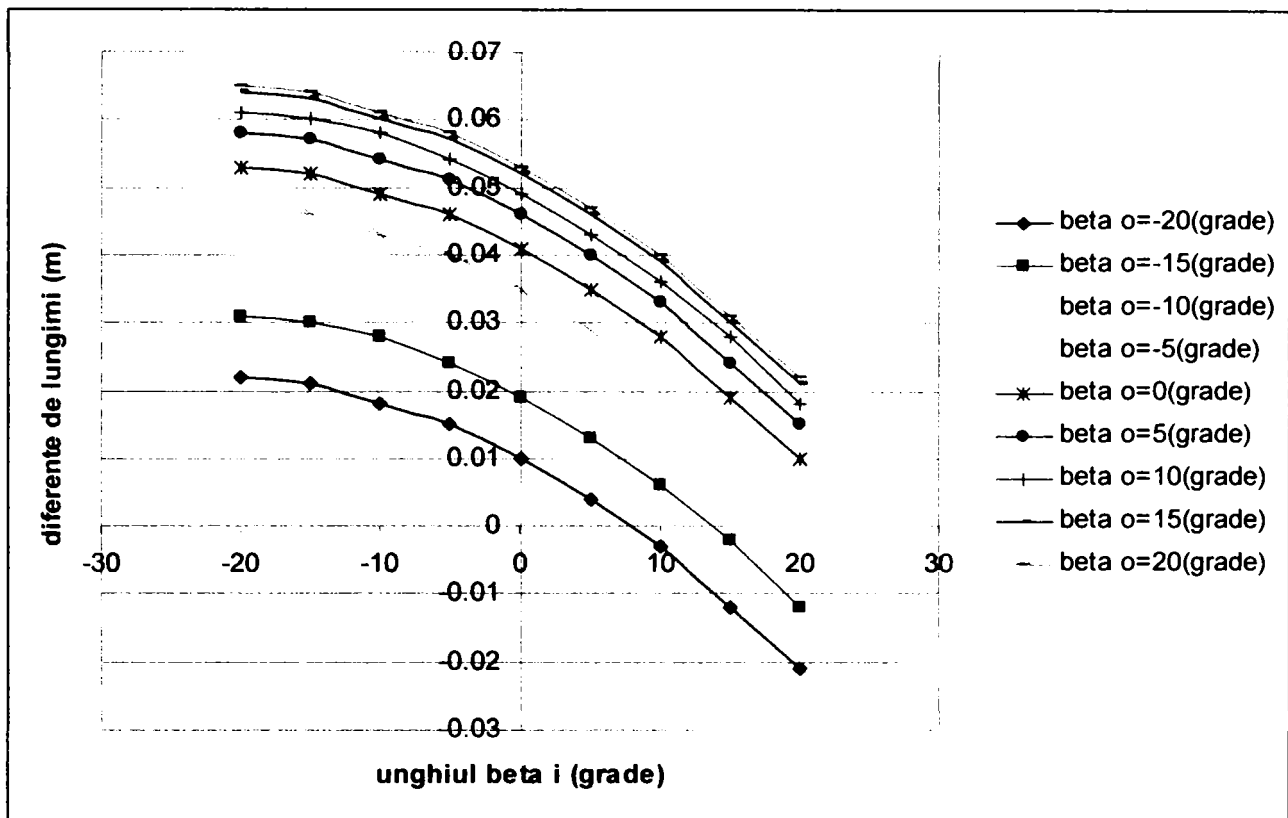


Fig.V.15. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Unele valori sunt cu semn negativ, ce reprezintă un caz aparte unde varianta de tobă cu degete variabil înclinate, nu are spor față de tobă cu degete așezate razant în ceea ce privește lungimea zonei active de greblare.

Diferențele dintre cele două tipuri constructive de tobe se mai pot exprima și în procente:

Tabelul V.20.

		Diferențe expr. în procente(%)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	4.523	4.282	3.783	3.031	2.031	0.786	-0.707	-2.45	-4.451
	-15	6.524	6.283	5.784	5.032	4.032	2.787	1.294	-0.45	-2.45
	-10	8.267	8.027	7.527	6.775	5.776	4.53	3.037	1.294	-0.707
	-5	9.76	9.519	9.02	8.268	7.269	6.023	4.53	2.787	0.786
	0	11.005	10.765	10.265	9.514	8.514	7.269	5.776	4.032	2.031
	5	12.005	11.765	11.265	10.513	9.514	8.268	6.775	5.032	3.031
	10	12.757	12.516	12.017	11.265	10.265	9.02	7.527	5.784	3.783
	15	13.256	13.016	12.516	11.765	10.765	9.519	8.027	6.283	4.282
	20	13.497	13.256	12.757	12.005	11.005	9.76	8.267	6.524	4.523

Utilizând valorile din tabelul V.20, graficul trasat va arăta ca în figura V.16. :

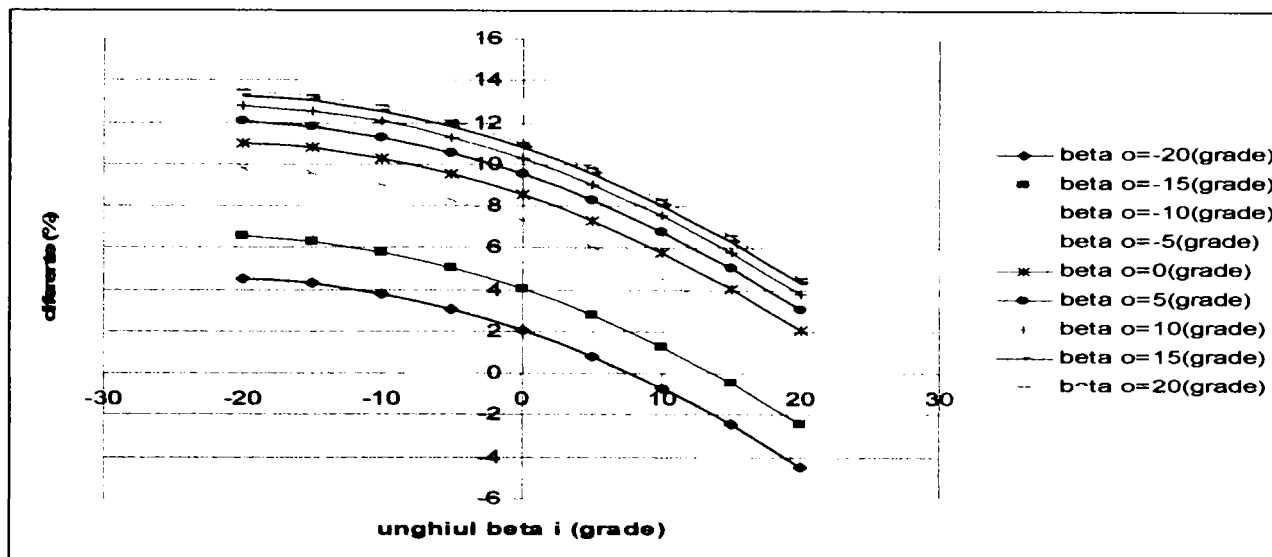


Fig.V.16. Variația procentuală a diferențelor de lungimi în funcție de valorile unghiurilor de intrare și ieșire din brazdă a degetului.

În continuare majorăm valoarea vitezei unghiulară a tobei:

Tabelul V.21.

α_{max} (°)	h(mm)	n(rot/min)	V_m (m/s)	l(mm)	r(mm)	Lung(m)	Proc_max(%)
30	50	170	1.8	130	150	0.448	12,059

Lungimile de greblare aferente sunt:

Tabelul V.22.

		X_T (m)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	0.468	0.467	0.466	0.463	0.46	0.455	0.449	0.442	0.433
	-15	0.476	0.476	0.474	0.472	0.468	0.463	0.457	0.45	0.442
	-10	0.483	0.483	0.481	0.479	0.475	0.47	0.464	0.457	0.449
	-5	0.489	0.489	0.487	0.485	0.481	0.476	0.47	0.463	0.455
	0	0.494	0.494	0.492	0.489	0.486	0.481	0.475	0.468	0.46
	5	0.498	0.497	0.496	0.493	0.489	0.485	0.479	0.472	0.463
	10	0.5	0.5	0.498	0.496	0.492	0.487	0.481	0.474	0.466
	15	0.502	0.501	0.5	0.497	0.494	0.489	0.483	0.476	0.467
	20	0.502	0.502	0.5	0.498	0.494	0.489	0.483	0.476	0.468

Diferențele de lungimi dintre cele două variante constructive sunt:

Tabelul V.23.

		Diferențe de lungimi $=(X_T - L_{deg. fix})(m)$								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	0.02	0.019	0.018	0.015	0.012	0.007	0.001	-0.006	-0.015
	-15	0.028	0.028	0.026	0.024	0.02	0.015	0.009	0.002	-0.006
	-10	0.035	0.035	0.033	0.031	0.027	0.022	0.016	0.009	0.001
	-5	0.041	0.041	0.039	0.037	0.033	0.028	0.022	0.015	0.007
	0	0.046	0.046	0.044	0.042	0.038	0.033	0.027	0.02	0.012
	5	0.05	0.049	0.048	0.045	0.042	0.037	0.031	0.024	0.015
	10	0.052	0.052	0.051	0.048	0.044	0.039	0.033	0.026	0.018
	15	0.054	0.053	0.052	0.049	0.046	0.041	0.035	0.028	0.019
	20	0.054	0.054	0.052	0.05	0.046	0.041	0.035	0.028	0.02

Și în cazul de față avem de a face cu unele valori negative, care ne exprimă că valoarea lungimii active a degetului în brazdă este mai mare în cazul tobei cu degete așezate razant.

Reprezentând grafic diferențele de lungimi, obținem:

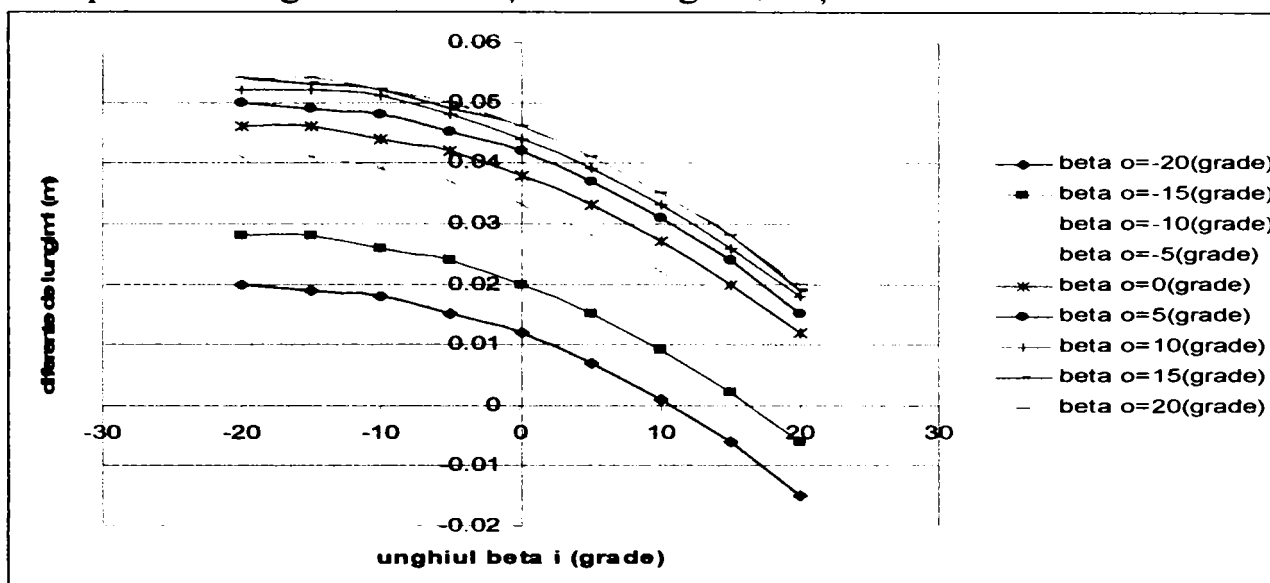


Fig.V.17. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Exprimând diferențele procentual, obținem:

Tabelul V.24.

		Diferențe expr. în procente(%)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_0 (°)	-20	4.402	4.338	4.012	3.43	2.597	1.514	0.181	-1.406	-3.254
	-15	6.25	6.186	5.859	5.277	4.444	3.362	2.029	0.442	-1.406
	-10	7.838	7.773	7.447	6.865	6.032	4.949	3.616	2.029	0.181
	-5	9.171	9.106	8.78	8.198	7.365	6.282	4.949	3.362	1.514
	0	10.253	10.189	9.862	9.28	8.447	7.365	6.032	4.444	2.597
	5	11.086	11.022	10.695	10.113	9.28	8.198	6.865	5.277	3.43
	10	11.668	11.604	11.277	10.695	9.862	8.78	7.447	5.859	4.012
	15	11.995	11.93	11.604	11.022	10.189	9.106	7.773	6.186	4.338
	20	12.059	11.995	11.668	11.086	10.253	9.171	7.838	6.25	4.402

Variația procentuală reprezentată sub formă de grafice:

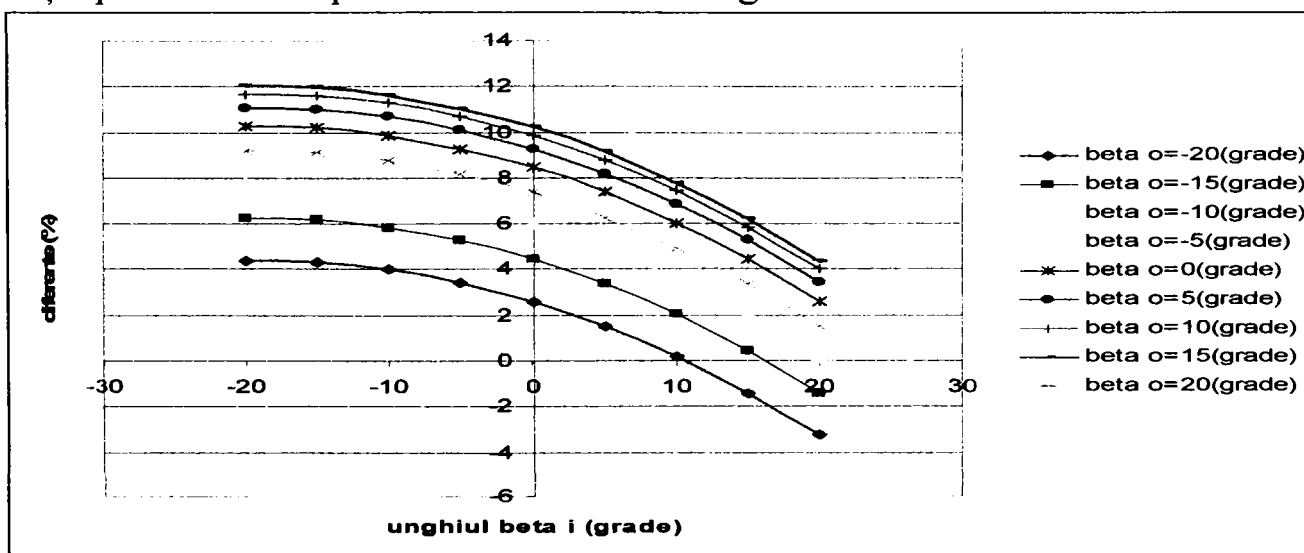


Fig.V.18. Variația procentuală a diferențelor de lungimi în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului.

Mărim în continuare valoarea vitezei de rotație:

Tabelul V.25.

α_{\max} (°)	h(mm)	n(rot/min)	V_m (m/s)	l(mm)	r(mm)	Lung(m)	Proc_max(%)
30	50	205	1.8	130	150	0.426	11,123

Valorile lungimii zonei active al unui deget X_T sunt calculate și prezentate în tabel:

Tabelul V.26.

		X_T (m)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	0.444	0.445	0.444	0.442	0.439	0.435	0.43	0.423	0.416
	-15	0.452	0.452	0.451	0.449	0.446	0.442	0.437	0.431	0.423
	-10	0.458	0.458	0.457	0.455	0.452	0.448	0.443	0.437	0.43
	-5	0.463	0.463	0.463	0.461	0.458	0.454	0.448	0.442	0.435
	0	0.467	0.468	0.467	0.465	0.462	0.458	0.452	0.446	0.439
	5	0.47	0.471	0.47	0.468	0.465	0.461	0.455	0.449	0.442
	10	0.472	0.472	0.472	0.47	0.467	0.463	0.457	0.451	0.444
	15	0.473	0.473	0.472	0.471	0.468	0.463	0.458	0.452	0.445
20	0.473	0.473	0.472	0.47	0.467	0.463	0.458	0.452	0.444	

Diferențele de lungimi sunt următoarele:

Tabelul V.27.

		Diferențe de lungimi $= (X_T - L_{\text{deg. fix}})$ (m)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	0.018	0.019	0.018	0.016	0.013	0.009	0.004	-0.003	-0.01
	-15	0.026	0.026	0.025	0.023	0.02	0.016	0.011	0.005	-0.003
	-10	0.032	0.032	0.031	0.03	0.027	0.022	0.017	0.011	0.004
	-5	0.037	0.037	0.037	0.035	0.032	0.028	0.022	0.016	0.009
	0	0.041	0.042	0.041	0.039	0.036	0.032	0.027	0.02	0.013
	5	0.044	0.045	0.044	0.042	0.039	0.035	0.03	0.023	0.016
	10	0.046	0.047	0.046	0.044	0.041	0.037	0.031	0.025	0.018
	15	0.047	0.047	0.047	0.045	0.042	0.037	0.032	0.026	0.019
20	0.047	0.047	0.046	0.044	0.041	0.037	0.032	0.026	0.018	

Reprezentând grafic diferențele de lungimi, obținem:

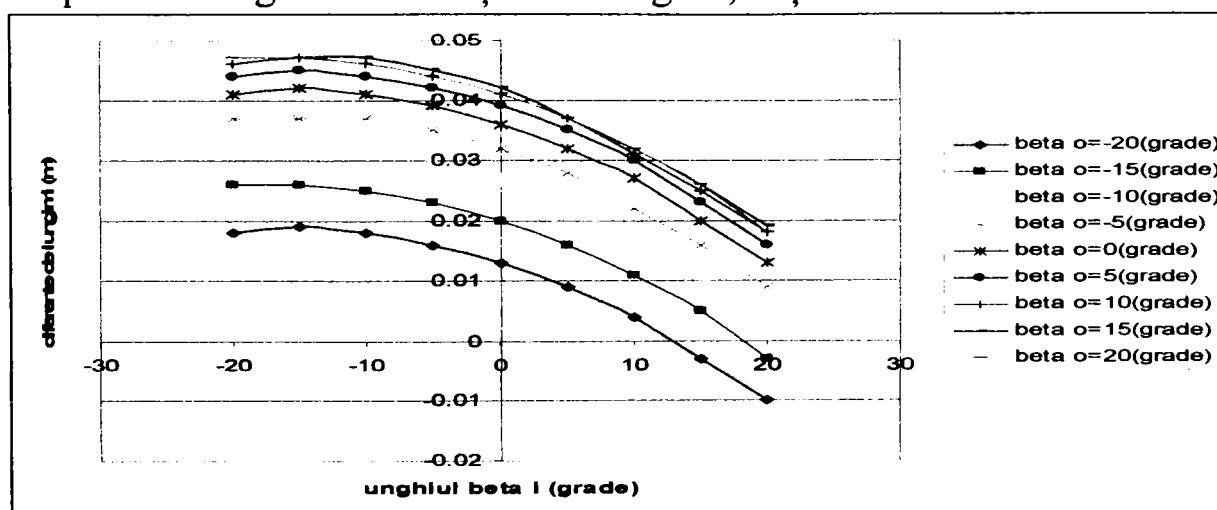


Fig.V.19. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Tabelul V.28.

		Diferențe expr. în procente(%)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	4.313	4.38	4.182	3.726	3.017	2.056	0.842	-0.629	-2.363
	-15	6.047	6.114	5.916	5.46	4.751	3.79	2.576	1.105	-0.629
	-10	7.518	7.585	7.387	6.931	6.222	5.261	4.047	2.576	0.842
	-5	8.732	8.799	8.601	8.146	7.436	6.475	5.261	3.79	2.056
	0	9.694	9.76	9.562	9.107	8.398	7.436	6.222	4.751	3.017
	5	10.403	10.469	10.271	9.816	9.107	8.146	6.931	5.46	3.726
	10	10.858	10.925	10.727	10.271	9.562	8.601	7.387	5.916	4.182
	15	11.056	11.123	10.925	10.469	9.76	8.799	7.585	6.114	4.38
	20	10.989	11.056	10.858	10.403	9.694	8.732	7.518	6.047	4.313

Reprezentarea grafică a valorilor din tabel are forma:

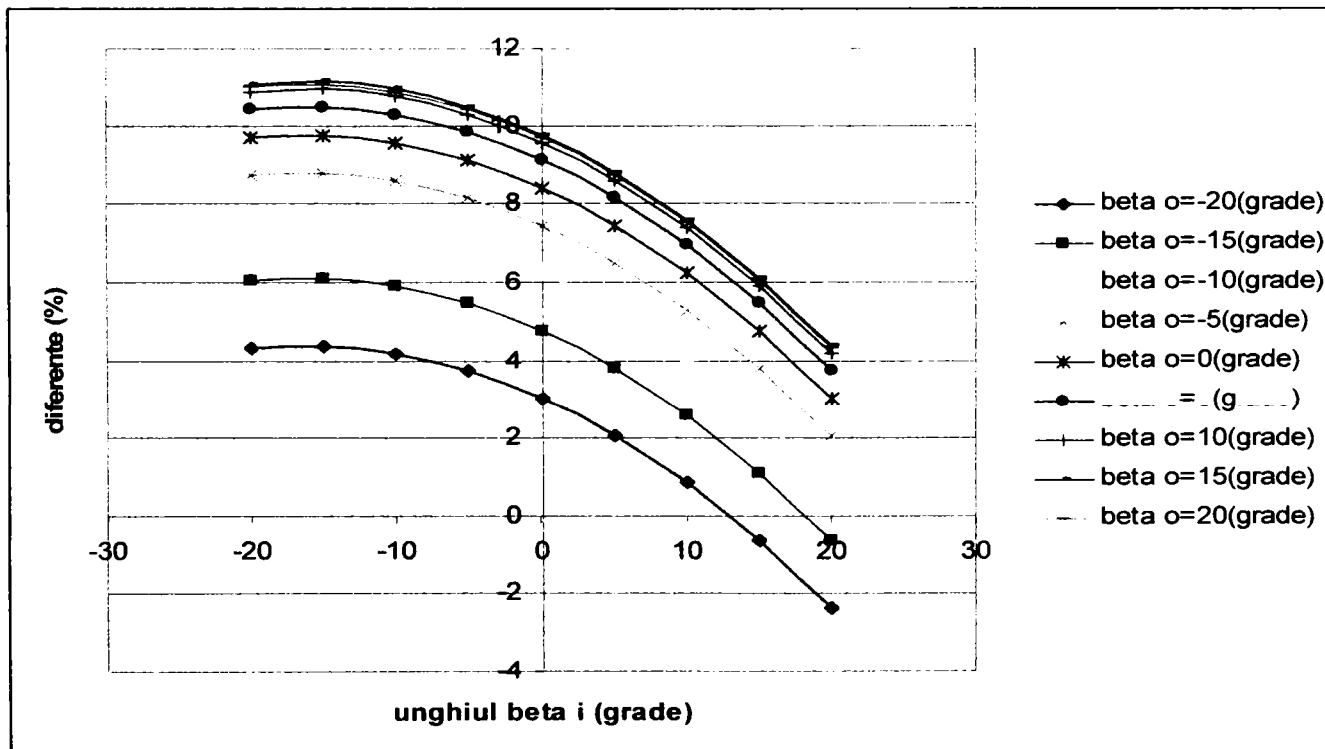


Fig.V.20. Variația procentuală a diferențelor de lungimi în funcție de valorile unghiurilor de intrere și ieșire din brazdă a degetului.

V.3.2.1. Concluzii

După cum reiese din calcule, mărirea succesivă a valorii vitezei unghiulare a tobei ω , nu duce la un spor scontat în creșterea lungimii active de greblare a degetului. Tocmai invers, mărirea vitezei unghiulare a tobei duce la micșorarea lungimii zonei active a degetului rabatabil.

Trebuie să menționăm și efectul negativ a măririi vitezei unghiulare a tobei asupra camei de ghidare a barelor cu degete. Creșterea excesivă a vitezei unghiulare de rotire a tobei ar duce la imposibilitatea tehnică de copiere a profilului camei a barelor, ceea ce ar duce la neefectuarea rabatării degetelor tobei la intrare în brazdă, respectiv în brazdă și la ieșirea lor din brazdă.

Viteza unghiulară de rotire a tobei mai scăzută favorizează continuitatea brazdei de furaje, evită fragmentarea acesteia prin răsfirarea ei sau aruncarea ei în fața tobei. Dacă brazda este continuă, pierderile prin scuturarea frunzelor și inflorescențelor se reduce, furajul ridicat din brazdă își păstrează valoarea nutritivă.

Dezavantajul unei viteze unghiulare a tobei de ridicare cu degete elastice retractabile ar fi evidente în cazul vitezelor de înaintare excesive și necorelate cu acesta. În majoritatea cazurilor, mai ales la mașini de recoltat moderne aceste probleme au fost rezolvate, existând perfectă corelare între acești termeni.

Valorile majorate chiar peste 100% al vitezei unghiulare a tobei totuși nu a avut rezultatul scăderii excesive a diferenței de lungimi active de greblare notat cu X_T a unui deget dintre cele două variante constructive. Procentual scăderea ce a avut loc de la 15,6% la 11,12%, reprezintă mai puțin decât în cazul creșterii în înălțime a zonei active de greblare, unde creșterea cu peste 100% a înălțimii zonei de greblare a condus la o scădere de la 15,6% la 9,4%.

V.3.3. Studiul efectelor variației vitezei de deplasare a mașinii de recoltat v_m , asupra distanței de greblare X_T a tobei ridicătoare cu degete elastice retractabile

Se cunoaște din experiența de zi cu zi că mărirea vitezei de deplasare a mașinii de recoltat atrage după ea drept consecință pierderi de materiale furajere. Totuși, se observă că pierderile minime de material se obțin la valorile tot mai mici al indicelui regimului cinematic notat cu λ , atunci când viteza de înaintare în lucru crește. Toate aceste observații sunt însă valabile pentru tobe cu degete așezate razant.

În continuare se analizează influența vitezei de lucru, de deplasare a mașinii, asupra lungimii de greblare notată cu X_T , în cazul tobei cu degete înclinabile.

Procedăm la menținerea constantă a valorilor favorabile ce ne rezultau până în prezent din calcule efectuate, iar în continuare trecem la modificarea mărimii vitezei de deplasare a mașinii.

Formula de calcul va avea următorii termeni:

Tabelul V.29.

α_{max} (°)	h(mm)	n(rot/min)	V_m (m/s)	l(mm)	r(mm)	Lung(m)	Proc_max(%)
30	50	100	2	130	150	0.562	16,279

Calculând valorile lungimii active X_T al unui deget, obținem valorile conform tabelului V.30.:

		$X_T(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	0.589	0.586	0.581	0.575	0.567	0.559	0.548	0.537	0.524
	-15	0.602	0.599	0.594	0.588	0.58	0.572	0.561	0.55	0.537
	-10	0.613	0.61	0.605	0.599	0.592	0.583	0.573	0.561	0.548
	-5	0.623	0.62	0.615	0.609	0.602	0.593	0.583	0.572	0.559
	0	0.632	0.629	0.624	0.618	0.611	0.602	0.592	0.58	0.567
	5	0.64	0.636	0.632	0.626	0.618	0.609	0.599	0.588	0.575
	10	0.646	0.642	0.638	0.632	0.624	0.615	0.605	0.594	0.581
	15	0.65	0.647	0.642	0.636	0.629	0.62	0.61	0.599	0.586
	20	0.654	0.65	0.646	0.64	0.632	0.623	0.613	0.602	0.589

Se poate observa o oarecare creștere, ce-i drept mică, a valorilor lungimii active X_T calculate în cazul dobei cu degete înclinabile în defavoarea tobei cu degete așezate radial.

Diferența de lungimi sunt calculate, tabelul V.31. și se prezintă astfel:

Tabelul V.31.

		Diferențe de lungimi $=(X_T - L \text{ deg. fix})(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	0.027	0.023	0.019	0.013	0.005	-0.004	-0.014	-0.025	-0.038
	-15	0.04	0.036	0.032	0.026	0.018	0.009	-0.001	-0.012	-0.025
	-10	0.051	0.048	0.043	0.037	0.03	0.021	0.011	-0.001	-0.014
	-5	0.061	0.058	0.053	0.047	0.04	0.031	0.021	0.009	-0.004
	0	0.07	0.067	0.062	0.056	0.049	0.04	0.03	0.018	0.005
	5	0.077	0.074	0.07	0.063	0.056	0.047	0.037	0.026	0.013
	10	0.084	0.08	0.076	0.07	0.062	0.053	0.043	0.032	0.019
	15	0.088	0.085	0.08	0.074	0.067	0.058	0.048	0.036	0.023
	20	0.092	0.088	0.084	0.077	0.07	0.061	0.051	0.04	0.027

Reprezentând grafic, obținem:

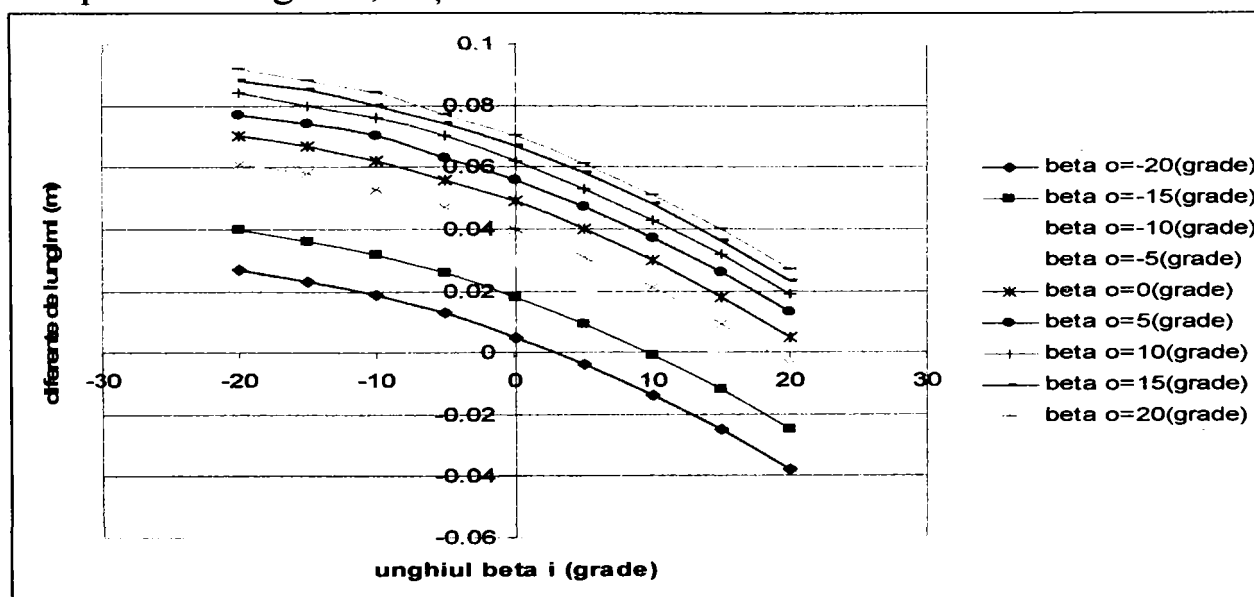


Fig.V.21. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Diferențele între valorile lungimilor active a degetelor dintre cele două tipuri constructive se pot exprima și în procente:

Tabelul V.32

		Diferențe expr. în procente(%)								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	4.755	4.175	3.34	2.259	0.938	-0.624	-2.425	-4.471	-6.768
	-15	7.052	6.472	5.637	4.557	3.235	1.674	-0.128	-2.174	-4.471
	-10	9.098	8.517	7.683	6.602	5.281	3.719	1.918	-0.128	-2.425
	-5	10.9	10.319	9.484	8.404	7.082	5.521	3.719	1.674	-0.624
	0	12.461	11.88	11.046	9.965	8.643	7.082	5.281	3.235	0.938
	5	13.783	13.202	12.367	11.287	9.965	8.404	6.602	4.557	2.259
	10	14.863	14.282	13.448	12.367	11.046	9.484	7.683	5.637	3.34
	15	15.698	15.117	14.282	13.202	11.88	10.319	8.517	6.472	4.175
	20	16.279	15.698	14.863	13.783	12.461	10.9	9.098	7.052	4.755

Reprezentând grafic, obținem următoarele curbe:

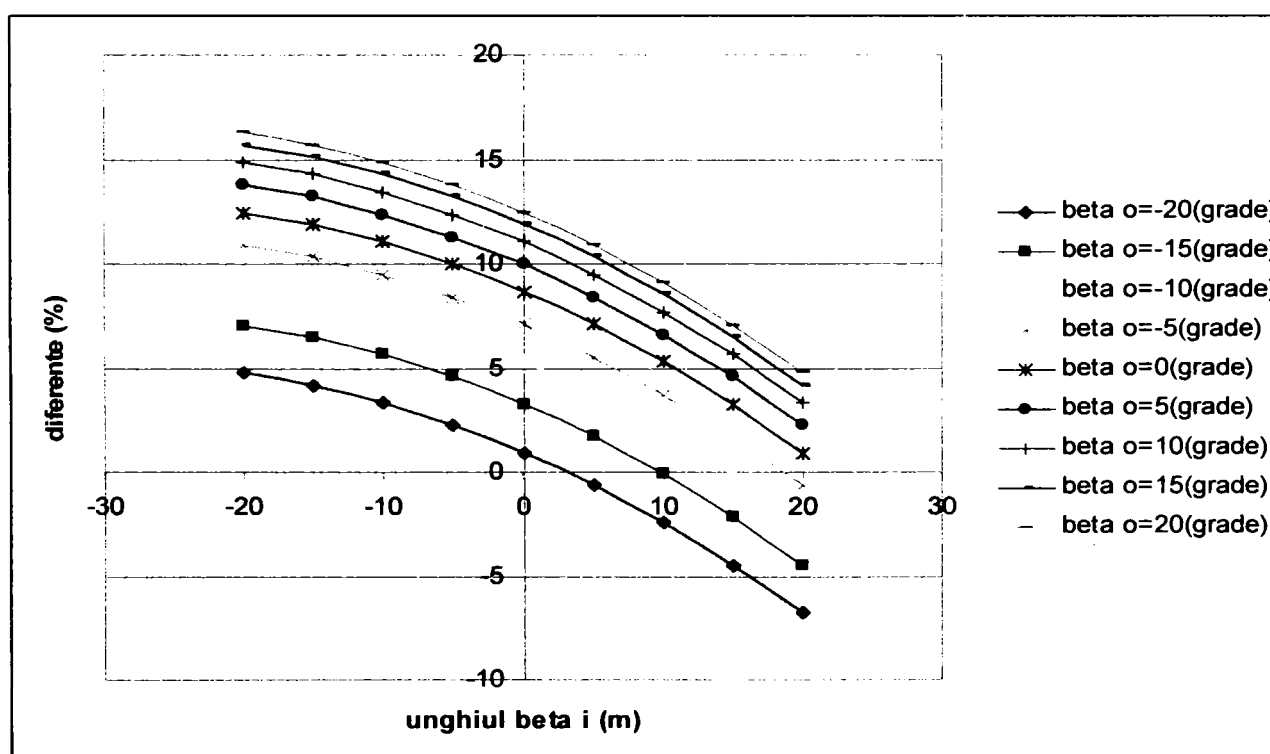


Fig.V.22. Variația procentuală a diferențelor de lungimi în funcție de valorile unghiurilor de intrare și ieșire din brazdă a degetului.

Procedăm în continuare la mărirea valorii vitezei de lucru a mașinii:

Tabelul V.33.

$\alpha_{max} (^{\circ})$	h(mm)	n(rot/min)	V_m (m/s)	l(mm)	r(mm)	Lung(m)	Proc_max(%)
30	50	100	2,2	130	150	0.586	16,963

Calculând lungimii active X_T ale degetelor, obținem conform tabelului V.34. următoarele valori:

		$X_T(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	0.615	0.611	0.605	0.599	0.59	0.581	0.57	0.557	0.543
	-15	0.629	0.625	0.619	0.612	0.604	0.595	0.584	0.571	0.557
	-10	0.641	0.637	0.632	0.625	0.617	0.607	0.596	0.584	0.57
	-5	0.652	0.648	0.643	0.636	0.628	0.618	0.607	0.595	0.581
	0	0.662	0.658	0.652	0.645	0.637	0.628	0.617	0.604	0.59
	5	0.67	0.666	0.661	0.654	0.645	0.636	0.625	0.612	0.599
	10	0.677	0.673	0.667	0.661	0.652	0.643	0.632	0.619	0.605
	15	0.682	0.678	0.673	0.666	0.658	0.648	0.637	0.625	0.611
	20	0.686	0.682	0.677	0.67	0.662	0.652	0.641	0.629	0.615

Diferențele de lungimi calculate, sunt prezentate sub formă de tabel:

Tabelul V.35

		Diferențe de lungimi $= (X_T - L \text{ deg. fix})(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	0.028	0.024	0.019	0.012	0.004	-0.006	-0.017	-0.029	-0.043
	-15	0.042	0.038	0.033	0.026	0.018	0.008	-0.003	-0.015	-0.029
	-10	0.055	0.051	0.045	0.038	0.03	0.021	0.01	-0.003	-0.017
	-5	0.066	0.062	0.056	0.049	0.041	0.032	0.021	0.008	-0.006
	0	0.075	0.071	0.066	0.059	0.051	0.041	0.03	0.018	0.004
	5	0.083	0.079	0.074	0.067	0.059	0.049	0.038	0.026	0.012
	10	0.09	0.086	0.081	0.074	0.066	0.056	0.045	0.033	0.019
	15	0.096	0.092	0.086	0.079	0.071	0.062	0.051	0.038	0.024
	20	0.099	0.096	0.09	0.083	0.075	0.066	0.055	0.042	0.028

Reprezentând grafic, aceste diferențe de lungimi, obținem o serie de nouă curbe care sunt atașate celor nouă valori ale unghiurilor de intrare în brazdă a degetului β_i , respectiv β_o , unghiul de ieșire din brazdă a degetului, în funcție de diferența de lungime a zonei active măsurată în metrii:

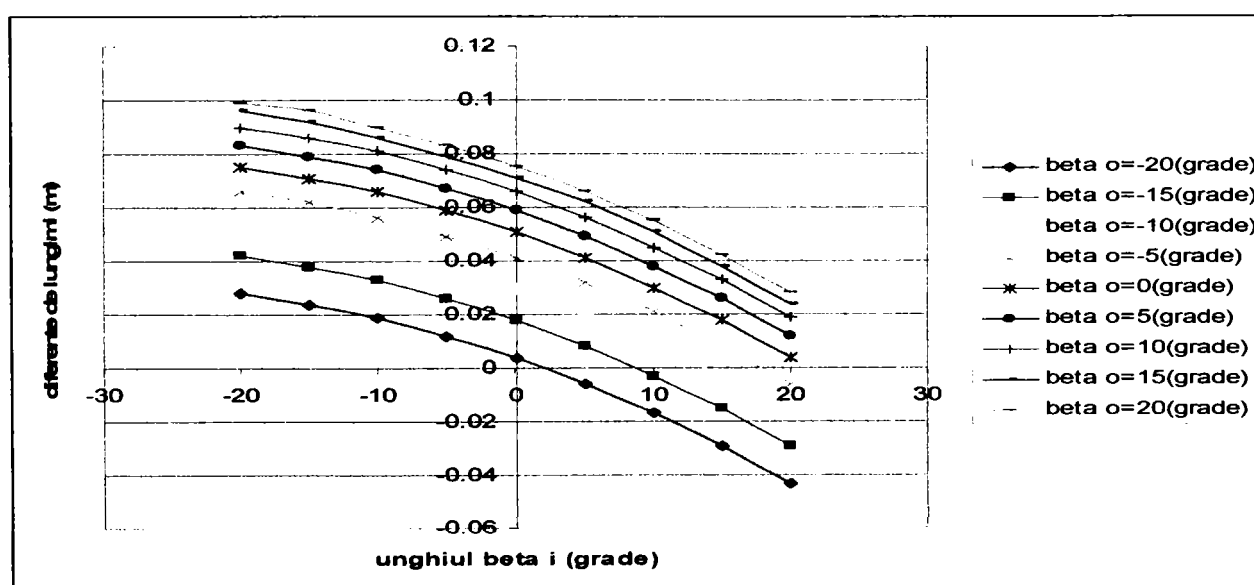


Fig.V.23. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Diferențele de lungimi se pot exprima și în procente:

Tabelul V.36.

		Diferențe expr. în procente(%)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	4.813	4.148	3.231	2.07	0.668	-0.97	-2.848	-4.968	-7.338
	-15	7.183	6.518	5.601	4.439	3.038	1.4	-0.478	-2.598	-4.968
	-10	9.303	8.638	7.721	6.56	5.159	3.52	1.642	-0.478	-2.848
	-5	11.18	10.516	9.599	8.437	7.036	5.397	3.52	1.4	-0.97
	0	12.819	12.155	11.238	10.076	8.675	7.036	5.159	3.038	0.668
	5	14.22	13.556	12.639	11.477	10.076	8.437	6.56	4.439	2.07
	10	15.382	14.717	13.8	12.639	11.238	9.599	7.721	5.601	3.231
	15	16.299	15.634	14.717	13.556	12.155	10.516	8.638	6.518	4.148
	20	16.963	16.299	15.382	14.22	12.819	11.18	9.303	7.183	4.813

Reprezentând grafic aceste valori exprimate în procente, obținem:

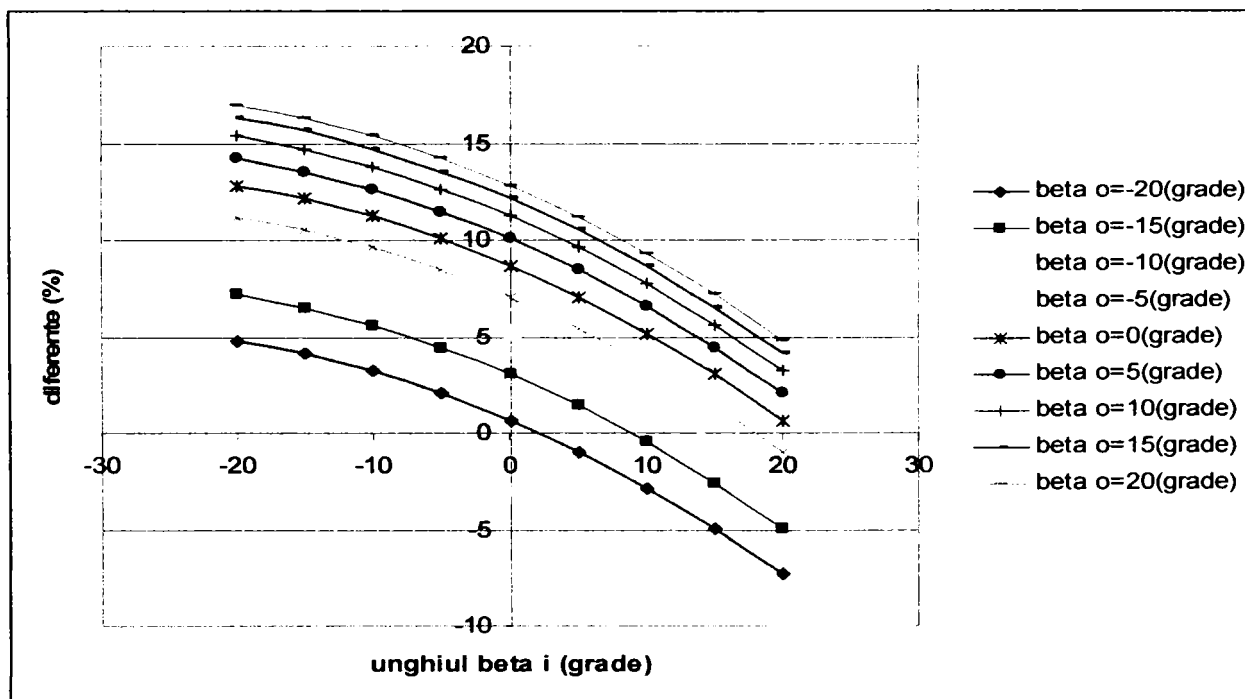


Fig. V.24. Variația procentuală a diferențelor de lungimi în funcție de valorile unghiurilor de intrare și ieșire din brazdă a degetului.

Mentținând constant valorile constructive din formula de calcul, dar majorând în continuare valoarea vitezei de lucru, avem:

Tabelul V.37.

α_{max} (°)	h(mm)	n(rot/min)	V_m (m/s)	l(mm)	r(mm)	Lung(m)	Proc_max(%)
30	50	100	2,4	130	150	0.611	17,594

Calculând și în acest caz valorile lungimilor X_T , conform tabelului V.38., se obține:

Tabelul V.38

		$X_T(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	0.64	0.636	0.63	0.622	0.613	0.603	0.591	0.578	0.563
	-15	0.655	0.651	0.645	0.637	0.628	0.618	0.606	0.592	0.578
	-10	0.669	0.664	0.658	0.65	0.641	0.631	0.619	0.606	0.591
	-5	0.681	0.676	0.67	0.662	0.653	0.643	0.631	0.618	0.603
	0	0.691	0.686	0.68	0.673	0.664	0.653	0.641	0.628	0.613
	5	0.7	0.695	0.689	0.682	0.673	0.662	0.65	0.637	0.622
	10	0.708	0.703	0.697	0.689	0.68	0.67	0.658	0.645	0.63
	15	0.714	0.709	0.703	0.695	0.686	0.676	0.664	0.651	0.636
	20	0.718	0.714	0.708	0.7	0.691	0.681	0.669	0.655	0.64

Diferențele de lungimi a zonei active între cele două variante constructive :

Tabelul V.39

		Diferențe de lungimi $= (X_T - L \text{ deg. fix})(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	0.03	0.025	0.019	0.012	0.003	-0.008	-0.02	-0.033	-0.048
	-15	0.045	0.04	0.034	0.026	0.017	0.007	-0.005	-0.018	-0.033
	-10	0.058	0.053	0.047	0.04	0.031	0.02	0.008	-0.005	-0.02
	-5	0.07	0.065	0.059	0.052	0.043	0.032	0.02	0.007	-0.008
	0	0.08	0.076	0.07	0.062	0.053	0.043	0.031	0.017	0.003
	5	0.089	0.085	0.079	0.071	0.062	0.052	0.04	0.026	0.012
	10	0.097	0.092	0.086	0.079	0.07	0.059	0.047	0.034	0.019
	15	0.103	0.098	0.092	0.085	0.076	0.065	0.053	0.04	0.025
	20	0.107	0.103	0.097	0.089	0.08	0.07	0.058	0.045	0.03

Aceste diferențe de lungimi se pot reprezenta grafic:

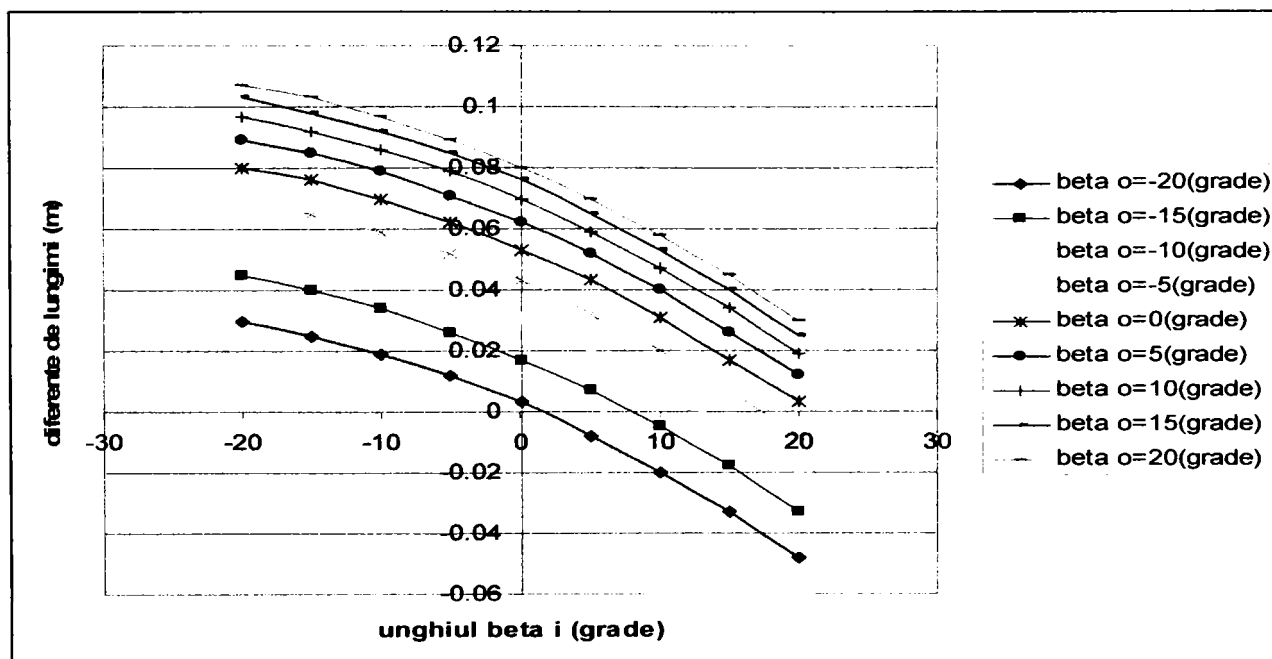


Fig.V.25. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Diferențele de lungimi sunt exprimate și sub forma de procente în tabelul V.40.:

Tabelul V.40.

		Diferențe expr. în procente(%)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	4.865	4.124	3.131	1.895	0.421	-1.29	-3.237	-5.426	-7.863
	-15	7.302	6.561	5.568	4.332	2.858	1.147	-0.8	-2.989	-5.426
	-10	9.491	8.749	7.756	6.521	5.046	3.336	1.388	-0.8	-3.237
	-5	11.439	10.697	9.704	8.468	6.994	5.284	3.336	1.147	-1.29
	0	13.149	12.407	11.414	10.179	8.704	6.994	5.046	2.858	0.421
	5	14.623	13.881	12.889	11.653	10.179	8.468	6.521	4.332	1.895
	10	15.859	15.117	14.125	12.889	11.414	9.704	7.756	5.568	3.131
	15	16.852	16.11	15.117	13.881	12.407	10.697	8.749	6.561	4.124
	20	17.594	16.852	15.859	14.623	13.149	11.439	9.491	7.302	4.865

Reprezentând grafic, avem:

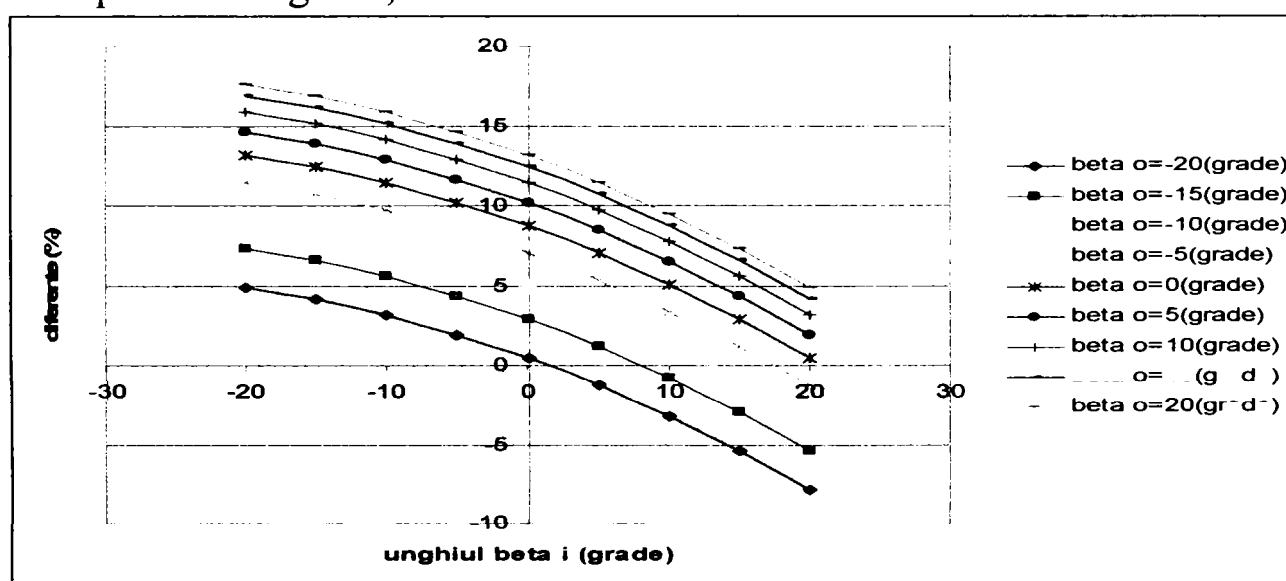


Fig.V.26. Variația procentuală a diferențelor de lungimi în funcție de valorile unghiurilor de intrare și ieșire din brazdă a degetului.

V.3.3.1. Concluzii

Analizând cu atenție influența variației vitezei de deplasare a mașinii de recoltat, notată cu v_m , putem constata că mărirea vitezei de lucru de la valoarea de calcul inițial de $v_m = 1,8$ m /s, treptat, cu un pas de 0,2 m /s, s-a obținut o mărire a lungimii active parcursă de un deget rabatabil în brazda de furaje.

Această majorare a lungimii de greblare, depinde de unghiul de înclinare a degetului la intrare în zona activă, adică în brazdă, notat cu β_i , și β_o unghiul de ieșire a degetului din zona activă.

Putem constata o majorare constantă a lungimii de greblare concomitent cu mărirea vitezei de lucru, ceea ce ne avantajează din punct de vedere al sporirii capacității de lucru al utilajului cu reducerea posibilităților de pierdere a materialului furajer, dar crește totodată și riscul de răsfirarea brazdei. Acest lucru se poate

contracarea prin utilizarea unor scuturi deflectoare care împiedică acest fenomen nedorit.

Trebuie să subliniam faptul că înclinarea degetelor reduce șocul loviturilor aplicate de deget asupra brazdei de furaje în momentul intrării acestuia în zona de lucru, astfel tehnologia de recoltare devine mai eficientă prin eliminarea posibilităților de scuturare a frunzișului sau a florescenței, păstrând valoarea nutritivă intactă a furajului de ridicat din brazdă.

Valoarea diferenței maxime a lungimii active parcurse de un deget la cele două variante constructive este exprimată și în procente, care indică o creștere de la 15,6% la 17,6%, majorare ce s-a obținut la o mărire a vitezei de lucru de aproximativ 33%. O mărire și mai accentuată a vitezei de lucru ar avea rezultatul teoretic de o majorare considerabilă a lungimii active a degetului, dar avem o limitare în acest sens, limitare care vine din partea tehnico – constructivă a mașinii care are anumite limite în deplasarea ei pe teren accidentat, în pantă sau în rampă, etc. respectiv trecerea ei peste obstacole ivite accidental în brazdă: pietre mari crengi de copac sau diferite piese metalice sau nemetalice căzute din alte utilaje agricole.

V.3.4. Studiul efectelor variației lungimii degetelor l, a tobei, asupra distanței de greblare X_T a tobei ridicătoare cu degete elastice retractabile

S-a urmărit până în prezent, influența variației valorilor vitezei de lucru, vitezei unghiulare a tobei și înălțimii brazdei de furaje asupra lungimii de greblare a degetului tobei, păstrând constant valorile elementelor constructive cum ar fi: lungimea degetelor sau raza tobei. În continuare încercăm stabilirea influenței măririi lungimii degetelor asupra variației distanței de greblare X_T , menținând celelalte valori din ecuația de calcul constante. Astfel avem:

Tabelul V.41.

α_{max} (°)	h(mm)	n(rot/min)	V_m (m/s)	l(mm)	r(mm)	Lung(m)	Proc_max(%)
30	50	100	2,4	150	150	0.613	34,886

Valorile lungimilor active calculate pentru fiecare unghi de intrare și ieșire al unui deget sunt următoarele:

Tabelul V.42.

		X_T (m)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	0.743	0.737	0.73	0.722	0.712	0.701	0.688	0.674	0.659
	-15	0.758	0.752	0.745	0.737	0.727	0.716	0.703	0.69	0.674
	-10	0.772	0.766	0.759	0.751	0.741	0.73	0.717	0.703	0.688
	-5	0.784	0.779	0.772	0.763	0.753	0.742	0.73	0.716	0.701
	0	0.796	0.79	0.783	0.774	0.764	0.753	0.741	0.727	0.712
	5	0.805	0.8	0.793	0.784	0.774	0.763	0.751	0.737	0.722
	10	0.814	0.808	0.801	0.793	0.783	0.772	0.759	0.745	0.73
	15	0.821	0.815	0.808	0.8	0.79	0.779	0.766	0.752	0.737
	20	0.827	0.821	0.814	0.805	0.796	0.784	0.772	0.758	0.743

Diferențele de lungimi active între cele două variante constructive sunt calculate și au valori reprezentate în tabelul V.43.:

Tabelul V.43.

		Diferențe de lungimi $= (X_T - L \text{ deg. fix})(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	0.13	0.124	0.117	0.109	0.099	0.088	0.075	0.061	0.046
	-15	0.145	0.14	0.132	0.124	0.114	0.103	0.091	0.077	0.061
	-10	0.159	0.153	0.146	0.138	0.128	0.117	0.104	0.091	0.075
	-5	0.172	0.166	0.159	0.15	0.141	0.129	0.117	0.103	0.088
	0	0.183	0.177	0.17	0.161	0.152	0.141	0.128	0.114	0.099
	5	0.193	0.187	0.18	0.171	0.161	0.15	0.138	0.124	0.109
	10	0.201	0.195	0.188	0.18	0.17	0.159	0.146	0.132	0.117
	15	0.208	0.202	0.195	0.187	0.177	0.166	0.153	0.14	0.124
	20	0.214	0.208	0.201	0.193	0.183	0.172	0.159	0.145	0.13

Valorile ce reprezintă diferențele de lungimi se pot prezenta și grafic:

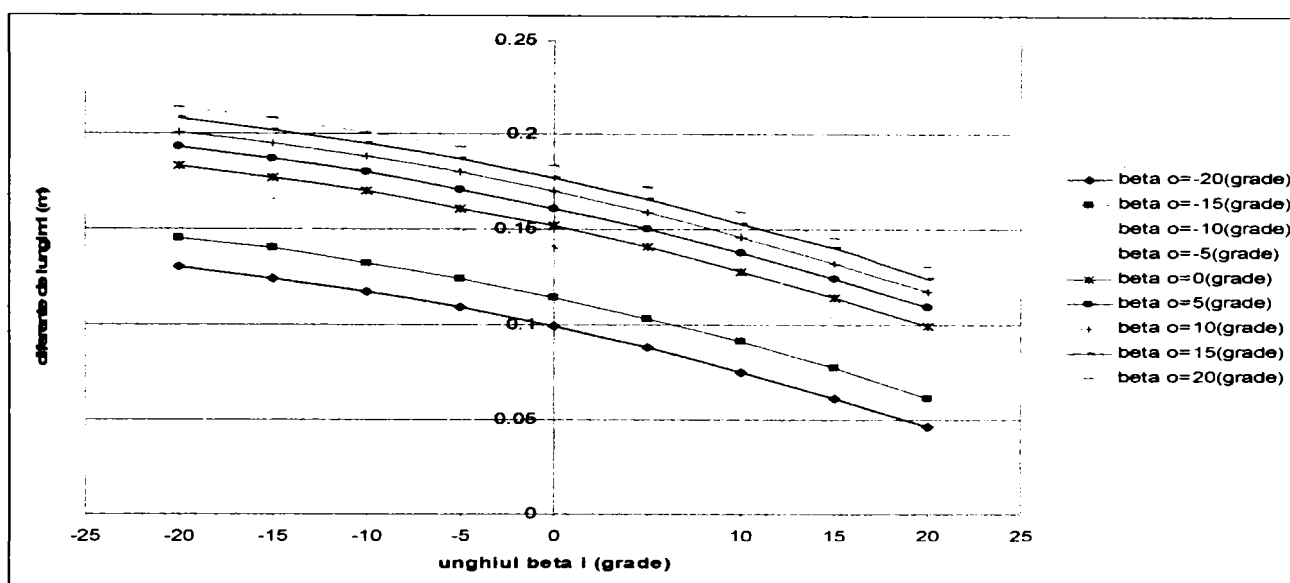


Fig.V.27. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Diferențele de lungimi ale zonei active se calculează între cele două variante constructive, cea clasică și cea cu degete înclinabile, funcție de valoarea unghiurilor de intrare și de ieșire a degetului tobei obținem diferite valori, ce se prezintă în tabel:

Tabelul V.44.

		Diferențe expr. în procente(%)								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	21.215	20.285	19.127	17.747	16.147	14.329	12.291	10.031	7.543
	-15	23.703	22.773	21.615	20.235	18.635	16.817	14.779	12.519	10.031
	-10	25.963	25.033	23.875	22.495	20.895	19.077	17.039	14.779	12.291
	-5	28	27.07	25.913	24.532	22.933	21.115	19.077	16.817	14.329
	0	29.818	28.888	27.731	26.351	24.751	22.933	20.895	18.635	16.147
	5	31.418	30.488	29.33	27.95	26.351	24.532	22.495	20.235	17.747
	10	32.798	31.868	30.711	29.33	27.731	25.913	23.875	21.615	19.127
	15	33.956	33.026	31.868	30.488	28.888	27.07	25.033	22.773	20.285
	20	34.886	33.956	32.798	31.418	29.818	28	25.963	23.703	21.215

Valorile din tabel se pot reprezenta și grafic:

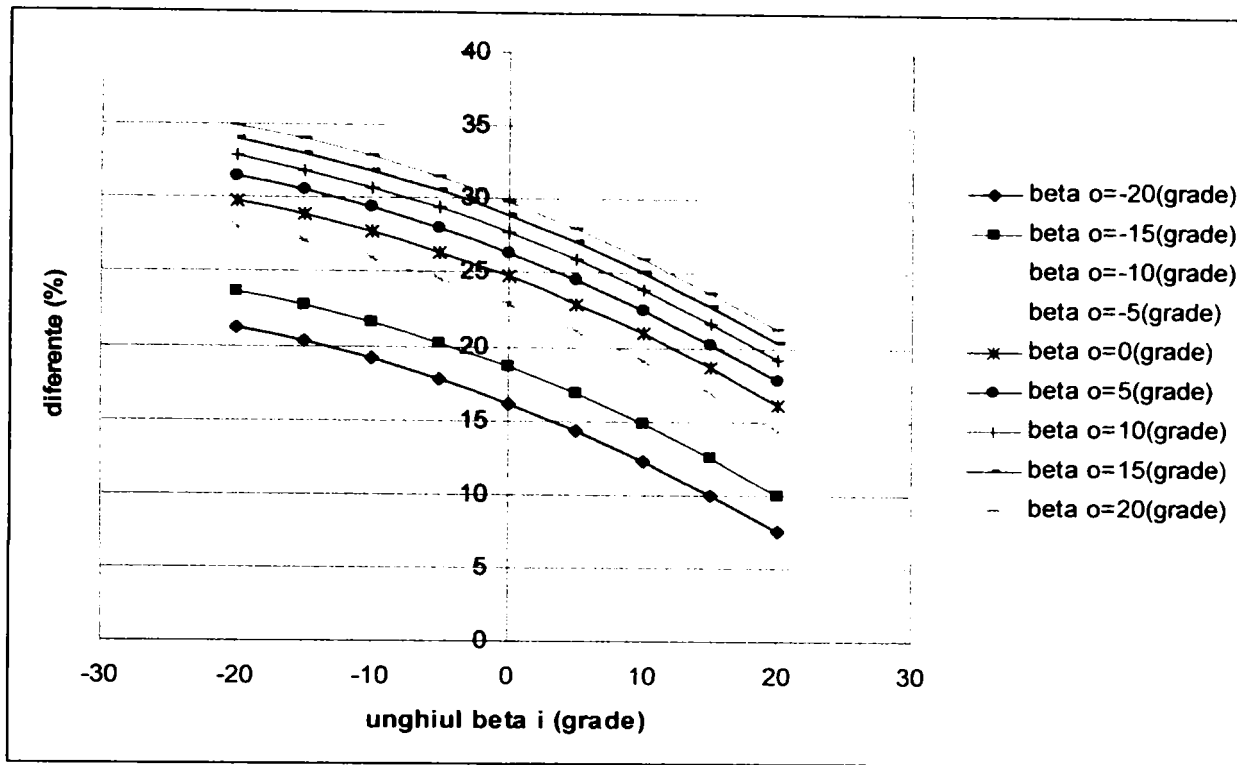


Fig.V.28. Variația procentuală a diferențelor de lungimi în funcție de valorile unghiurilor de intrare și ieșire din brazdă a degetului.

Mărind în continuare valoarea lungimii degetului tobei, dar menținând celelalte variabile constant, avem:

Tabelul V.45.

α_{\max} (°)	h(mm)	n(rot/min)	V_m (m/s)	l(mm)	r(mm)	Lung(m)	Proc_max(%)
30	50	100	2,4	170	150	0.615	49,71

Calculând lungimea activă X_T a degetului în funcție de unghiurile de intrare și ieșire, obținem:

Tabelul V.46.

		X_T (m)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	0.832	0.826	0.818	0.809	0.798	0.786	0.773	0.759	0.743
	-15	0.848	0.841	0.833	0.824	0.814	0.802	0.789	0.775	0.759
	-10	0.862	0.856	0.848	0.839	0.828	0.816	0.803	0.789	0.773
	-5	0.875	0.869	0.861	0.852	0.841	0.829	0.816	0.802	0.786
	0	0.887	0.881	0.873	0.863	0.853	0.841	0.828	0.814	0.798
	5	0.898	0.891	0.883	0.874	0.863	0.852	0.839	0.824	0.809
	10	0.907	0.9	0.892	0.883	0.873	0.861	0.848	0.833	0.818
	15	0.915	0.908	0.9	0.891	0.881	0.869	0.856	0.841	0.826
	20	0.921	0.915	0.907	0.898	0.887	0.875	0.862	0.848	0.832

Diferențele între lungimile active a celor două tipuri de tobe sunt calculate și prezentate în tabelul V.47.:

		Diferențe de lungimi $= (X_T - L \text{ deg. fix})(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	0.217	0.21	0.202	0.193	0.183	0.171	0.158	0.143	0.128
	-15	0.233	0.226	0.218	0.209	0.198	0.187	0.173	0.159	0.143
	-10	0.247	0.24	0.232	0.223	0.213	0.201	0.188	0.173	0.158
	-5	0.26	0.253	0.245	0.236	0.226	0.214	0.201	0.187	0.171
	0	0.272	0.265	0.257	0.248	0.237	0.226	0.213	0.198	0.183
	5	0.282	0.276	0.268	0.258	0.248	0.236	0.223	0.209	0.193
	10	0.291	0.285	0.277	0.268	0.257	0.245	0.232	0.218	0.202
	15	0.299	0.293	0.285	0.276	0.265	0.253	0.24	0.226	0.21
	20	0.306	0.299	0.291	0.282	0.272	0.26	0.247	0.233	0.217

Diferențele de valori se pot prezenta și grafic:

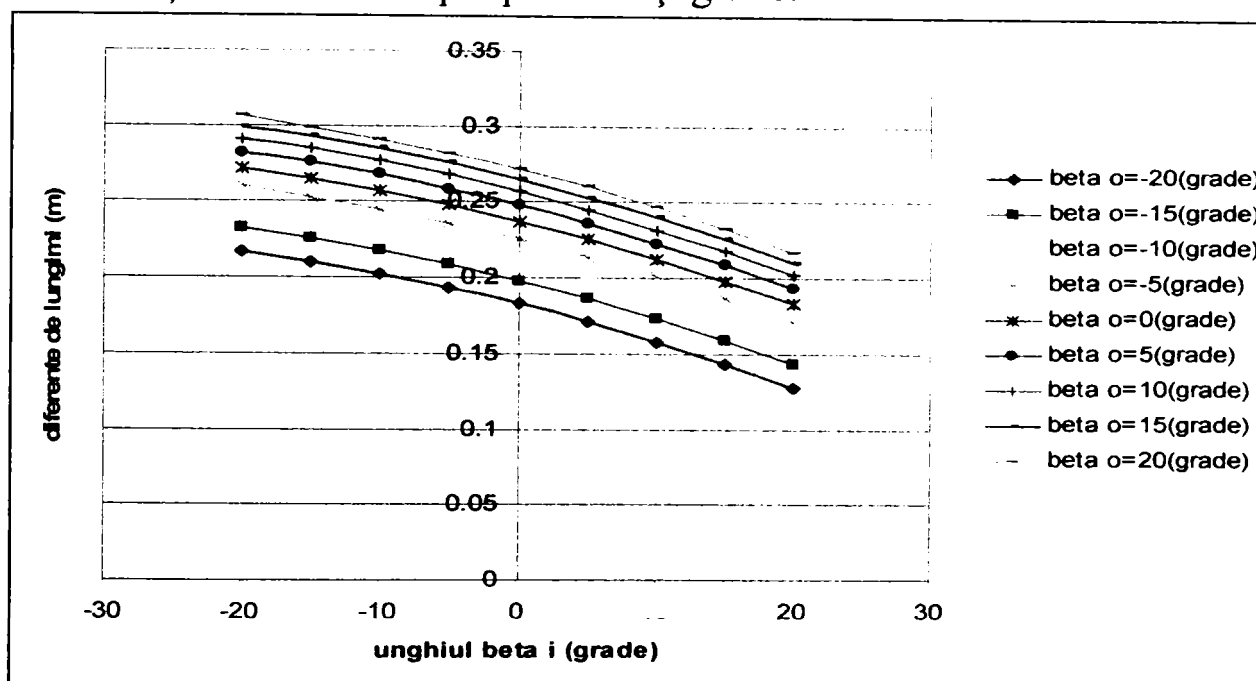


Fig.V.29. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Diferențele ale lungimii zonei active se pot exprima și procentual:

Tabelul V.48.

		Diferențe expr. în procente(%)								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	35.239	34.162	32.872	31.375	29.67	27.759	25.64	23.311	20.767
	-15	37.782	36.705	35.416	33.918	32.214	30.303	28.184	25.855	23.311
	-10	40.111	39.034	37.745	36.248	34.543	32.632	30.513	28.184	25.64
	-5	42.23	41.153	39.864	38.366	36.662	34.751	32.632	30.303	27.759
	0	44.141	43.064	41.775	40.277	38.573	36.662	34.543	32.214	29.67
	5	45.846	44.769	43.48	41.982	40.277	38.366	36.248	33.918	31.375
	10	47.344	46.267	44.978	43.48	41.775	39.864	37.745	35.416	32.872
	15	48.633	47.556	46.267	44.769	43.064	41.153	39.034	36.705	34.162
	20	49.71	48.633	47.344	45.846	44.141	42.23	40.111	37.782	35.239

Aceste valori calculate și exprimate în procente se pot reprezenta și grafic:

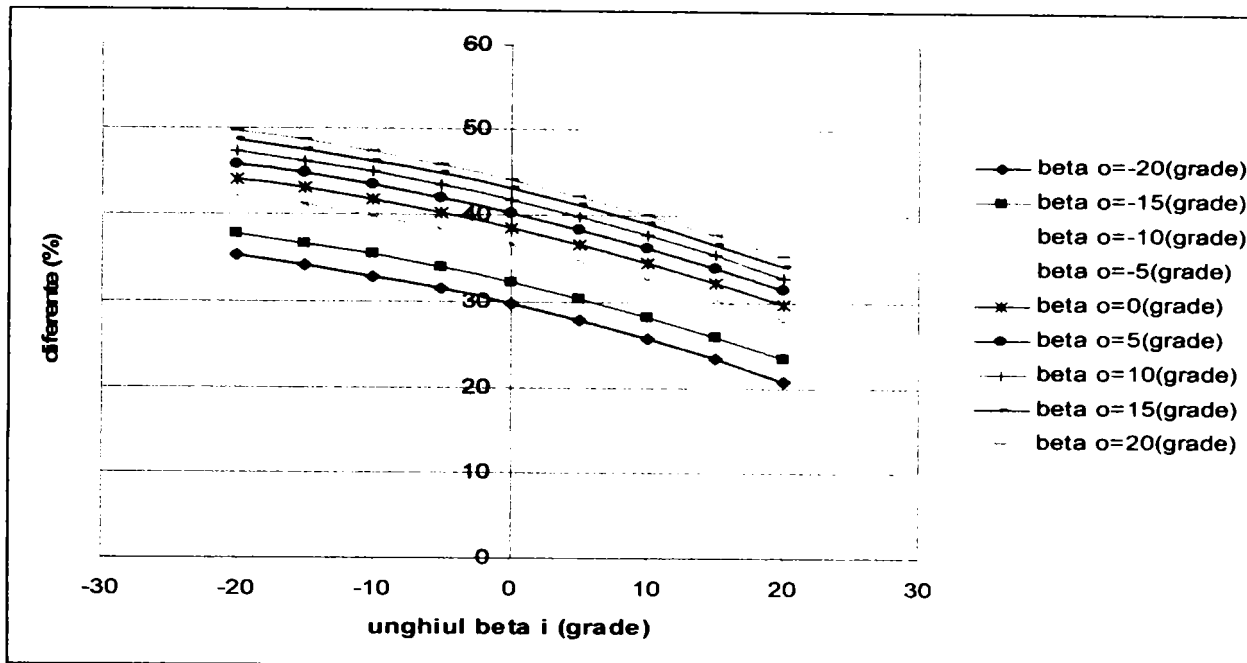


Fig. V.30. Variația procentuală a diferențelor de lungimi în funcție de valorile unghiurilor de intrare și ieșire din brazdă a degetului.

Continuăm majorare valorii lungimii degetului tobei, menținând valorile celelalte constante în schema de calcul:

Tabelul V.49.

α_{\max} (°)	h(mm)	n(rot/min)	V_m (m/s)	l(mm)	r(mm)	Lung(m)	Proc_max(%)
30	50	100	2,4	190	150	0.619	62,77

Lungimile active X_T parcurse de degetele tobei în funcție de unghiurile de intrare și de ieșire ale acestora sunt calculate și reprezentate în tabelul următor:

Tabelul V.50.

		X_T (m)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	0.913	0.906	0.897	0.887	0.876	0.864	0.85	0.835	0.819
	-15	0.929	0.922	0.913	0.903	0.892	0.88	0.866	0.852	0.835
	-10	0.944	0.937	0.928	0.918	0.907	0.895	0.881	0.866	0.85
	-5	0.958	0.95	0.941	0.932	0.921	0.908	0.895	0.88	0.864
	0	0.97	0.962	0.954	0.944	0.933	0.921	0.907	0.892	0.876
	5	0.981	0.974	0.965	0.955	0.944	0.932	0.918	0.903	0.887
	10	0.991	0.983	0.975	0.965	0.954	0.941	0.928	0.913	0.897
	15	0.999	0.992	0.983	0.974	0.962	0.95	0.937	0.922	0.906
	20	1.007	0.999	0.991	0.981	0.97	0.958	0.944	0.929	0.913

Diferențele de lungimi active parcurse de degetele a celor două tobe sunt calculate, trecute în tabelul V.51. și au următoarele valori:

Tabelul V.51.

		Diferențe de lungimi $= (X_T - L_{deg. fix})(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	0.295	0.287	0.279	0.269	0.258	0.245	0.232	0.217	0.201
	-15	0.311	0.303	0.295	0.285	0.274	0.261	0.248	0.233	0.217
	-10	0.325	0.318	0.309	0.299	0.288	0.276	0.263	0.248	0.232
	-5	0.339	0.332	0.323	0.313	0.302	0.29	0.276	0.261	0.245
	0	0.351	0.344	0.335	0.325	0.314	0.302	0.288	0.274	0.258
	5	0.362	0.355	0.346	0.336	0.325	0.313	0.299	0.285	0.269
	10	0.372	0.365	0.356	0.346	0.335	0.323	0.309	0.295	0.279
	15	0.381	0.373	0.365	0.355	0.344	0.332	0.318	0.303	0.287
	20	0.388	0.381	0.372	0.362	0.351	0.339	0.325	0.311	0.295

Diferențele de lungimi putem reprezenta și sub forma de grafic în figura V.31.:

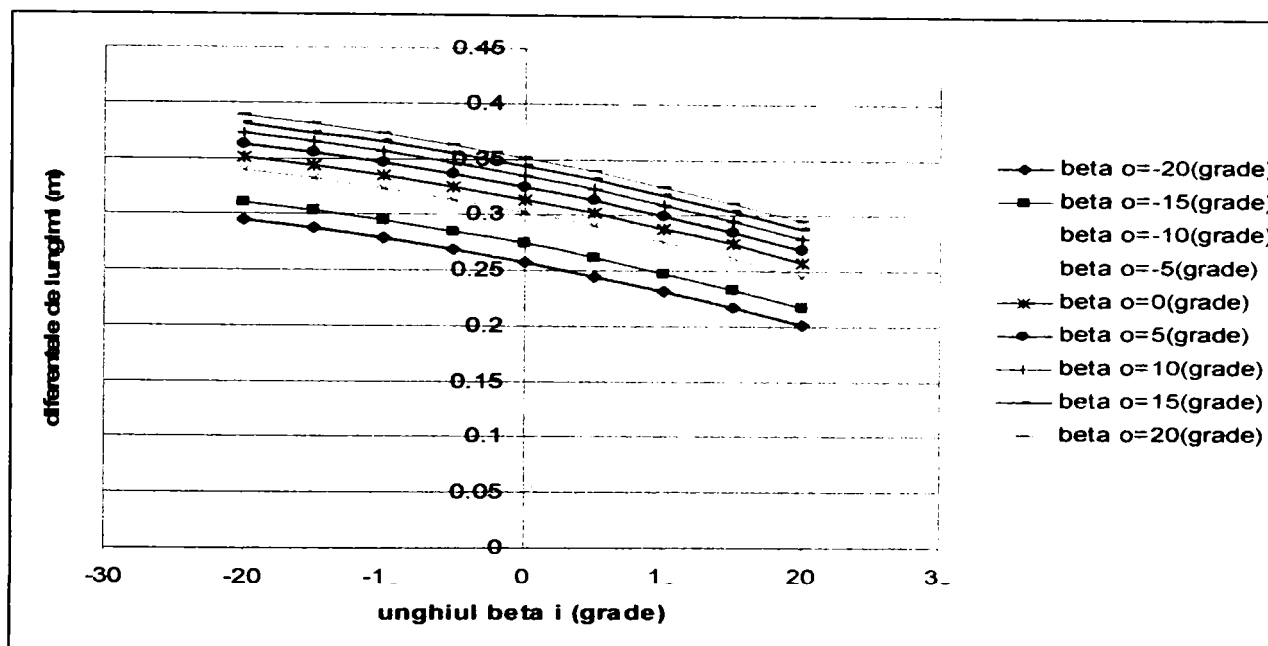


Fig.V.31. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Diferențele ale lungimii active a degetelor se pot exprima și în procente:

Tabelul V.52.

		Diferențe expr. în procente(%)								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	47.617	46.421	45.024	43.428	41.635	39.643	37.453	35.062	32.465
	-15	50.214	49.018	47.621	46.025	44.231	42.24	40.05	37.659	35.062
	-10	52.606	51.409	50.012	48.416	46.623	44.632	42.442	40.05	37.453
	-5	54.796	53.6	52.202	50.606	48.813	46.822	44.632	42.24	39.643
	0	56.787	55.591	54.193	52.598	50.804	48.813	46.623	44.231	41.635
	5	58.581	57.384	55.987	54.391	52.598	50.606	48.416	46.025	43.428
	10	60.176	58.98	57.582	55.987	54.193	52.202	50.012	47.621	45.024
	15	61.574	60.377	58.98	57.384	55.591	53.6	51.409	49.018	46.421
	20	62.77	61.574	60.176	58.581	56.787	54.796	52.606	50.214	47.617

Reprezentând grafic valorile obținute în tabelul V.52., :

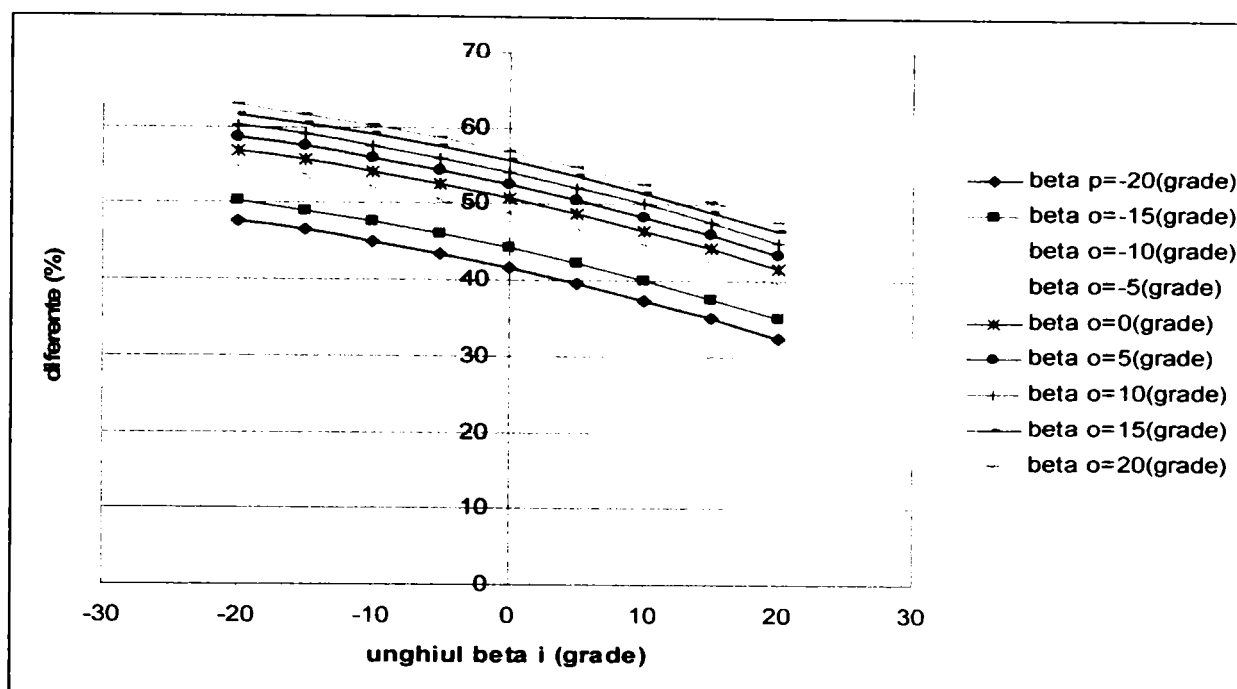


Fig.V.32. Variația procentuală a diferențelor de lungimi în funcție de valorile unghiurilor de intrare și ieșire din brazdă a degetului.

V.3.4.1. Concluzii

Din calcule făcute până în prezent, prima dată când se obține o reală și simțitoare îmbunătățire a valorii lungimii reale de lucru a unui deget de greblare în zona activă. Majorând valoarea lungimii degetului în formula de calcul, fără să acționăm asupra valorilor restul termenilor, avem o permanentă creștere a lungimii active.

Această creștere este raportată în permanență la valoarea lungimii active a unui deget așezat razant pe o toabă cu dimensiuni identice cu toba cu degete înclinabile.

Calcululele ne arată, că la o majorare nesemnificativă a lungimii active a tobei clasice, avem un spor de lungime sensibil crescut în cazul tobei cu degete înclinabile. Acest spor exprimat în procente variază de la 34,9%, până la 62,77%, o creștere uriașă și semnificativă față de cele obținute până în prezent cu ocazia modificării unor termeni din relația de calcul al lungimii active al unui deget înclinabil.

Trebuie menționat faptul că mărirea în continuare a valorii lungimii degetului de adunat al tobei ar însemna un spor de lungime activă foarte mare, valori care ar tinde către infinit, însă trebuie să limităm constructiv aceste valori, deoarece o creștere peste valorile razei tobei al lungimii degetelor ar însemna un obstacol de neîntrecut din punct de vedere tehnic la realizarea readucerii degetului din faza a III-a, de transmiterea materialului furajer la organul de transport-tocare, în faza a I-a de strângere (greblare) a materialului furajer.

Aceasta rotire a degetului nu se poate realiza din punct de vedere tehnic, dacă crește fără măsură valoarea lungimii degetului, nu existând loc corespunzător pentru executarea operațiunii de rotire efectivă.

Din această rațiune se va considera valoarea ideală a lungimii degetului tobei o mărime aproximativ egală cu valoarea razei tobei, uneori sensibil mai mare, dar nu cu mult mai mult.

În practică, la mașinile de recoltat se utilizează frecvent lungimi ale degetelor tobei de adunat furaje din brazdă între 150mm și 200mm.

V.3.5. Studiul efectelor variației lungimii razei tobei r , asupra distanței de greblare X_T a tobei ridicătoare cu degete elastice retractabile

Pentru a obține o valoare cât mai mare a zonei active X_T parcursă de un deget înclinabil, am procedat la varierea termenilor din formula de calcul, astfel încât pe rând am variat un singur termen restul menținând constant. Rezultatele cele mai favorabile se rețineau, iar varierea următorului termen din formulă de calcul al lungimii de greblare se făcea tot pe același considerent, adică în vederea obținerii unui spor de lungimi maxime.

În continuare se va modifica valoarea razei tobei, după cum urmează în tabelul V.53.:

Tabelul V.53.

α_{\max} (°)	h(mm)	n(rot/min)	V_m (m/s)	l(mm)	r(mm)	Lung(m)	Proc_max(%)
30	50	100	2,4	190	185	0,625	79,914

Distanța de greblare calculată în funcție de unghiurile de intrare și ieșire din brazdă a degetului tobei, sunt prezentate în tabelul V.54.:

Tabelul V.54.

		X_T (m)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	1.039	1.033	1.025	1.017	1.007	0.995	0.983	0.969	0.954
	-15	1.054	1.048	1.04	1.032	1.022	1.01	0.998	0.984	0.969
	-10	1.068	1.062	1.054	1.045	1.035	1.024	1.012	0.998	0.983
	-5	1.08	1.074	1.066	1.058	1.048	1.036	1.024	1.01	0.995
	0	1.092	1.085	1.078	1.069	1.059	1.048	1.035	1.022	1.007
	5	1.102	1.095	1.088	1.079	1.069	1.058	1.045	1.032	1.017
	10	1.11	1.104	1.096	1.088	1.078	1.066	1.054	1.04	1.025
	15	1.118	1.112	1.104	1.095	1.085	1.074	1.062	1.048	1.033
	20	1.124	1.118	1.11	1.102	1.092	1.08	1.068	1.054	1.039

Diferențele dintre lungimile de greblare între cele două tipuri de tobe de variante constructive diferite sunt calculate și întabulate având următoarele valori:

		DIFERENȚE DE LUNGIMI $= (X_T - L \text{ DEG. FIX})(M)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	0.414	0.408	0.401	0.392	0.382	0.371	0.358	0.344	0.33
	-15	0.429	0.423	0.415	0.407	0.397	0.385	0.373	0.359	0.344
	-10	0.443	0.437	0.429	0.42	0.41	0.399	0.387	0.373	0.358
	-5	0.455	0.449	0.442	0.433	0.423	0.412	0.399	0.385	0.371
	0	0.467	0.46	0.453	0.444	0.434	0.423	0.41	0.397	0.382
	5	0.477	0.47	0.463	0.454	0.444	0.433	0.42	0.407	0.392
	10	0.485	0.479	0.472	0.463	0.453	0.442	0.429	0.415	0.401
	15	0.493	0.487	0.479	0.47	0.46	0.449	0.437	0.423	0.408
	20	0.499	0.493	0.485	0.477	0.467	0.455	0.443	0.429	0.414

Diferențele de lungimi se pot reprezenta și grafic, după cum urmează:

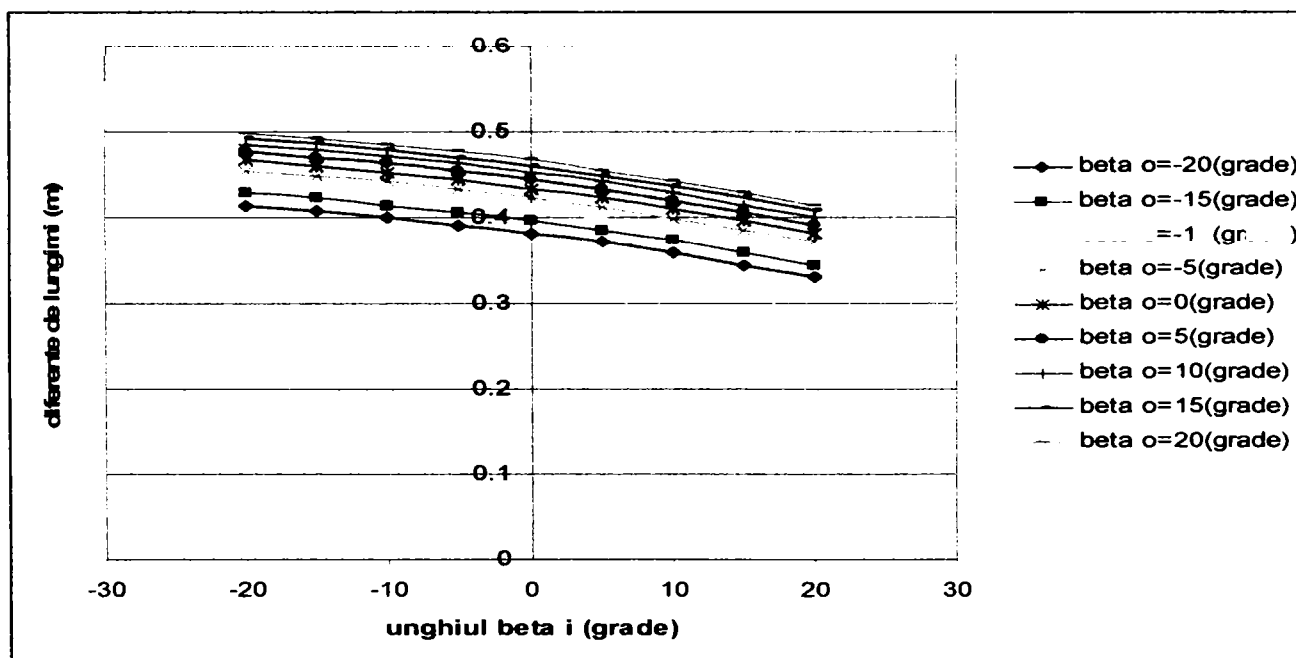


Fig.V.33. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Se observă cu ușurință că variația dimensiunii razei tobei ridicătoare cu degete elastice, în sensul de creștere, atrage după sine majorarea distanței active de lucru a degetului în brazda de furaje cosite.

Această majorare a distanței de greblare efective se exprimă în metri și are o suită de valori care sunt calculate cu ajutorul formulei, luând în calcul și unghiul de înclinare a degetului în momentul intrării în brazdă, notat cu β_i și β_o unghiul de ieșire din brazdă.

Tot în formule de calcul se ține seama și de unghiul maxim de înclinare a port-degetului, notat cu α_{max} , care are valoarea de 30° .

Diferențele de lungimi se exprimă și în procente conform valorilor calculate din tabelul V.56.:

		Diferențe expr. în procente(%)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	66.326	65.314	64.104	62.698	61.097	59.301	57.311	55.124	52.739
	-15	68.711	67.699	66.489	65.083	63.482	61.686	59.696	57.509	55.124
	-10	70.898	69.886	68.676	67.27	65.669	63.873	61.883	59.696	57.311
	-5	72.889	71.876	70.666	69.26	67.659	65.863	63.873	61.686	59.301
	0	74.684	73.672	72.462	71.055	69.454	67.659	65.669	63.482	61.097
	5	76.285	75.273	74.063	72.656	71.055	69.26	67.27	65.083	62.698
	10	77.691	76.679	75.469	74.063	72.462	70.666	68.676	66.489	64.104
	15	78.901	77.889	76.679	75.273	73.672	71.876	69.886	67.699	65.314
	20	79.914	78.901	77.691	76.285	74.684	72.889	70.898	68.711	66.326

Reprezentarea grafică are forma:

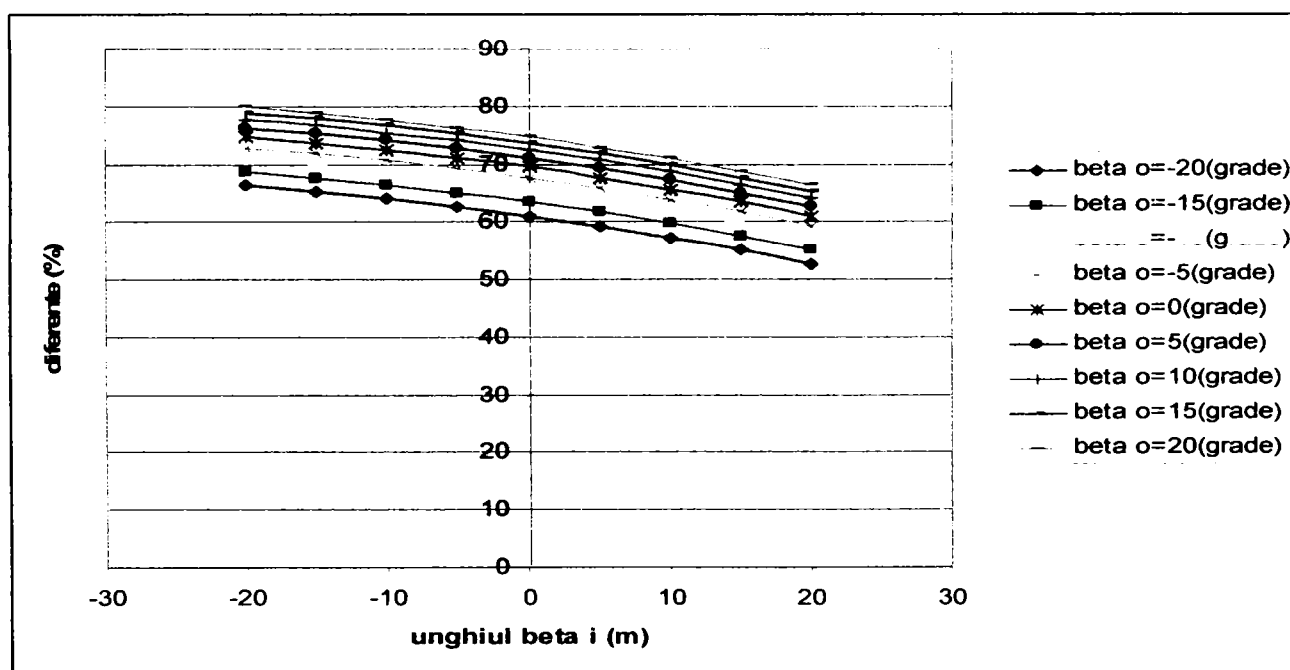


Fig.V.34. Variația procentuală a diferențelor de lungimi în funcție de valorile unghiurilor de intrare și ieșire din brazdă a degetului.

Modificăm valoarea razei tobei:

Tabelul V.57.

α_{max} (°)	h(mm)	n(rot/min)	V_m (m/s)	l(mm)	r(mm)	Lung(m)	Proc_max(%)
30	50	100	2,4	190	220	0,632	94,766

Valorile lungimilor active parcurse de către degetele înclinate la intrare în zona activă și la ieșirea lor din această zonă, calculate cu ajutorul formulei, se regăsesc în tabelul V.58.

Se poate observa că, valorile din acest tabel depășesc cu mult valoarea lungimii active calculate la o tobă similară, dar la care degetele sunt dispuse radial.

Diferențele de valori au crescut odată cu majorarea valorii razei tobei.

Tabelul V.58.

		$X_T(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	1.153	1.148	1.141	1.133	1.124	1.114	1.102	1.09	1.076
	-15	1.167	1.162	1.155	1.147	1.138	1.128	1.116	1.104	1.09
	-10	1.18	1.175	1.168	1.16	1.151	1.141	1.129	1.116	1.102
	-5	1.191	1.186	1.179	1.172	1.162	1.152	1.141	1.128	1.114
	0	1.202	1.196	1.19	1.182	1.173	1.162	1.151	1.138	1.124
	5	1.211	1.205	1.199	1.191	1.182	1.172	1.16	1.147	1.133
	10	1.219	1.213	1.207	1.199	1.19	1.179	1.168	1.155	1.141
	15	1.225	1.22	1.213	1.205	1.196	1.186	1.175	1.162	1.148
	20	1.231	1.225	1.219	1.211	1.202	1.191	1.18	1.167	1.153

Diferențele între lungimile ale distanței de greblare la cele două tipuri de tobe, sunt:

Tabelul V.59.

		Diferențe de lungimi $= (X_T - L \text{ deg. fix})(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	0.521	0.516	0.509	0.501	0.492	0.482	0.47	0.458	0.444
	-15	0.535	0.53	0.523	0.515	0.506	0.496	0.484	0.472	0.458
	-10	0.548	0.543	0.536	0.528	0.519	0.509	0.497	0.484	0.47
	-5	0.56	0.554	0.547	0.54	0.53	0.52	0.509	0.496	0.482
	0	0.57	0.564	0.558	0.55	0.541	0.53	0.519	0.506	0.492
	5	0.579	0.573	0.567	0.559	0.55	0.54	0.528	0.515	0.501
	10	0.587	0.581	0.575	0.567	0.558	0.547	0.536	0.523	0.509
	15	0.593	0.588	0.581	0.573	0.564	0.554	0.543	0.53	0.516
	20	0.599	0.593	0.587	0.579	0.57	0.56	0.548	0.535	0.521

Reprezentând grafic, avem:

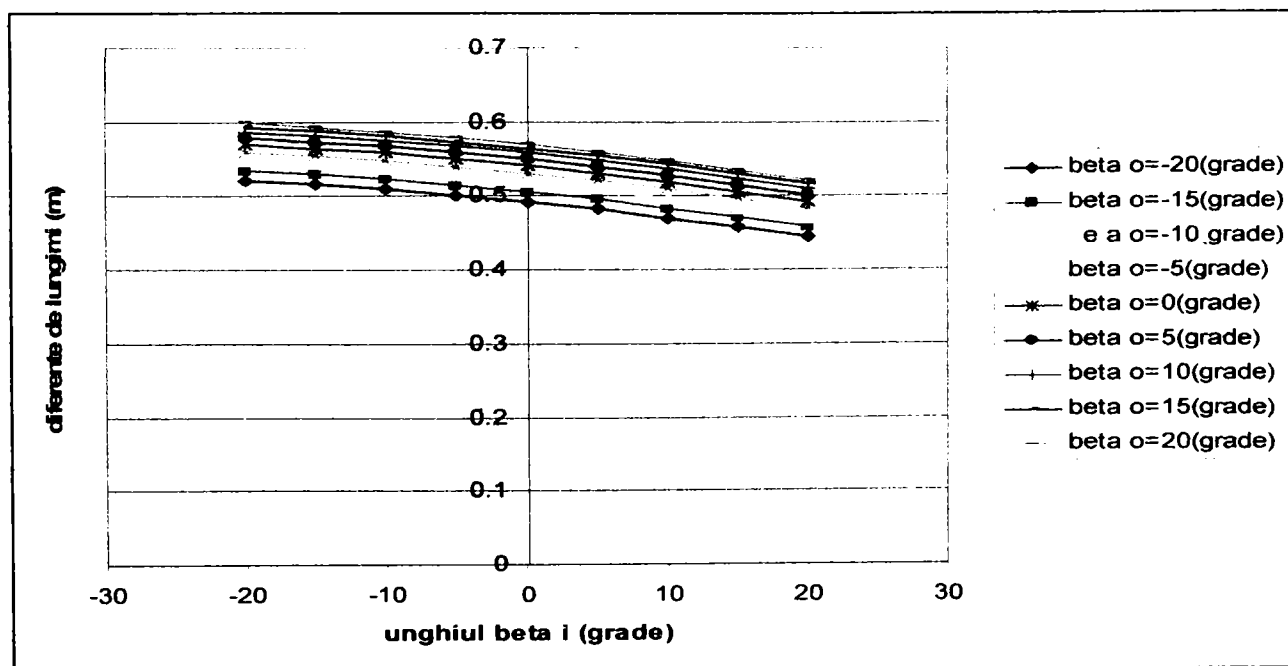


Fig.V.35. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Diferențele de lungimi se pot calcula și procentual, obținând valorile prezentate în tabelul V.60.:

Tabelul V.60.

		Diferențe expr. în procente(%)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	82.489	81.631	80.578	79.33	77.89	76.259	74.436	72.421	70.213
	-15	84.697	83.839	82.786	81.538	80.098	78.467	76.644	74.629	72.421
	-10	86.712	85.854	84.801	83.553	82.113	80.482	78.659	76.644	74.436
	-5	88.535	87.677	86.624	85.376	83.936	82.305	80.482	78.467	76.259
	0	90.167	89.309	88.255	87.008	85.568	83.936	82.113	80.098	77.89
	5	91.607	90.749	89.695	88.448	87.008	85.376	83.553	81.538	79.33
	10	92.854	91.996	90.943	89.695	88.255	86.624	84.801	82.786	80.578
	15	93.908	93.05	91.996	90.749	89.309	87.677	85.854	83.839	81.631
	20	94.766	93.908	92.854	91.607	90.167	88.535	86.712	84.697	82.489

Valorile procentuale reprezentând grafic:

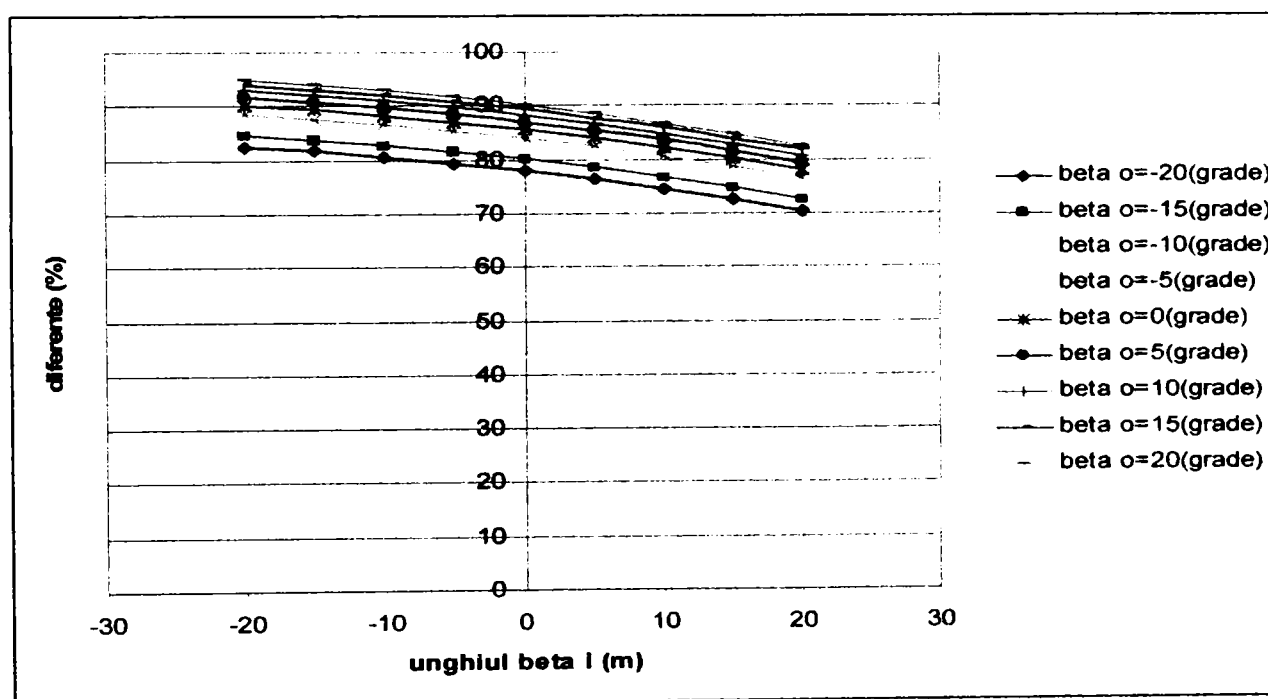


Fig.V.36. Variația procentuală a diferențelor de lungimi în funcție de valorile unghiurilor de intrare și ieșire din brazdă a degetului.

Un ultim pas în majorarea valorii razei tobei ne apropie de valoarea reală utilizată în practica de zi cu zi al recoltării furajelor pentru animale din fermele de vaci și nu numai.

Tabelul V.61.

α_{max} (°)	h(mm)	n(rot/min)	V_m (m/s)	l(mm)	r(mm)	Lung(m)	Proc_max(%)
30	50	100	2,4	190	255	0.64	107,97

În continuare se calculează valorile lungimilor distanțelor active de greblare, notată cu X_T , valori care se regăsesc în tabelul V.62.:

Tabelul V.62.

		$X_T(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	1.259	1.254	1.248	1.241	1.233	1.223	1.212	1.201	1.187
	-15	1.272	1.267	1.261	1.254	1.246	1.236	1.226	1.214	1.201
	-10	1.284	1.279	1.273	1.266	1.258	1.248	1.238	1.226	1.212
	-5	1.295	1.29	1.284	1.277	1.269	1.259	1.248	1.236	1.223
	0	1.304	1.3	1.294	1.287	1.278	1.269	1.258	1.246	1.233
	5	1.313	1.308	1.302	1.295	1.287	1.277	1.266	1.254	1.241
	10	1.32	1.315	1.309	1.302	1.294	1.284	1.273	1.261	1.248
	15	1.326	1.321	1.315	1.308	1.3	1.29	1.279	1.267	1.254
	20	1.33	1.326	1.32	1.313	1.304	1.295	1.284	1.272	1.259

Diferențele de lungimi active dintre cele două variante constructive se calculează cu formula și sunt următoarele valori:

Tabelul V.63.

		Diferențe de lungimi $= (X_T - L_{deg. fix})(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	0.619	0.615	0.609	0.601	0.593	0.584	0.573	0.561	0.548
	-15	0.632	0.628	0.622	0.615	0.606	0.597	0.586	0.574	0.561
	-10	0.644	0.64	0.634	0.627	0.618	0.609	0.598	0.586	0.573
	-5	0.655	0.65	0.644	0.637	0.629	0.619	0.609	0.597	0.584
	0	0.665	0.66	0.654	0.647	0.639	0.629	0.618	0.606	0.593
	5	0.673	0.668	0.662	0.655	0.647	0.637	0.627	0.615	0.601
	10	0.68	0.675	0.669	0.662	0.654	0.644	0.634	0.622	0.609
	15	0.686	0.681	0.675	0.668	0.66	0.65	0.64	0.628	0.615
	20	0.691	0.686	0.68	0.673	0.665	0.655	0.644	0.632	0.619

Reprezentând grafic, obținem:

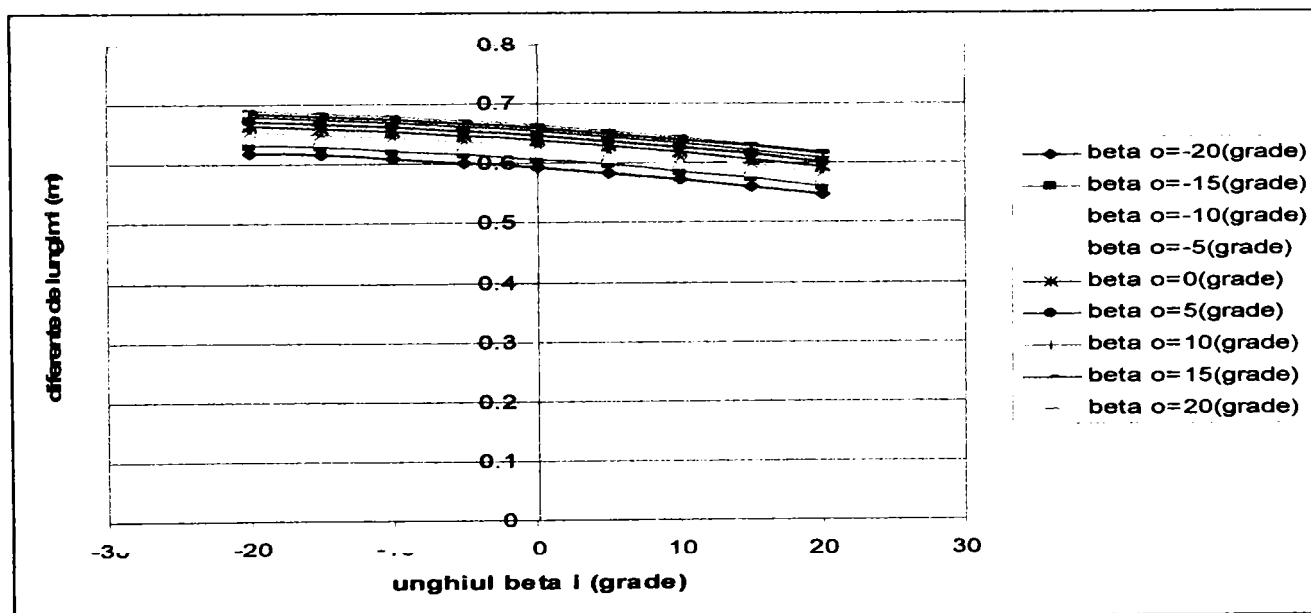


Fig. V.37. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Exprimarea diferențelor de lungimi active se mai poate face și cu ajutorul procentelor:

Tabelul V.64.

		Diferențe expr. în procente(%)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	96.804	96.076	95.155	94.042	92.738	91.246	89.565	87.695	85.638
	-15	98.861	98.134	97.212	96.099	94.796	93.303	91.622	89.753	87.695
	-10	100.73	100.003	99.081	97.968	96.665	95.172	93.491	91.622	89.565
	-5	102.411	101.684	100.762	99.649	98.346	96.853	95.172	93.303	91.246
	0	103.904	103.176	102.255	101.142	99.839	98.346	96.665	94.796	92.738
	5	105.207	104.48	103.558	102.445	101.142	99.649	97.968	96.099	94.042
	10	106.32	105.593	104.671	103.558	102.255	100.762	99.081	97.212	95.155
	15	107.242	106.514	105.593	104.48	103.176	101.684	100	98.134	96.076
	20	107.969	107.242	106.32	105.207	103.904	102.411	100.73	98.861	96.804

Prezentând grafic, diferențele de lungimi exprimate în procente, avem:

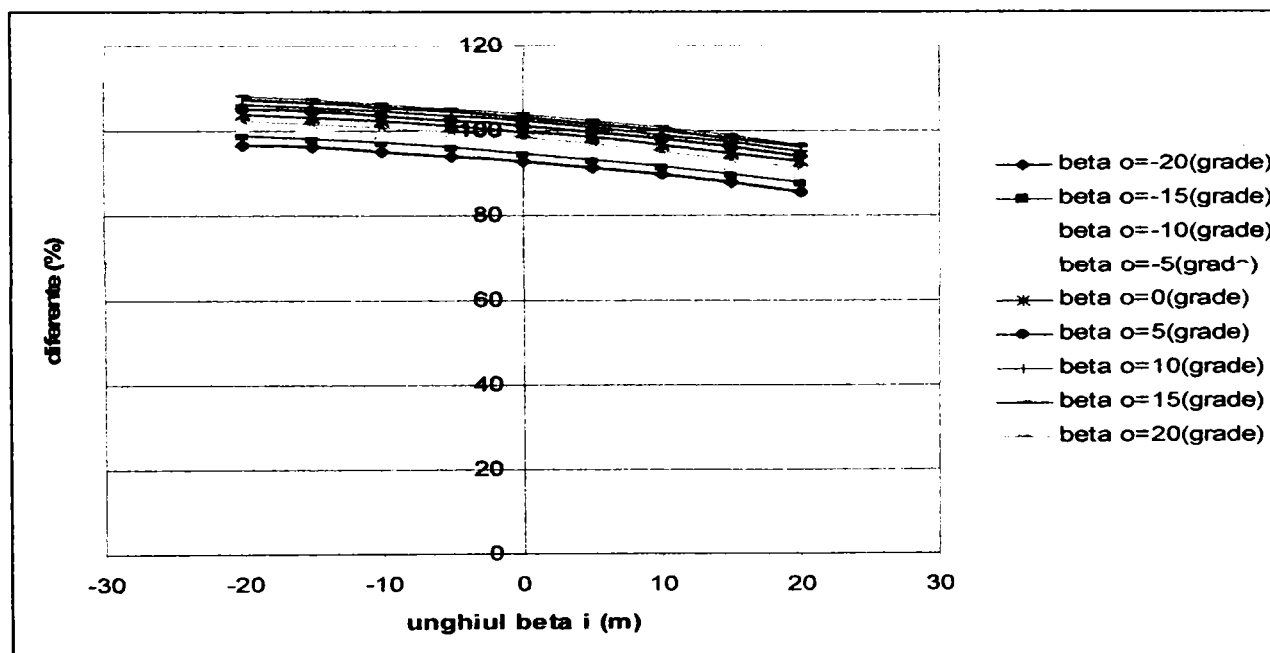


Fig.V.38. Variația procentuală a diferențelor de lungimi în funcție de valorile unghiurilor de intrare și ieșire din brazdă a degetului.

V.3.5.1. Concluzii

Se poate concluziona, după analiza a câtorva pași parcurși la mărirea valorii razei tobei, că odată cu creșterea valorii razei tobei în mod semnificativ a crescut și valoarea distanței de greblare notată cu X_T .

În cazul majorării valorii razei tobei toate valorile obținute prin calcul a distanței de greblare depășesc în mod nesperat valorile obținute din calcul a distanței de greblare a tobei cu degete dispuse razant.

Exprimat procentual, avem o creștere de aproximativ 108% a zonei active de greblare între cele două tipuri de tobe, la o creștere a razei acestora de la 150mm la 255mm.

Matematic, din calcule, obținem prin creșterea valorii a raza tobe o creștere nelimitată, cel puțin teoretic, a diferenței de lungime activă între cele două modele de tobe. Valorile razei tobei însă în practică trebuie să ne alegem constructiv astfel încât să nu ne deranjeze dimensiunile acesteia agabaritice, dar să aibă un randament corespunzător în lucru.

În prezent, pe plan mondial se construiesc mașini agricole de recoltat plante furajere cu o variată dimensiune referitoare la tobele de adunat. Aceste dimensiuni ale razei tobei, oscilează între valorile de 150mm și 450mm, cele mai utilizate au dimensiuni până la 250mm.

V.3.6. Studiul efectelor variației unghiului de înclinare maxim al degetului α_{max} , asupra distanței de greblare X_T a tobei ridicătoare cu degete elastice rabatabile

Urmărind țelul de obținere a unei zone active cât se poate de lungă, ce parcurge un deget rabatabil de la intrarea lui în brazda de furaj cosit și până la ieșirea lui din această brazdă, notată cu X_T , am variat din formula de calcul rând pe rând fiecare termen, iar din rezultatele obținute ne-am păstrat valorile cele mai apropiate de cele maxime, astfel încercând stabilirea valorilor ideale ale elementelor constructive a mașinilor de ridicat furaje din brazdă dotate cu tobe de ridicare cu degete elastice rabatabile.

În finalizarea acestui deziderat propus în subtitlul de mai sus, un ultim termen al formulei de calcul a mai rămas de variat și anume unghiul maxim de înclinare a razei barei port-deget față de axa orizontală, notat cu α_{max} , unghiul care s-a menținut constant în calculele de până în prezent.

Deoarece am considerat ca fiind unghiul maxim de înclinare a barei port-degete față de axa orizontală, $\alpha_{max} = 30^0$, o valoare de la care pornind înlocuim în formula de calcul treptat valori mai mici și anume:

Tabelul V.65.

α_{max} (°)	h(mm)	n(rot/min)	V_m (m/s)	l(mm)	r(mm)	Lung(m)	Proc_max(%)
25	50	100	2,4	190	255	0.640	106,87

Calculând distanțele active parcurse de către degetele tobei X_T , în funcție de unghiurile de intrare și de ieșire ale acestora, obținem următoarele valori:

Tabelul V.66.

		$X_T(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	1.252	1.247	1.241	1.234	1.226	1.216	1.205	1.193	1.18
	-15	1.265	1.26	1.254	1.247	1.239	1.229	1.219	1.207	1.193
	-10	1.277	1.272	1.266	1.259	1.251	1.241	1.231	1.219	1.205
	-5	1.288	1.283	1.277	1.27	1.262	1.252	1.241	1.229	1.216
	0	1.297	1.293	1.287	1.28	1.271	1.262	1.251	1.239	1.226
	5	1.306	1.301	1.295	1.288	1.28	1.27	1.259	1.247	1.234
	10	1.313	1.308	1.302	1.295	1.287	1.277	1.266	1.254	1.241
	15	1.319	1.314	1.308	1.301	1.293	1.283	1.272	1.26	1.247
	20	1.323	1.319	1.313	1.306	1.297	1.288	1.277	1.265	1.252

Diferențele de lungimi active între cele două modele constructive sunt calculate și se găsesc în tabelul de mai jos:

Tabelul V.67.

		Diferențe de lungimi $= (X_T - L \text{ deg. fix})(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	0.612	0.607	0.602	0.595	0.586	0.577	0.566	0.554	0.541
	-15	0.625	0.621	0.615	0.608	0.599	0.59	0.579	0.567	0.554
	-10	0.637	0.633	0.627	0.62	0.611	0.602	0.591	0.579	0.566
	-5	0.648	0.643	0.638	0.63	0.622	0.613	0.602	0.59	0.577
	0	0.658	0.653	0.647	0.64	0.632	0.622	0.611	0.599	0.586
	5	0.666	0.661	0.655	0.648	0.64	0.63	0.62	0.608	0.595
	10	0.673	0.668	0.663	0.655	0.647	0.638	0.627	0.615	0.602
	15	0.679	0.674	0.668	0.661	0.653	0.643	0.633	0.621	0.607
	20	0.684	0.679	0.673	0.666	0.658	0.648	0.637	0.625	0.612

Reprezentând grafic, obținem:

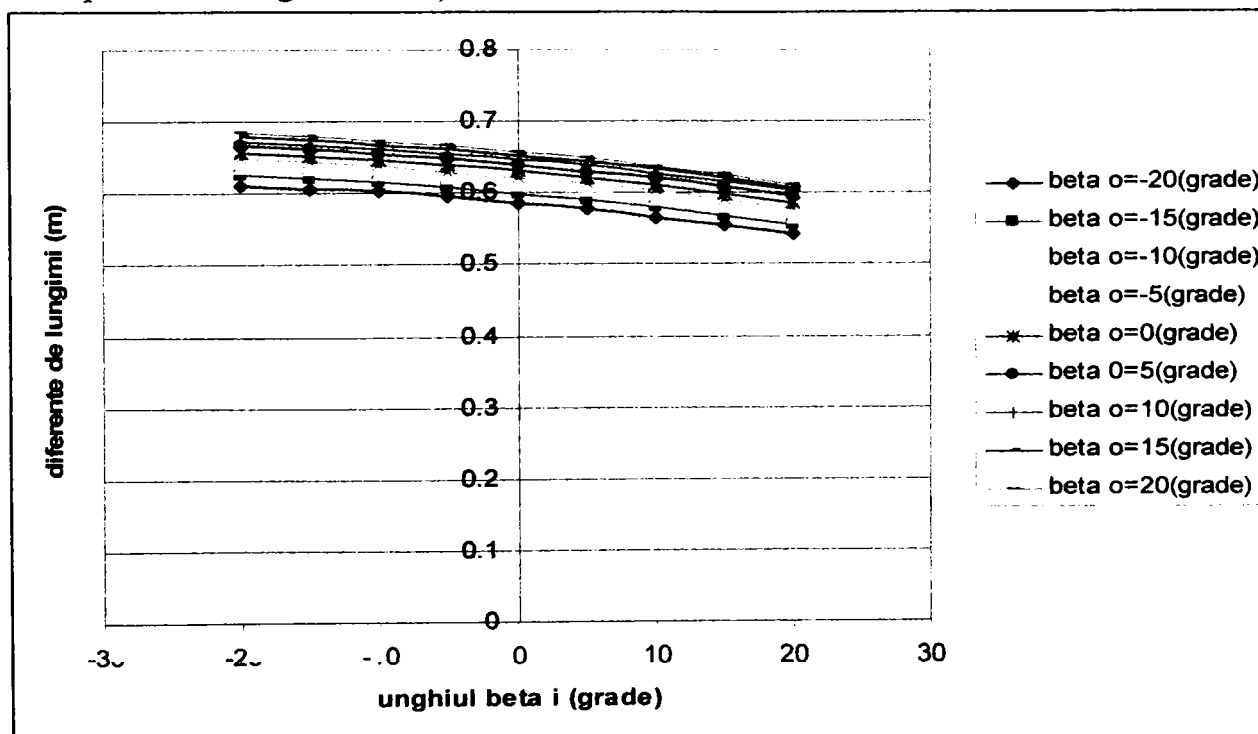


Fig.V.39. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Putem exprima diferențele de lungimi în procente:

Tabelul V.68.

		Diferențe expr. în procente(%)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	95.7	94.977	94.059	92.948	91.646	90.152	88.469	86.597	84.534
	-15	97.762	97.04	96.122	95.011	93.708	92.215	90.532	88.659	86.597
	-10	99.635	98.912	97.994	96.883	95.581	94.087	92.404	90.532	88.469
	-5	101.318	100.595	99.677	98.566	97.264	95.77	94.087	92.215	90.152
	0	102.811	102.088	101.171	100.059	98.757	97.264	95.581	93.708	91.646
	5	104.114	103.391	102.473	101.362	100.059	98.566	96.883	95.011	92.948
	10	105.225	104.502	103.584	102.473	101.171	99.677	97.994	96.122	94.059
	15	106.143	105.42	104.502	103.391	102.088	100.595	98.912	97.04	94.977
	20	106.865	106.143	105.225	104.114	102.811	101.318	99.635	97.762	95.7

sau diferențele de lungimi exprimate în procente să le reprezentăm grafic:

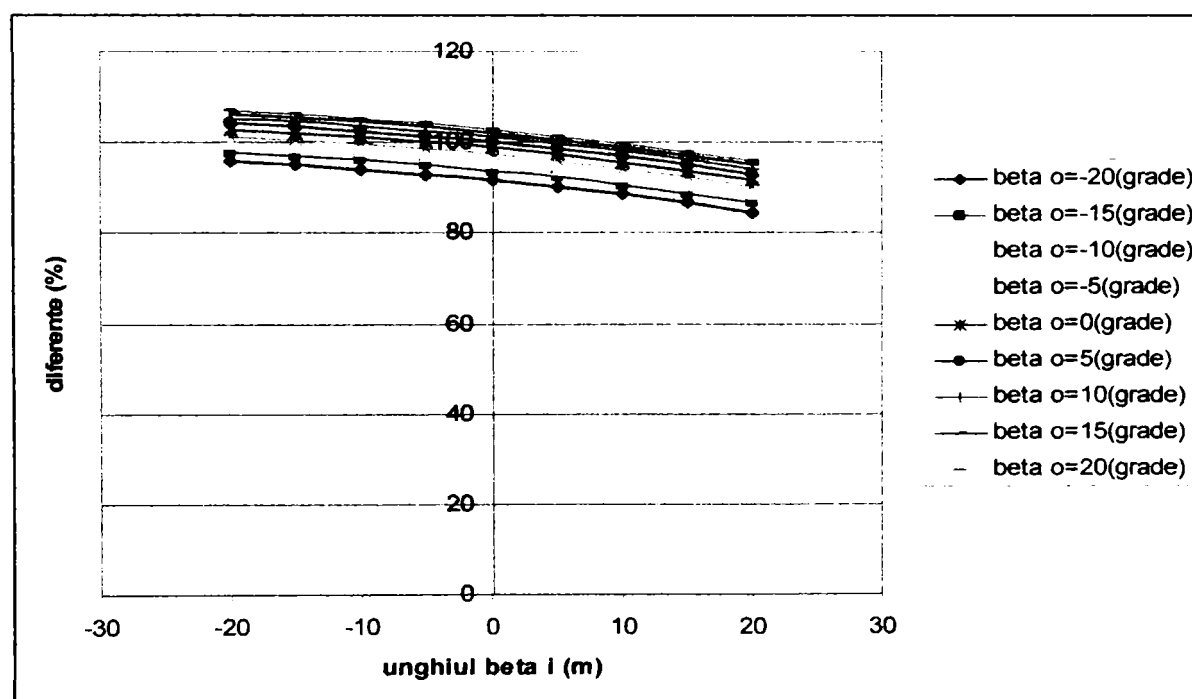


Fig.V.40. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Procedăm în continuare la scăderea valori unghiului maxim de înclinare a degetului în timpul executării fazei a I-a de lucru, adică greblarea:

Tabelul V.69.

α_{max} (°)	h(mm)	n(rot/min)	V_m (m/s)	l(mm)	r(mm)	Lung(m)	Proc_max(%)
20	50	100	2,4	190	255	0.640	105,95

Cu ajutorul acestor valori stabilite calculăm lungimile active la diferite unghiuri de înclinare a degetelor la intrare și ieșire din brazdă:

Tabelul V.70.

		$X_T(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	1.246	1.241	1.235	1.228	1.22	1.21	1.2	1.188	1.174
	-15	1.259	1.254	1.249	1.242	1.233	1.224	1.213	1.201	1.188
	-10	1.271	1.266	1.261	1.254	1.245	1.236	1.225	1.213	1.2
	-5	1.282	1.277	1.271	1.264	1.256	1.246	1.236	1.224	1.21
	0	1.291	1.287	1.281	1.274	1.266	1.256	1.245	1.233	1.22
	5	1.3	1.295	1.289	1.282	1.274	1.264	1.254	1.242	1.228
	10	1.307	1.302	1.296	1.289	1.281	1.271	1.261	1.249	1.235
	15	1.313	1.308	1.302	1.295	1.287	1.277	1.266	1.254	1.241
	20	1.317	1.313	1.307	1.3	1.291	1.282	1.271	1.259	1.246

Diferențele de lungimi de greblare efective calculate în cazul tobelor cu degete rabatabile și în cazul tobelor cu degetele dispuse radial sunt calculate și se pot citi din tabelul V.71.:

Tabelul V.71.

		Diferențe de lungimi $= (X_T - L_{deg. fix})(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	0.606	0.602	0.596	0.589	0.58	0.571	0.56	0.548	0.535
	-15	0.619	0.615	0.609	0.602	0.594	0.584	0.573	0.561	0.548
	-10	0.631	0.627	0.621	0.614	0.606	0.596	0.585	0.573	0.56
	-5	0.642	0.638	0.632	0.625	0.616	0.607	0.596	0.584	0.571
	0	0.652	0.647	0.641	0.634	0.626	0.616	0.606	0.594	0.58
	5	0.66	0.656	0.65	0.643	0.634	0.625	0.614	0.602	0.589
	10	0.667	0.663	0.657	0.65	0.641	0.632	0.621	0.609	0.596
	15	0.673	0.668	0.663	0.656	0.647	0.638	0.627	0.615	0.602
	20	0.678	0.673	0.667	0.66	0.652	0.642	0.631	0.619	0.606

Diferențele dintre lungimile active se mai pot reprezenta și grafic:

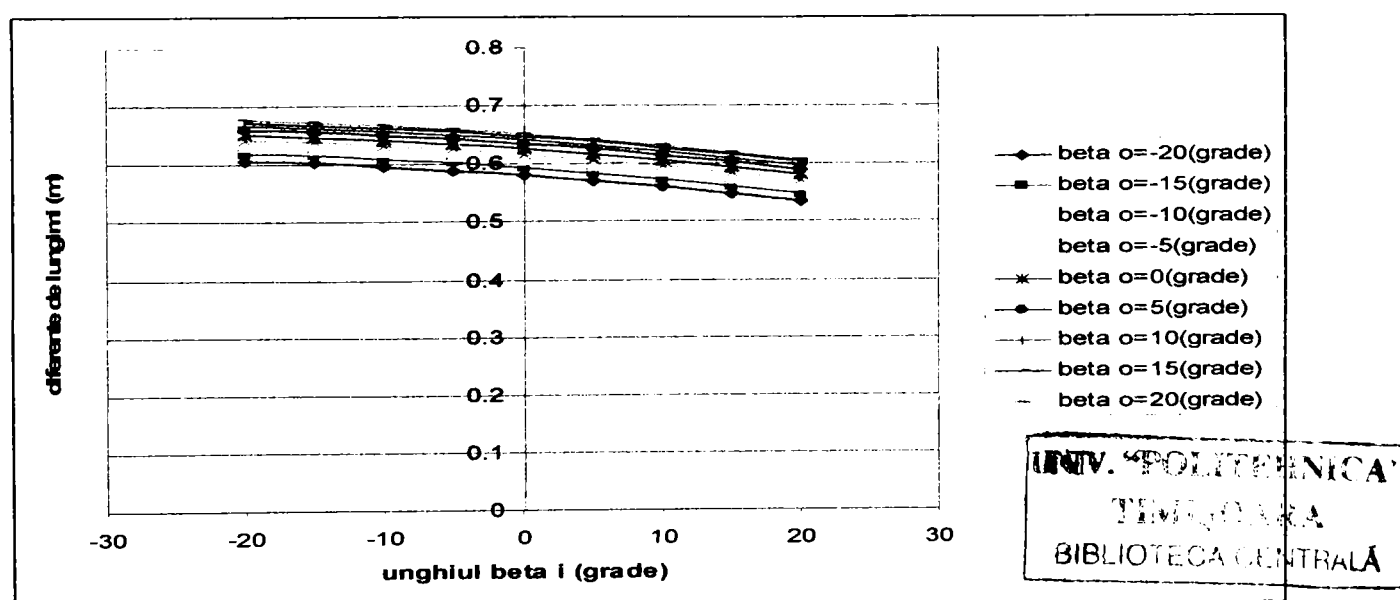


Fig.V.41. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Diferențele de lungimi se pot exprima și în procente:

Tabelul V.72.

		Diferențe expr. în procente(%)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	94.785	94.066	93.151	92.042	90.74	89.246	87.561	85.686	83.619
	-15	96.851	96.133	95.218	94.108	92.806	91.313	89.628	87.752	85.686
	-10	98.727	98.008	97.093	95.984	94.682	93.188	91.503	89.628	87.561
	-5	100.412	99.693	98.778	97.669	96.366	94.873	93.188	91.313	89.246
	0	101.905	101.187	100.272	99.162	97.86	96.366	94.682	92.806	90.74
	5	103.208	102.489	101.574	100.465	99.162	97.669	95.984	94.108	92.042
	10	104.317	103.598	102.683	101.574	100.272	98.778	97.093	95.218	93.151
	15	105.232	104.513	103.598	102.489	101.187	99.693	98.008	96.133	94.066
	20	105.951	105.232	104.317	103.208	101.905	100.412	98.727	96.851	94.785

iar valorile exprimate astfel se pot reprezenta grafic figura V.42.:

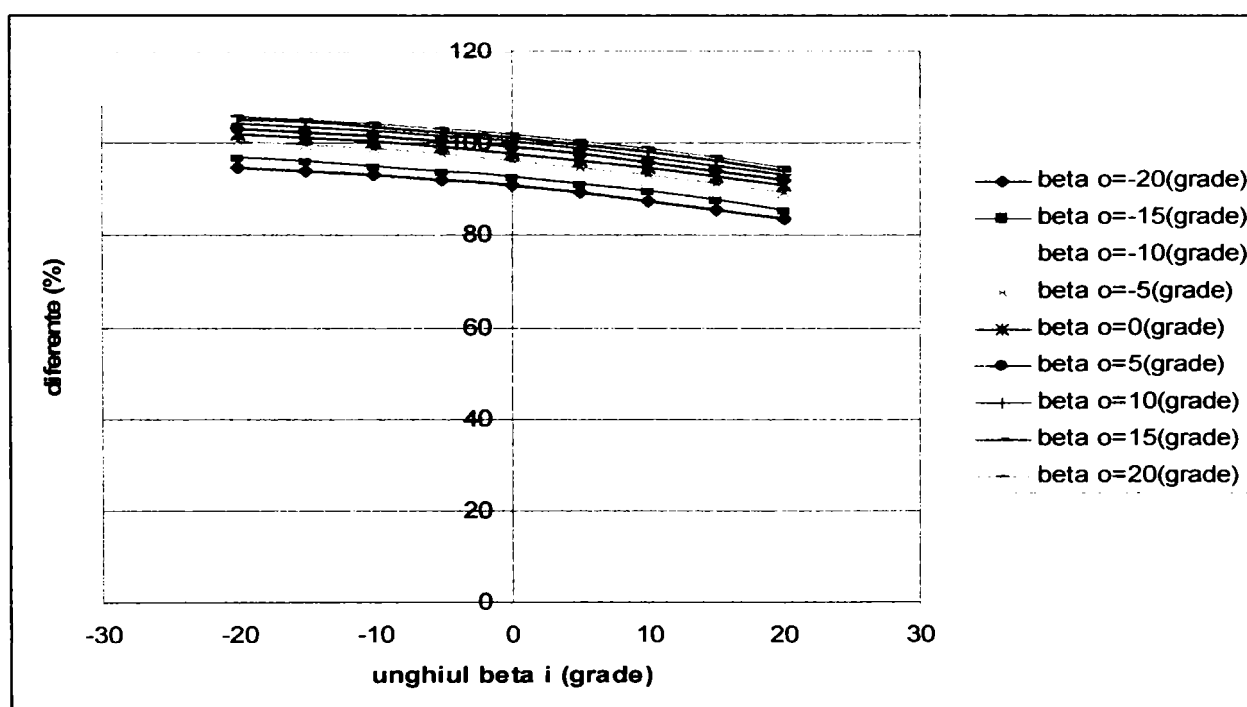


Fig.V.42. Variația procentuală a diferențelor de lungimi în funcție de valorile unghiurilor de intrare și ieșire din brazdă a degetului.

Continuăm reducerea valorii unghiului de înclinare maxim al degetului din brazdă:

Tabelul V.73.

α_{max} (°)	h(mm)	n(rot/min)	V_m (m/s)	l(mm)	r(mm)	Lung(m)	Proc_max(%)
15	50	100	2,4	190	255	0.640	105,23

Lungimile calculate ale zonelor active al unui deget în funcție de unghiul de intrare și de ieșire, sunt:

		$X_T(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	1.241	1.237	1.231	1.224	1.215	1.206	1.195	1.183	1.17
	-15	1.254	1.25	1.244	1.237	1.229	1.219	1.208	1.196	1.183
	-10	1.267	1.262	1.256	1.249	1.241	1.231	1.22	1.208	1.195
	-5	1.277	1.273	1.267	1.26	1.251	1.242	1.231	1.219	1.206
	0	1.287	1.282	1.276	1.269	1.261	1.251	1.241	1.229	1.215
	5	1.295	1.291	1.285	1.278	1.269	1.26	1.249	1.237	1.224
	10	1.302	1.298	1.292	1.285	1.276	1.267	1.256	1.244	1.231
	15	1.308	1.304	1.298	1.291	1.282	1.273	1.262	1.25	1.237
	20	1.313	1.308	1.302	1.295	1.287	1.277	1.267	1.254	1.241

Diferențele dintre lungimile active, notate cu X_T , dintre cele două tipuri constructive de tobe, sunt calculate și prezentate în tabelul V.74.

În funcție de unghiurile de înclinare a degetelor la intrare sau ieșire din brazdă, avem de obținut o mulțime de valori, care oscilează între anumite limite prezentate în tabelul V.75.:

Tabelul V.75

		Diferențe de lungimi $=(X_T - L \text{ deg. fix})(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	0.602	0.597	0.591	0.584	0.576	0.566	0.555	0.543	0.53
	-15	0.615	0.61	0.604	0.597	0.589	0.58	0.569	0.557	0.543
	-10	0.627	0.622	0.616	0.609	0.601	0.592	0.581	0.569	0.555
	-5	0.638	0.633	0.627	0.62	0.612	0.602	0.592	0.58	0.566
	0	0.647	0.643	0.637	0.63	0.621	0.612	0.601	0.589	0.576
	5	0.656	0.651	0.645	0.638	0.63	0.62	0.609	0.597	0.584
	10	0.663	0.658	0.652	0.645	0.637	0.627	0.616	0.604	0.591
	15	0.668	0.664	0.658	0.651	0.643	0.633	0.622	0.61	0.597
	20	0.673	0.668	0.663	0.656	0.647	0.638	0.627	0.615	0.602

Reprezentând grafic aceste diferențe calculate, obținem:

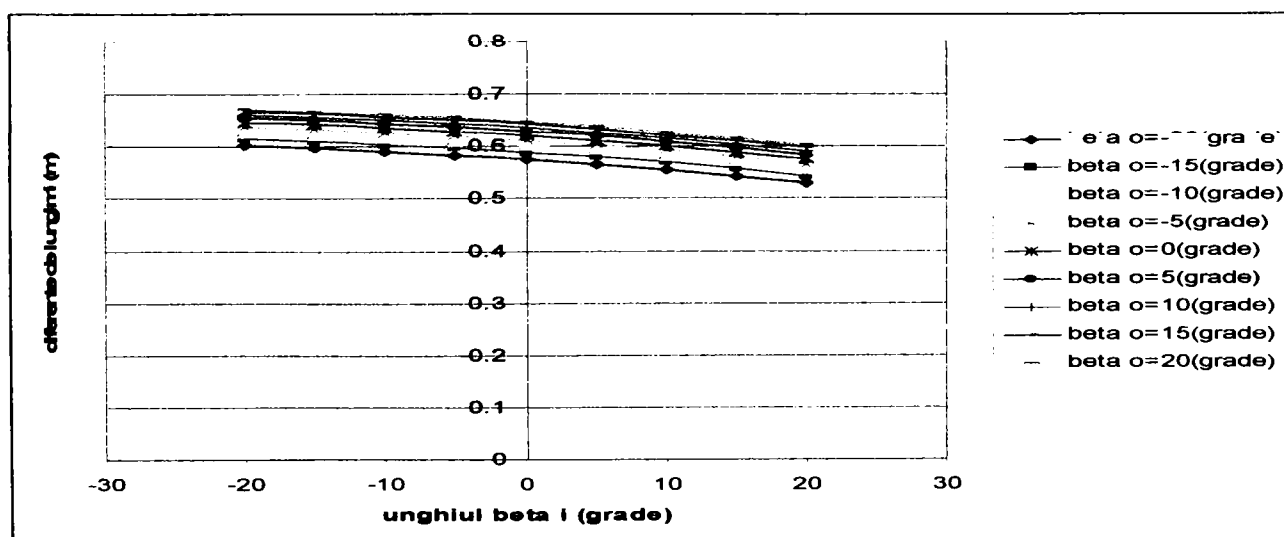


Fig.V.43. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Aceste diferențe de lungimi se pot exprima și în procente, prezentate în tabelul V.76.:

Tabelul V.76.

		Diferențe expr. în procente(%)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	94.066	93.351	92.438	91.33	90.028	88.534	86.848	84.97	82.9
	-15	96.136	95.42	94.507	93.399	92.098	90.603	88.917	87.04	84.97
	-10	98.013	97.298	96.385	95.277	93.975	92.481	90.795	88.917	86.848
	-5	99.699	98.984	98.071	96.963	95.661	94.167	92.481	90.603	88.534
	0	101.194	100.478	99.565	98.457	97.156	95.661	93.975	92.098	90.028
	5	102.495	101.78	100.867	99.759	98.457	96.963	95.277	93.399	91.33
	10	103.603	102.888	101.975	100.867	99.565	98.071	96.385	94.507	92.438
	15	104.516	103.801	102.888	101.78	100.478	98.984	97.298	95.42	93.351
	20	105.232	104.516	103.603	102.495	101.194	99.699	98.013	96.136	94.066

Toate aceste valori procentuale reprezentând grafic în figura V.44., se obține:

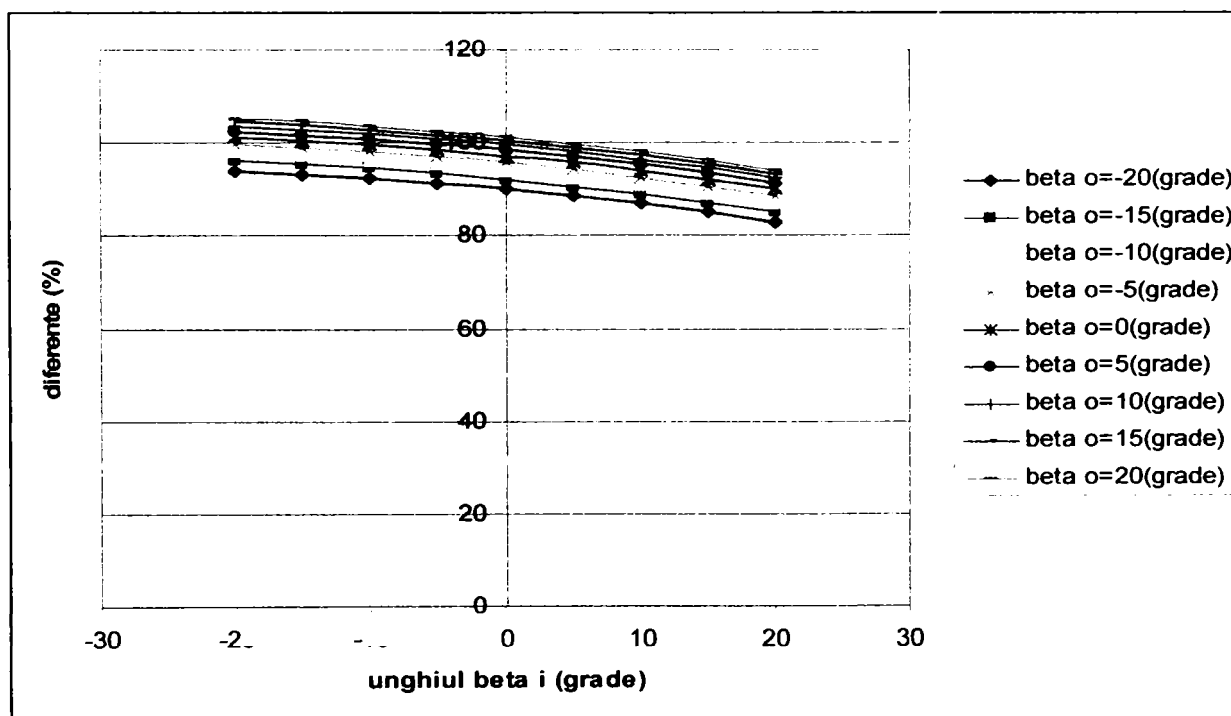


Fig. V.44. Variația procentuală a diferențelor de lungimi în funcție de valorile unghiurilor de intrare și ieșire din brazdă a degetului.

Pentru a observa mai bine influența unghiului de înclinare maximă a razei bării port-degete a tobei, notat cu α_{max} , asupra lungimii zonei active a degetului, am procedat în continuare la scăderea valorii acestui unghi:

Tabelul V.77.

α_{max} (°)	h(mm)	n(rot/min)	V_m (m/s)	l(mm)	r(mm)	Lung(m)	Proc_max(%)
10	50	100	2,4	190	255	0.640	104,71

Lungimile active parcurse de un deget de la intrarea lui în brazda de furaje și până la ieșirea lui, notată cu X_T , se calculează și are următoarele valori:

Tabelul V.78.

		$X_T(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	1.238	1.233	1.228	1.22	1.212	1.203	1.192	1.18	1.167
	-15	1.251	1.247	1.241	1.234	1.225	1.216	1.205	1.193	1.18
	-10	1.263	1.259	1.253	1.246	1.237	1.228	1.217	1.205	1.192
	-5	1.274	1.269	1.264	1.257	1.248	1.239	1.228	1.216	1.203
	0	1.284	1.279	1.273	1.266	1.258	1.248	1.237	1.225	1.212
	5	1.292	1.287	1.282	1.274	1.266	1.257	1.246	1.234	1.22
	10	1.299	1.294	1.289	1.282	1.273	1.264	1.253	1.241	1.228
	15	1.305	1.3	1.294	1.287	1.279	1.269	1.259	1.247	1.233
	20	1.309	1.305	1.299	1.292	1.284	1.274	1.263	1.251	1.238

Diferențele de lungimi active dintre cele două tipuri constructive de tobe sunt calculate și reprezentate în tabelul V.79.:

Tabelul V.79.

		Diferențe de lungimi $= (X_T - L_{deg. fix})(m)$								
		$\beta_i (^{\circ})$								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$\beta_o (^{\circ})$	-20	0.598	0.594	0.588	0.581	0.573	0.563	0.552	0.54	0.527
	-15	0.612	0.607	0.601	0.594	0.586	0.576	0.565	0.553	0.54
	-10	0.624	0.619	0.613	0.606	0.598	0.588	0.577	0.565	0.552
	-5	0.634	0.63	0.624	0.617	0.609	0.599	0.588	0.576	0.563
	0	0.644	0.639	0.634	0.626	0.618	0.609	0.598	0.586	0.573
	5	0.652	0.648	0.642	0.635	0.626	0.617	0.606	0.594	0.581
	10	0.659	0.655	0.649	0.642	0.634	0.624	0.613	0.601	0.588
	15	0.665	0.661	0.655	0.648	0.639	0.63	0.619	0.607	0.594
	20	0.67	0.665	0.659	0.652	0.644	0.634	0.624	0.612	0.598

Aceste valori se pot prezenta și sub formă de grafic, figura V.45.:

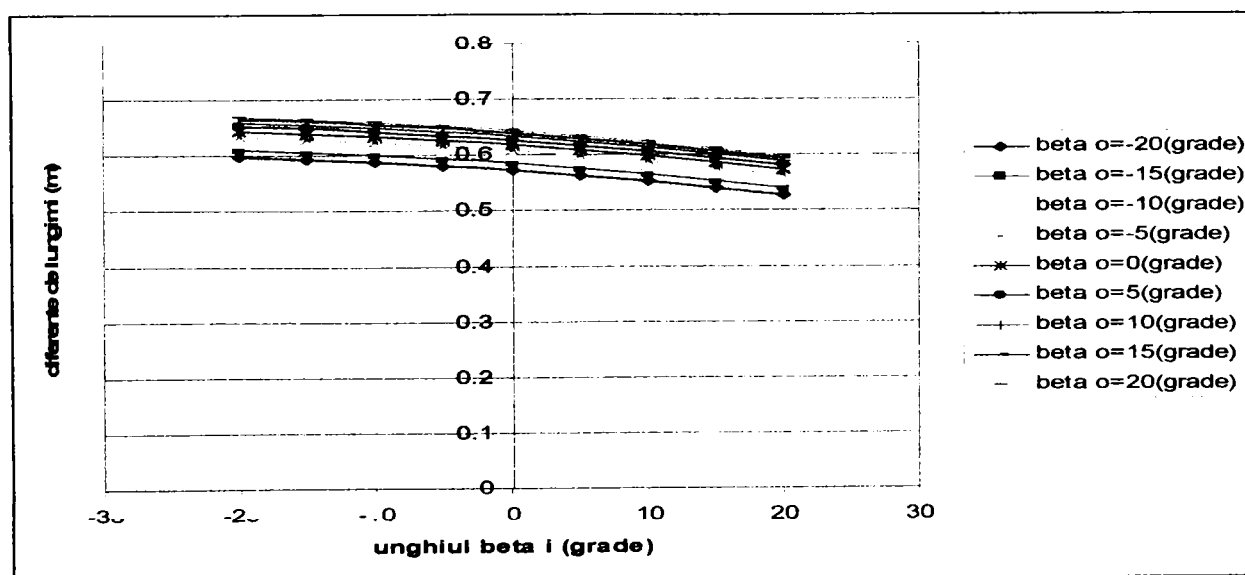


Fig. V.45. Sporuri de lungimi obținute la greblare în funcție de valorile unghiurilor de intrare și de ieșire din brazdă a degetului

Diferențele de lungimi active se pot calcula și în procente:

Tabelul V.80.

		Diferențe expr. în procente(%)								
		β_i (°)								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
β_o (°)	-20	93.548	92.835	91.924	90.817	89.516	88.021	86.334	84.455	82.383
	-15	95.62	94.907	93.996	92.889	91.588	90.093	88.406	86.527	84.455
	-10	97.5	96.787	95.875	94.768	93.467	91.972	90.285	88.406	86.334
	-5	99.187	98.474	97.562	96.455	95.154	93.659	91.972	90.093	88.021
	0	100.681	99.968	99.057	97.95	96.648	95.154	93.467	91.588	89.516
	5	101.983	101.269	100.358	99.251	97.95	96.455	94.768	92.889	90.817
	10	103.09	102.377	101.465	100.358	99.057	97.562	95.875	93.996	91.924
	15	104.001	103.288	102.377	101.269	99.968	98.474	96.787	94.907	92.835
	20	104.714	104.001	103.09	101.983	100.681	99.187	97.5	95.62	93.548

Reprezentarea grafică a diferențelor de lungimi active exprimate procentual are forma:

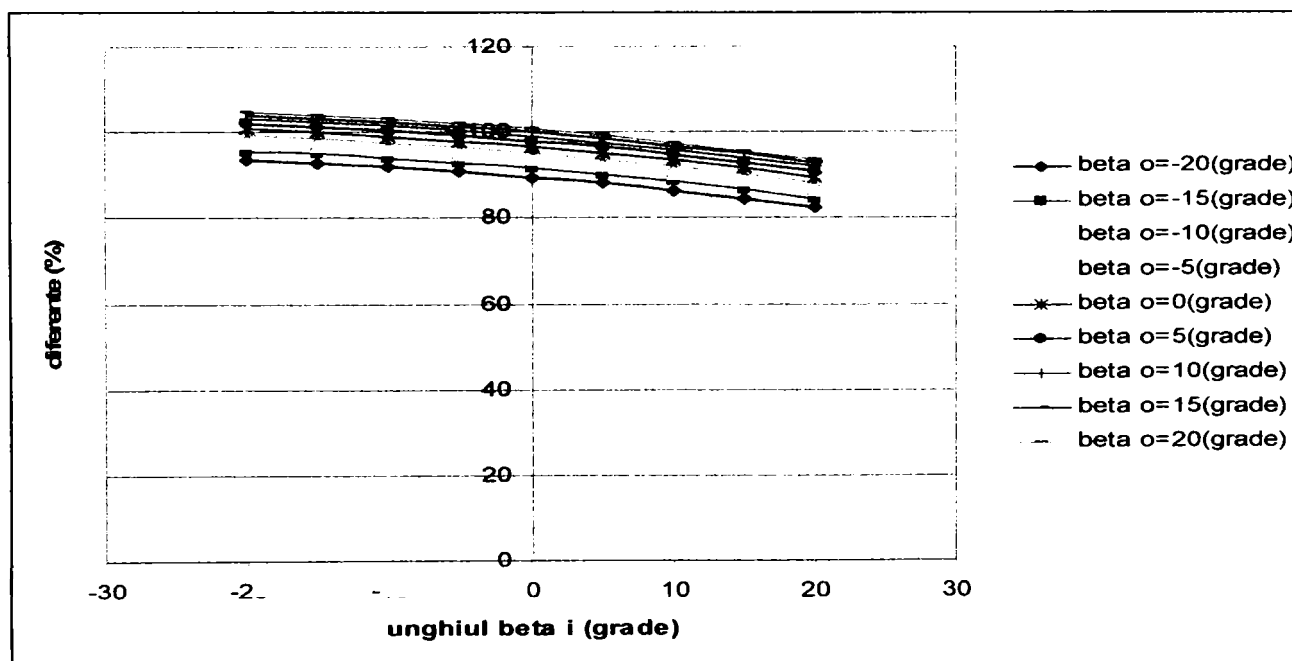


Fig.V.46. Variația procentuală a diferențelor de lungimi în funcție de valorile unghiurilor de intrare și ieșire din brazdă a degetului.

V.3.6.1. Concluzii

În cele prezentate de mai sus, se poate observa că am operat în mod constant la reducerea valorii unghiului de înclinare maxim a razei port-deget al tobe cu axa orizontală, notat cu α_{max} , cu câte 5^0 , făcând mai mulți pași cu acești valori pentru determina influența lor asupra variației lungimii de greblare al unui deget.

Din calcule făcute, unde s-au păstrat toți termenii constanți, singura variabilă fiind doar unghiul de înclinare maxim al degetului, putem constata că la o scădere semnificativă al valorii unghiului de înclinare maxim a razei port-deget cu axa

orizontală, nu obținem o creștere a valorii lungimii active al unui deget ci din potrivă, avem de a face cu o scădere al acestei valori.

Analizând mai atent această scădere, constatăm că la o variație de 20° al unghiului maxim de înclinare a port-degetului tobei, o scădere destul de mare și spectaculoasă al acestui unghi, nu urmează o prăbușire bruscă a diferențelor de lungimi active calculate la cele două tipuri constructive de tobe.

Scăderea valorii lungimii exprimate în procente reprezintă aproximativ 3%, valoare care nu este prea semnificativă.

Acest lucru oarecum era previzibil datorită faptului că degetul execută oricum o mișcare de la intrarea lui în brazdă și până la ieșirea lui, mișcare care se execută în interiorul brazdei, antrenarea masei furajere fiind asigurată în permanență și fără întrerupere, iar variația unghiului de înclinare maxim al unui deget n-ar trebui să aibă o influență semnificativă în stabilirea lungimii active de lucru al degetului.

Sunt însă unele cazuri extreme, în care unghiul de înclinare maxim exagerat de mic al unui port-degete poate să ducă la pierderi de furaje în locul obținerii reducerilor de pierderi. Aceste cazuri se ivesc atunci când această valoare al unghiului de înclinare maxim al unui port-degete scade foarte mult și ajung la valoare când port-degetul este într-o poziție aproape paralelă cu miriștea, nu mai având loc faza a I-a de lucru, adică greblarea, sau se va efectua superficial, existând premise de rămânerea furajelor pe miriște, neexecutând faza de greblare și adunare al acestuia, sau executând în mod defectuos, nesatisfăcător.

**CERCETĂRI PRIVIND ÎMBUNĂTĂȚIREA PROCESULUI DE LUCRU AL
ORGANELOR DE MĂRUNȚIT FURAJE FIBROASE**

**VI.1. Importanța cunoașterii procesului de tăiere-mărunțire a tulpinilor de
plante furajere**

Culturile agricole, în majoritatea cazurilor, se recoltează prin tăierea tulpinilor de pe câmp cu ajutorul mașinilor agricole de recoltat.

Pentru a ne da seama ce sarcini mari stau în fața mașinilor agricole de recoltat prezentăm în tabelul VI.1., unele date legate de suprafețe cultivate cu diferite plante, producția medie la hectar și producția totală a principalelor culturi care se recoltează prin tăiere.

Suprafețe cultivate în România și producțiile obținute în anul 2005.

Tabelul VI.1.

Nr. crt.	Denumirea culturii		Suprafață cultivată mii ha	Producția medie la t /ha	Producția totală mii tone
1	Cereale ptr. boabe	grâu	2860	2,40	6864
		secară	59	1,56	92
		orz și orzoaică	276	2,63	726
		porumb	3290	2,54	8357
2	Floarea soarelui		530	1,42	753
3	Plante de nutreț		1350	-	-
4	Perene vechi și noi ptr. fân: lucerna		450	3,78	1701
	trifoi		220	2,95	649
5	Anuale pentru fân		180	-	595
6	Anuale pentru masa verde		210	-	4500
7	Plante pentru însilozare		105	-	1350
8	Rădăcinoase de nutreț		10	-	220

În procesul tehnologic al culturii unei plante furajere o lucrare de mare însemnătate este recoltatul. Recoltarea plantelor furajere trebuie făcută în intervalul optim indicat de cerințele agro-zootehnice corespunzătoare culturii respective, fără pierderi sau deprecieri calitative care ar putea afecta calitatea producției din

zootehnie. Pentru a executa recoltarea plantelor furajere în perioada optimă există mai multe soluții:

- realizarea unui număr mare de mașini agricole de recoltat plante furajere;
- mărirea productivității mașinilor de recoltat plante furajere.

Prima soluție pare a fi o variantă greu de realizat din punct de vedere financiar, deoarece durata scurtă de utilizare ale acestor utilaje în timpul unui an calendaristic ar duce la amortizarea greoaie și de lungă durată, astfel mașinile de recoltat plante furajere ar suferii pe lângă uzură fizică și cea morală.

Soluția a doua se pare mai favorabilă, însă și creșterea capacității muncii este limitată de anumiți factori.

Pornind de la formula [84], [85], care exprimă capacitatea de lucru teoretică a unui agregat de recoltat putem scoate în evidență acești factori:

$$W_t = 0,1 B V_e T \text{ (ha /schimb de lucru)} \quad (\text{VI.1.1.})$$

unde: - W_t - capacitatea de lucru teoretică al unui agregat exprimată în ha pe schimb de lucru;

- B – lățimea de lucru constructivă a agregatului în m;
- V_e – viteza teoretică de lucru în km /h;
- T – timpul teoretic de lucru într-un schimb în ore.

Analizând cu atenție relația (VI.1.1.), cu ușurință se poate da seama că productivitatea muncii teoretică în cazul mașinilor de recoltat plante furajere depinde de trei factori. Dacă presupunem că printr-o însușire perfectă a tehnicii de lucru de către mecanizatorii care folosesc aceste mașini de recoltat plante furajere și prin realizarea unor agregate cu un coeficient de siguranță în funcționare de 100%, presupunând utilizarea la maxim a timpului de lucru h /schimb, constatăm că asupra acestor factori nu se mai poate interveni.

În ceea ce privește lățimea de lucru, se constată că aceasta variază, la mașinile de recoltat plante furajere, în limite largi și poate să atingă valori în jur de 6 m. Este de observat că și acest factor de mărire a capacității muncii a unui agregat de recoltat plante furajere este limitat de considerente constructive, cunoscut fiind faptul că din cauza neregularităților terenului furajele pot fi împurificate cu pământ, care ar duce la compromiterea procesului de recoltat. Un alt neajuns îl reprezintă punerea în circulație pe drumurile publice ale unor utilaje cu gabarite depășite, care ar duce la îngreunarea, încetinirea sau chiar blocarea circulației pe acele tronsoane, nu rareori ducând la accidente grave de circulație cu pagube materiale însemnate, sau în unele cazuri extreme, la pierderi de vieți omenești.

Ultimul factor al formulei capacității de lucru îl reprezintă viteza de deplasare a agregatului de recoltat plante furajere. Acesta reprezintă principalul factor asupra cărui s-ar putea acționa în sensul măririi.

Dar mărirea vitezei de deplasare totuși trebuie să țină seama de unele criterii cum ar fi:

- corelarea capacităților de lucru ale dispozitivelor din fluxul tehnologic respectiv de cosit, de ridicat și de mărunțit furaje;
- puterea disponibilă a sursei energetice pentru asigurarea deplasarea sau autodeplasarea a agregatului de recoltat plante furajere;

- asigurarea unui proces normal de lucru al organelor active cu respectarea cerințelor agro-zootehnice privind calitatea și reducerea pierderilor de material furajer și al consumului de energie.

Analizând cele arătate mai sus, este evident faptul că studierea funcționării aparatelor de ridicat din brazdă și a dispozitivelor de încărcare – mărunțire a mașinilor de recoltat și transportat materiale furajere ar permite găsirea unor soluții tehnice mai bune, în vederea reducerii pierderilor de material furajer și al consumului de energie.

VI.2. Procesul de mărunțire a furajelor fibroase

Mărunțirea sau altfel spus tocarea furajelor fibroase reprezintă un proces tehnologic complex, diferit de procesul de forfecare a metalelor, secționarea fibrelor fiind precedată de solicitări multiple la compresiune, strivire, încovoiere, întindere etc. Rezistența la tăiere depinde atât de caracteristicile naturale ale tulpinilor, cât și de factorii tehnici și tehnologici, cum ar fi: caracteristicile geometrice și cinematice ale organelor de tăiere, caracteristicile fluxului de material etc.

După modul de deplasare al tăișului cuțitului față de direcția fibrelor se deosebesc două categorii de tăiere [91]:

- tăiere propriu – zisă sau de retezare;
- tăiere longitudinală sau de defibrare.

După direcția de deplasare a cuțitului față de linia tăișului se realizează două feluri de tăieri:

- tăiere normală, când vectorul vitezei cuțitului este perpendiculară pe tăiș;
- tăierea cu alunecare, când vectorul vitezei este înclinat față de tăiș.

Tăierile efective sunt de patru tipuri (fig.VI.1):

- tăiere frontală, $\delta = 0^{\circ}; \theta = 0^{\circ}$;
- tăiere oblică, $0^{\circ} < \delta < 90^{\circ}; \theta = 0^{\circ}$;
- tăiere înclinată, $\delta = 0^{\circ}; 0^{\circ} < \theta < 90^{\circ}$;
- tăiere combinată sau oblic înclinată, $0^{\circ} < \delta < 90^{\circ}; 0^{\circ} < \theta < 90^{\circ}$;

Tăierile longitudinale sunt de trei feluri:

- tăiere de despicare longitudinală, $\theta = 90^{\circ}; \delta = 0$;
- tăiere transversală, $\delta = 90^{\circ}; \delta$ nu depinde de θ ;
- tăiere transversal – longitudinală, $0^{\circ} < \delta < 90^{\circ}; \theta = 90^{\circ}$.

unde: - δ este unghiul de înclinare al planului de tăiere față de axa tălpinii;

- θ este unghiul pe care îl face planul de tăiere (vectorul de viteză) și planul transversal (frontal);

- φ unghiul de tăiere situat între planul de tăiere și planul frontal al tulpinii.

Cercetările au fost îndreptate asupra stabilirii legilor de variație a energiei consumate în funcție de unghiurile δ și θ , considerând ca mărimi inițiale energiile necesare tăierilor frontale, longitudinale și transversale.

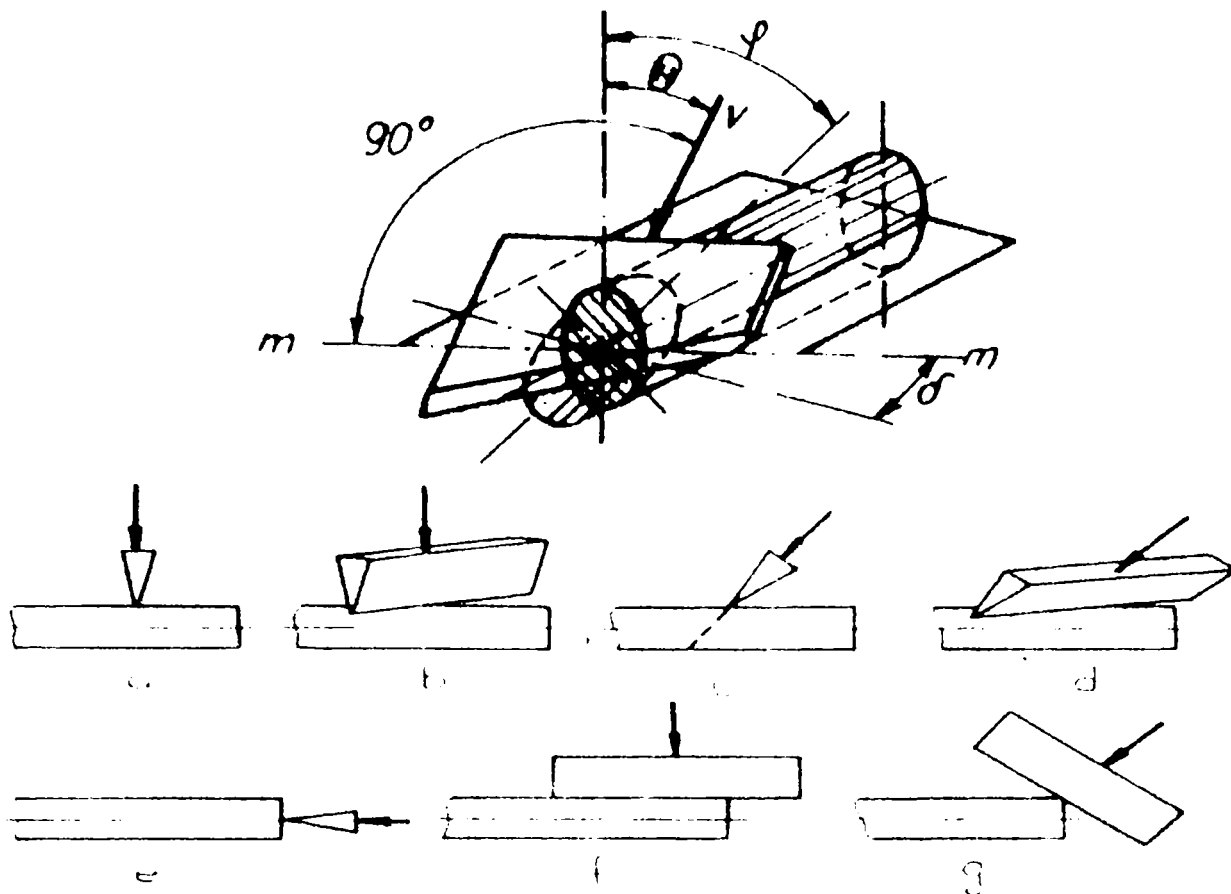


Fig.VI.1. Prezentarea schematică a tipurilor de tăiere

Lucrul mecanic specific la tăieri frontale și transversale s-a determinat experimental, iar lucrul mecanic necesar tăierii longitudinale s-a stabilit prin extrapolare, folosind valorile obținute la tăierea înclinată. Astfel s-au stabilit relații pentru determinarea consumului de energie la tăierea oblică, înclinată, oblic-înclinată și longitudinal transversală.

Majoritatea dispozitivelor de tocare sunt concepute pentru realizarea tăierilor propriu – zise de rețezare, dar în funcționarea lor se realizează elementele tăierilor oblică și oblic – înclinată. În cazul plantelor cu tulpină groasă rezistența minimă la tăiere se obține în cazul tăierii transversale. Lucrul mecanic la tăierea transversală este mai mic de 4 – 4,7 ori decât la tăierea frontală. Celelalte moduri de tăiere ocupă locuri intermediare în privința consumului de energie. În cazul tăierilor oblică, înclinată și oblică – înclinată, lucrul mecanic pentru tăiere scade în comparație cu lucrul mecanic la tăierea frontală. Reducerea maximă de aproximativ 20% și are loc la tăierea oblică.

În procesul de tăiere se disting două faze, precomprimarea materialului cu ajutorul cuțitului și tăierea propriu – zisă. La tăierea frontală cu deplasarea normală a cuțitului procesul începe cu presarea și strivirea tulpinilor perpendicular pe fibre, continuă cu întărirea materialului în zona de contact cu tăișul, apoi încovoierea fibrelor vecine, tracțiunea celor încovoiate și în final, ruperea. La tăierea cu alunecare se adaugă încă o deformare și tracțiune transversală a fibrelor, iar distrugerea se produce treptat printr – o izolare a elementelor fibroase mai puțin rezistente. Forța de tăiere în acest caz este mai mică decât la deplasarea normală.

În timpul trecerii cuțitului prin stratul de material [55] apar eforturi care acționează asupra materialului și efectuează distrugerea, tăierea fibrelor și eforturi

datorate rezistenței la pătrunderea lamei în material. Forțele corespunzătoare acestor eforturi sunt prezentate în figura de mai jos figura VI.2.

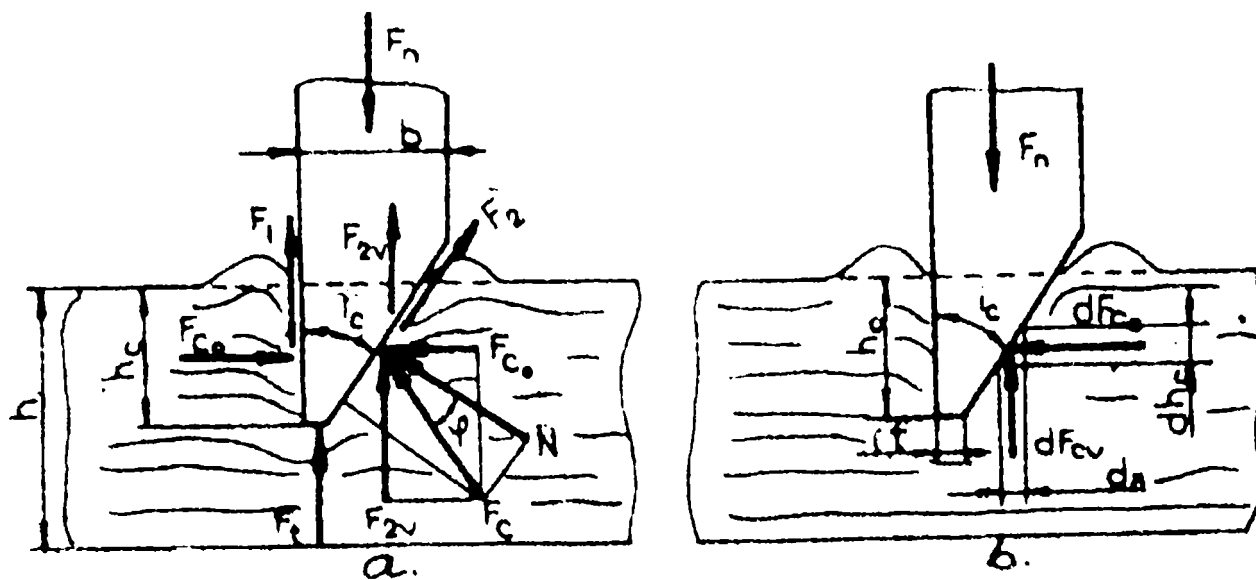


Fig.VI.2. Reprezentarea schematică a rezistențelor la tăiere.

- unde: - F_t forța de tăiere;
 - N forța normală pe flancul tășului;
 - F_2 forța de frecare a flancului tășului cu materialul;
 - F_1 forța de frecare laterală;
 - F_n forța ce acționează asupra cuțitului ca să poată să treacă prin material;
 - t grosimea tășului;
 - h grosimea stratului de material;
 - h_c precomprimarea materialului corespunzător începerii tăierii;
 - i_c unghiul de ascuțire al cuțitului;
 - b grosimea lamei cuțitului.

Forța care trebuie aplicată cuțitului pentru trecerea prin material este:

$$F_n = F_t + F_{c_v} + F_1 + F_{2_v} \quad (VI.2.1.)$$

Forța de tăiere se poate scrie:

$$F_t = t L \sigma_r \quad (VI.2.2.)$$

unde: - σ_r este tensiunea la rupere

Expresia analitică a tensiunii la rupere se poate scrie:

$$\sigma_r^2 = \sigma_1^2 \cos^2 \delta + \sigma_2^2 \sin^2 \delta \quad (VI.2.3.)$$

unde: - σ_1 este tensiunea de rupere la tăierea frontală;

- σ_2 este tensiunea de rupere la tăierea transversală;

- δ este unghiul de înclinație al planului de tăiere.

Lucrul mecanic specific pentru tăiere oblică (tăiere cu alunecare, unde $\varphi < \zeta$) se scrie:

$$l_s = \sqrt{l_1^2 \cos^2 \delta + l_2^2 \sin^2 \delta} \quad (\text{VI.2.4.})$$

iar în cazul tăierii fără alunecare, unde $\zeta < \varphi$, relația de mai sus se poate scrie:

$$l_s = \sqrt{l_1^2 \cos^2 \delta + l_2^2 \sin^2 \delta} \quad (\text{VI.2.5.})$$

unde: - l_1 este lucrul mecanic specific necesar tăierii frontale cu alunecare;
 - l_1' este lucru mecanic specific necesar tăierii frontale;
 - l_2 este lucrul mecanic specific necesar tăierii transversale cu alunecare;
 - l_2' este lucrul mecanic specific necesar tăierii transversale;
 - ζ unghiul de frecare a tăișului cu tulpina plantei.

Deosebirile între valorile lucrului mecanic specific se explică prin faptul că în cazul tăierii cu alunecare ruperea fibrelor se face prin despicare iar la tăierea fără alunecare se face prin deformație. Stabilind un raport între cele două categorii de lucru mecanic specific de tăiere (frontal / transversal), rezultă un coeficient η al cărui valoare $\eta = \frac{l_1}{l_2} = \frac{l_1'}{l_2'}$ crește odată cu scăderea umidității materialului de tocat. Valoarea lui crește odată și cu creșterea vitezei de tăiere. Dacă se cunoaște valoarea lui η_1 se poate afla lucrul mecanic specific al tăierii oblice pentru orice valoare a unghiului δ .

Lucrul mecanic total la tăierea oblică este determinat cu formula:

$$L = L_1 \frac{\pi d^2}{4 \cos \delta} \quad (\text{VI.2.6.})$$

unde: - d este diametrul tulpinii în locul tăierii;
 - L_1 lucrul mecanic total în cazul tăierii frontale cu alunecare;
 - δ unghiul de înclinare al planului de tăiere.

Se poate observa în formula (VI.2.6.) că lucrul mecanic total necesar tăierii crește odată cu creșterea unghiului δ . Această creștere este mai lentă la început, dar cunoaște o creștere spectaculoasă. Explicația constă în aceea că odată cu creșterea unghiului δ , se mărește suprafața de tăiere prin apropierea de tăiere transversală. Concluzia este că în cazul tăierii oblice fără alunecare nu se reduce consumul de energie prin modificarea poziției cuțitului. La tăierea oblică cu alunecare se constată că pe măsură ce crește unghiul δ , are loc o scădere a energiei necesare tăierii, după care urmează o creștere de asemeni rapidă.

$$\delta = \arctg \sqrt{\eta_1 - 2} \quad (\text{VI.2.7.})$$

Din expresia (VI.2.7.) se deduce că unghiul δ corespunzător lucrului mecanic minim de tăiere depinde de raportul dintre lucrul mecanic specific la tăierea frontală

și transversală, iar micșorarea lucrului mecanic este posibilă numai pentru valoarea $\eta_1 > 2$.

În cazul tăierii înclinată, cercetările au demonstrat că tensiunile se pot determina fără a se ține seama de alunecări. Prin distrugerea fibrelor are loc despicarea tulpinii, chiar și în lipsa alunecării cuțitului.

Tăierea înclinată reprezintă trecerea de la cea frontală la longitudinală și se caracterizează prin unghiul θ de înclinație al planului de tăiere.

$$l_\theta = l_1 \cos^2 \theta + l_3 \sin^2 \theta = l_1 \left(\cos^2 \theta + \frac{1}{\eta_2} \sin^2 \theta \right) \quad (\text{VI.2.8.})$$

unde: - l_3 este lucrul mecanic specific al tăierii longitudinale; iar $\eta_2 = \frac{l_1}{l_3}$.

La tăierea longitudinal-transversală o fază de trecere de la tăiere longitudinală la cea transversală și se supune aceluiași legi ca tăierea oblică, iar lucrul mecanic specific de tăiere este:

$$l = l_3 \cos^2 \delta + l_2 \sin^2 \delta = l_3 \left(\cos^2 \delta + \frac{1}{\eta_3} \sin^2 \delta \right) \quad (\text{VI.2.9.})$$

unde: - $\eta_3 = \frac{l_3}{l_2}$.

Tăierea oblic înclinată este caracterizată prin variația ambelor unghiuri δ și θ în întreg interval de valori, ceea ce înseamnă că este cazul cel mai general de tăiere al tulpinilor de plante furajere.

Lucrul mecanic specific în cazul tăierii oblice înclinat cu alunecare este dat de relația:

$$l_\psi = l_\delta \cos^2 \theta + l \sin^2 \theta = (l_1 \cos^2 \delta + l_2 \sin^2 \delta) \cos^2 \theta + (l_3 \cos^2 \delta + l_2 \sin^2 \delta) \sin^2 \theta \quad (\text{VI.2.10})$$

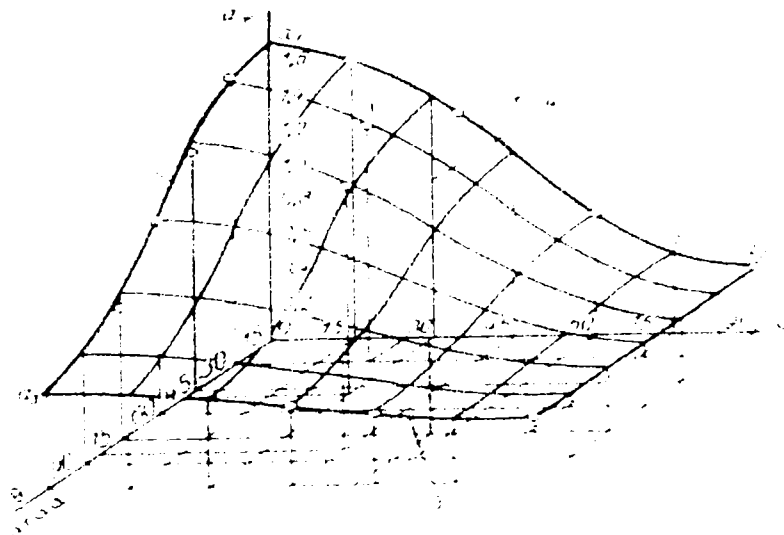


Fig.VI.3. Dependența dintre lucrul mecanic specific al tăierii oblice înclinate și unghiurile δ și θ reprezentat în diagrama spațială.

Relația dintre lucrul specific al tăierii oblice înclinate și unghiurile δ și θ se reprezintă grafic sub forma unei diagrame spațiale (fig. VI.3.).

Tipurile principale de tăieri [17], [55], [83] sunt reprezentate prin punctele:

- a₁ tăierea frontală;
- a₂ tăierea transversală;
- a₃ tăierea longitudinală.

Curbele reprezintă cum urmează:

1. – tăierea oblică;
2. – tăierea înclinată;
3. – tăierea longitudinal-transversală;
4. – tăierea oblică-înclinată.

Linia dreaptă a suprafeței reprezintă tăierea transversală. pentru care lucrul mecanic specific nu depinde de variația unghiului θ . Restul suprafeței caracterizează lucrul mecanic specific al tăierii oblice înclinate sub diferite unghiuri. Suprafața sinusoidală $l_{\psi} = f(\delta, \theta)$ cuprinde toate cazurile de tăiere posibile. Din diagrama reiese că lucrul mecanic specific este minim în cazul poziției transversale. În general, lucrul mecanic necesar tăierii tulpinii este:

$$L_{\psi} = l_{\psi} \frac{d^2 \pi}{4 \cos \psi} = l_{\psi} \frac{d^2 \pi}{4 \cos \delta \cos \theta} \quad (\text{VI.2.11.})$$

$$L_{\psi} = L_1 \left(\cos \delta \cos \theta + \frac{1}{\eta_1} \frac{\sin \delta}{\cos \theta} \operatorname{tg} \delta + \frac{1}{\eta_2} \cos \delta \sin \theta \operatorname{tg} \theta \right) \quad (\text{VI.2.12.})$$

unde: - L_1 este lucrul mecanic necesar pentru tăierea frontală cu o înclinare ζ a cuțitului, care să asigure tăierea cu alunecare. În continuare se prezintă o diagramă spațială (fig.VI.4.), care ne arată variația lucrului mecanic în funcție de unghiurile δ, θ în cazul tăierii oblice cu alunecare,

unde: - A₁ tăierea frontală;

- 1 tăierea oblică;
- 2 tăierea înclinată;
- 3 tăierea oblică înclinată;
- 4 linia valorilor minime a lucrului mecanic.

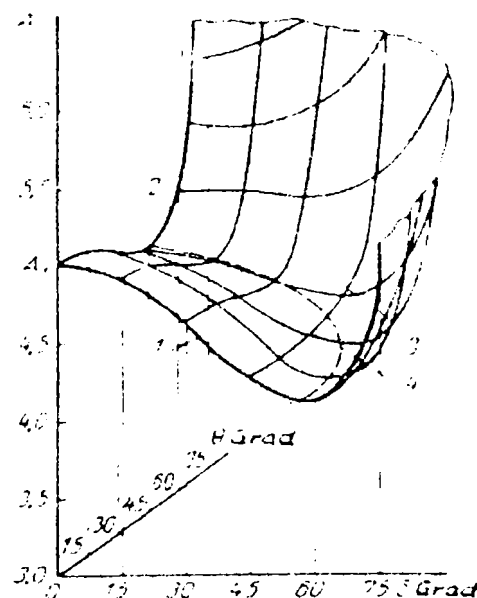


Fig.VI.4. Variația lucrului mecanic în funcție de unghiurile δ și θ în cazul tăierii oblice cu alunecare.

Se poate concluziona din cele arătate de mai sus, că tăierea oblică se caracterizează printr-un consum de lucru mecanic minim și pe măsura trecerii în poziția înclinată, lucrul mecanic crește până la 80 – 90 % din valoarea lucrului mecanic la tăierea frontală. Suprafața curbilinie formează zona valorilor minime, cu înclinație către partea tăierii oblice.

Pentru unele materiale este valabilă relația de proporționalitate:

$$\sigma_r = \varepsilon E \quad (\text{VI.2.13})$$

unde: - E modulul de elasticitate;

- ε deformația relativă la limita de tăiere.

$$\varepsilon = h_c / h \quad (\text{VI.2.14})$$

Deformarea relativă, respectiv precomprimarea până începe tăierea scad cu creșterea vitezei de tăiere. Valoarea $\sigma_r = 25 - 50 \text{ N/mm}^2$.

Conform fig.VI.2. rezultă:

$$N = F_{c_v} \sin i_c + F_{c_o} \cos i_c \quad (\text{VI.2.15.})$$

Forța de frecare laterală, F_1 , este:

$$F_1 = f F_{c_o} \quad (\text{VI.2.16.})$$

în care f este coeficientul de frecare între cuțit și material.

Componenta verticală, F_{2v} , a forței de frecare $F_2 = f N$ este dată de relația:

$$F_{2v} = f N \cos i_c = f \left(F_{c_v} \frac{\sin 2i_c}{2} + F_{c_o} \cos^2 i_c \right) \quad (\text{VI.2.17.})$$

Forța elementară ce produce precomprimarea materialului pe direcția transversală (se vede fig.VI.2.b.), raportată la o unitate de lungime de cuțit, este:

$$dF_{c_v} = \varepsilon E dx = \varepsilon E dh_c \operatorname{tg} i_c = E \frac{hc}{h} dh_c \operatorname{tg} i_c \quad (\text{V.2.18.})$$

Componenta verticală va fi:

$$F_{c_v} = \frac{E}{h} \operatorname{tg} i_c \int_0^{h_c} h_c dh_c = \frac{E}{2h} h_c^2 \operatorname{tg} i_c \quad (\text{VI.2.19.})$$

Componenta orizontală, F_{c_o} , produce deformarea materialului pe direcția longitudinală. Se consideră că deformarea relativă longitudinală $\varepsilon_1 = \varepsilon \mu$, unde μ este coeficientul lui Poisson, $\mu = 0,08 - 0,1$, pentru stratul de furaje fibroase.

Forța elementară orizontală este:

$$dF_{c_o} = \varepsilon_1 E dh_c = \mu \frac{h_c}{h} E dh_c \quad (\text{VI.2.20.})$$

de unde:

$$F_{c_0} = \mu \frac{E}{h} \int_0^{h_c} h_c dh_c = \mu \frac{E h_c^2}{2h} \quad (\text{VI.2.21.})$$

Cunoscând toate acestea, se poate determina forța totală pentru o unitate de lungime de cuțit, care este:

$$F_n = t \sigma_r + \frac{E h_c^2}{2h} [\operatorname{tg} i_c + f \sin^2 i_c + \mu (f + \cos^2 i_c)] \quad (\text{VI.2.22.})$$

În relația (VI.2.22.) primul termen reprezintă rezistența la tăiere, iar al doilea termen reprezintă rezistențele parazite produse de material la pătrunderea lamei tăietoare. În mare parte în cursul procesului de tăiere 50 – 70% din energia totală de tăiere se datorează rezistențelor parazite, iar acestea sunt semnificativ influențate de valoarea unghiului de ascuțire i_c . Micșorarea unghiului de ascuțire i_c duce la pătrunderea mai ușoară a cuțitului în stratul de plante [55], la diminuarea frecărilor cu materialul și la reducerea consumului de energie. Neajunsul al acestui aspect îl reprezintă faptul că la valori mici al unghiului de ascuțire i_c se reduce rezistența tăișului la solicitări mecanice și crește uzura. Valorile uzuale ale unghiului de ascuțire i_c se situează între 20° și 24° .

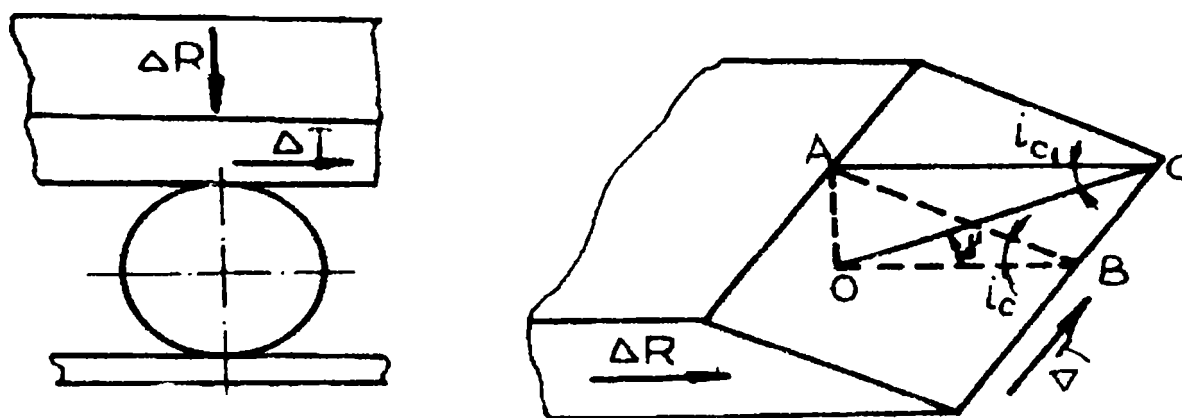


Fig.V.5. Reprezentarea schematică a tăierii cu alunecare.

În cazul tăierii cu alunecare, fig.V.5., cuțitul se deplasează atât pe direcția normală față de fibre, cât și pe direcția longitudinală.

Din triunghiurile OAB și OAC rezultă:

$$\operatorname{tg} i_c = \frac{OA}{OB} \text{ și } \operatorname{tg} i_{c1} = \frac{OA}{OC} \quad (\text{VI.2.23})$$

Prin împărțire se obține:

$$\frac{\operatorname{tg} i_{c1}}{\operatorname{tg} i_c} = \frac{OB}{OC} = \cos \gamma \quad (\text{VI.2.24})$$

de unde:

$$\operatorname{tg} i_{cl} = \operatorname{tg} i_c \cos \gamma \quad (\text{VI.2.25})$$

adică i_{cl} este mai mic de cât i_c , prin urmare unghiul efectiv de tăiere este mai mic decât unghiul de ascuțire al cuțitului.

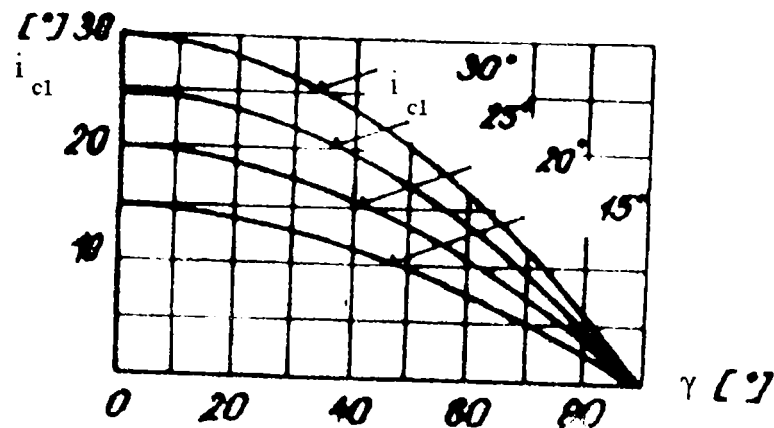


Fig. VI.6. Corelația între unghiul efectiv de tăiere și unghiul de ascuțire al cuțitului.

Micșorarea unghiului de tăiere efectiv are ca rezultat, micșorarea rezistenței la tăiere prin reducerea rezistențelor parazite. Această micșorare a unghiului de tăiere în cazul tăierii cu alunecare se numește transformare cinematică a unghiului de ascuțire.

Analizând relația (VI.2.22.), observăm că primul termen, în ceea ce privește rezistența la tăiere, depinde de grosimea tăișului. O tăiere ideală se poate obține cu un cuțit al cărui tăiș are grosimea $t = 1 - 2 \mu\text{m}$, dar practic un asemenea cuțit se uzează foarte repede. Odată cu creșterea grosimii tăișului crește și consumul de energie.

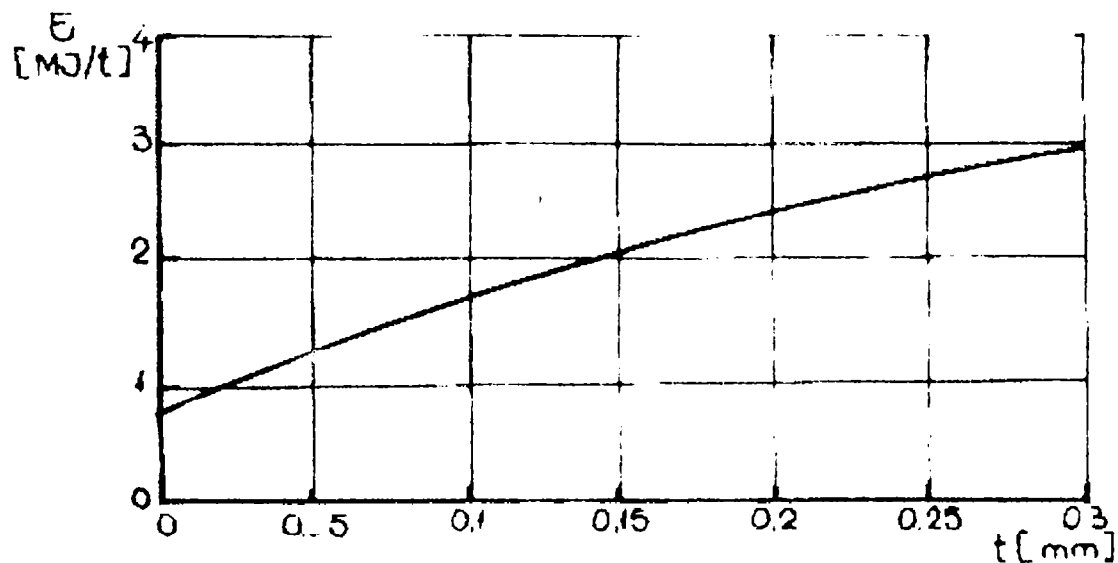


Fig. VI.7. Variația consumului specific de energie în funcție de grosimea tăișului.

Variația consumului specific de energie funcție de grosimea tăișului în cazul tocării plantelor furajere ierboase la lungimea $l_t = 24,5 \text{ mm}$ este prezentată în graficul din fig. VI.7.

În cazul tocării unui strat gros de tulpini de porumb cu un cuțit cu unghi de ascuțire $i_c = 30^\circ$, lucrul mecanic specific de tăiere crește funcție de grosimea tăișului după următoarea lege:

$$l_s = K \sqrt{t} \text{ (J/cm}^2\text{)}$$

(VI.2.26)

unde: - t grosimea tăişului în μm ; - K coeficientul de proporționalitate care variază între valorile 0,12 – 0,2.

Pentru o tăiere bună a furajelor fibroase cu consum de energie relativ scăzut și durată de utilizare a cuțitelor acceptabilă pentru practică, grosimea tăişului trebuie să fie între următoarele valori $t = 15 - 150 \mu\text{m}$. Condițiile de tăiere se înrăutățesc când $t = 0,5 \text{ mm}$, iar dacă ajunge la valori $t \geq 1,5 \text{ mm}$, tăierea încetează și este înlocuită cu rupere.

Experimental s-a stabilit că distanța dintre elementele perechii tăietoare, cuțit și contracuțit, are influență asupra energeticii procesului de tăiere, fapt ce reiese din fig.VI.8.

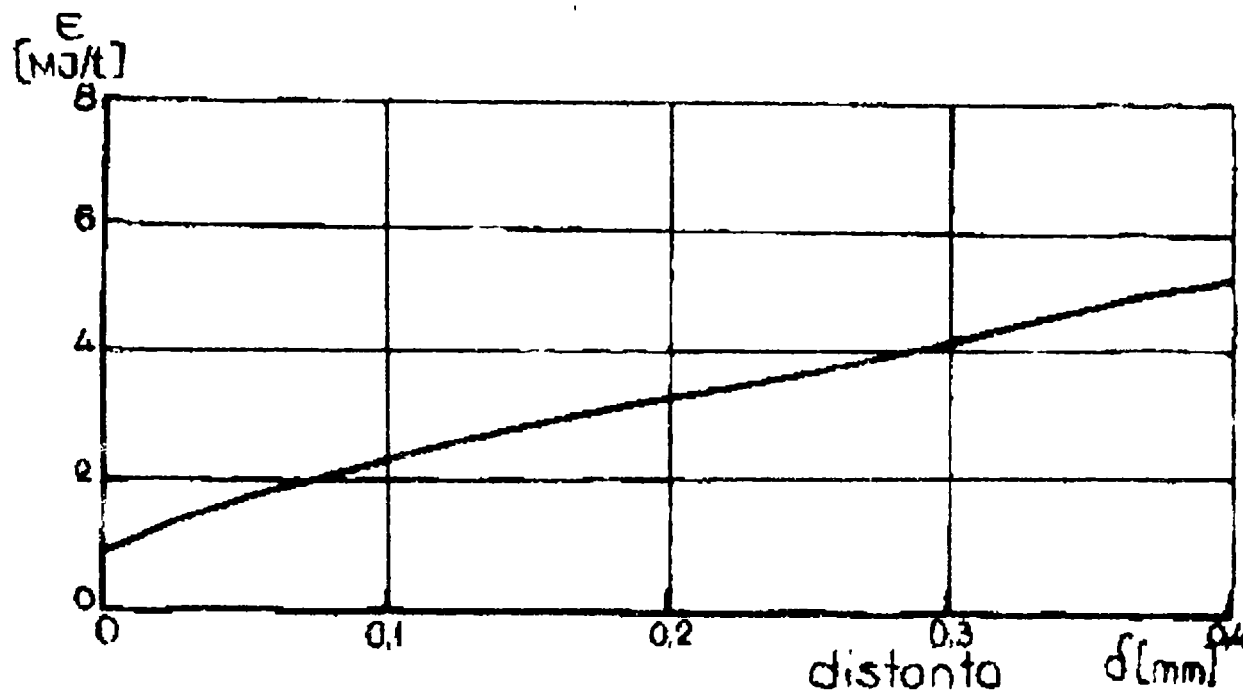


Fig.VI.8. Variația consumului specific de energie în funcție de jocul dintre cuțit și contracuțit.

Consumul specific de energie crește cu creșterea jocului δ între cuțit și contracuțit datorită faptului că rezemarea tulpinilor de către contracuțit se face la o anumită distanță față de secțiunea de tăiere și are loc încovoierea tîjelor. Partea încovoiată este strânsă în spațiul δ , necesitând eforturi suplimentare pentru învingerea frecărilor. Mărimea deformației la încovoiere a plantelor crește odată cu creșterea forței care o produce. Ca urmare, atunci când rezistența la tăiere crește datorită tocirii tăişului, vor crește săgeata la încovoiere a tulpinilor în interstițiul activ și efectul de împănare a cuțitului în stratul de material. Jocul δ are o influență mai mică în cazul cuțitelor bine ascuțite și al plantelor cu tijă groasă.

Influența distanței dintre cuțit și contracuțit este legată și de forma contracuțitului. Dacă unghiul de ascuțire al plăcii contratăietoare se micșorează, se reduce și consumul de energie ca urmare a înlăturării sau diminuării frecării parazite dintre stratul de material îndoit pe marginea contracuțitului și strâns între fața contracuțitului și cuțit. Totodată, în cazul plăcii contratăietoare ascuțite, se produce și o contratăiere a stratului de material, deci o reducere a grosimii lui.

Consumul specific de energie în procesul de tocare se apreciază că scade cu creșterea vitezei de tăiere. Scăderea este evidentă atunci când cea mai mare parte din energia consumată se datorează deformării stratului de material. Reducerea energiei consumate la creșterea vitezei de tăiere se explică prin aceea că tensiunile în locul de contact dintre cuțit și tulpină se transmit cu o anumită viteză de-a lungul tulpinii, deformând fibrele nu numai sub tăiș și în porțiunea învecinată. Pentru aceasta se consumă energie. Dacă viteza de tăiere crește, numai o mică parte a tensiunilor reușește să se propage longitudinal, iar cea mai mare parte se concentrează în jurul tăișului producând ruperea fibrelor. Se apreciază că viteza optimă de tăiere este de 32 – 35 m/s.

Dispozitivul de mărunțire folosit la remorcile de adunat și încărcat plante furajere, trebuie să îndeplinească următoarele cerințe tehnologice:

- să asigure mărunțirea materialului la lungimea prescrisă;
- să realizeze o uniformitate ridicată a lungimii fragmentelor de material furajer;
- să execute spargerea sau fibrarea fragmentelor de tulpini cu diametru mare.

VI.3. Concluzii

Din analiza principalelor studii și cercetări privind tăierea tulpinilor plantelor agricole utilizate la furajarea animalelor, publicate în literatură de specialitate, se desprind următoarele concluzii:

1. cunoașterea rezistenței la tăiere-mărunțire a tulpinilor plantelor furajere este necesară atât pentru calculul și proiectarea mașinilor agricole noi cât și la exploatarea corectă a acestora;
2. rezistența la tăiere a tulpinilor plantelor furajere este foarte schimbătoare, depinzând de soiul plantei cultivate, fazele de dezvoltare ale acesteia, condițiile de climă și sol, lucrările agrotehnice aplicate, umiditatea mediului înconjurător, etc.;
3. tulpinile plantelor furajere au o mare capacitate de a se deforma, sunt caracterizate prin neomogenitate și anizotropie, din această cauză este necesară aplicarea sarcinilor de tăiere cu viteză suficient de mare;
4. mărirea capacităților de tocare-mărunțire a plantelor furajere depinde în primul rând de tipul aparatului de tocat utilizat și nu în ultimul rând de tipul tăierii;
5. studiile efectuate până în prezent au reușit numai parțial să analizeze procesul de tăiere a tulpinilor plantelor furajere în corelație cu toți factorii de care depinde acest fenomen complex, din cauza multitudinii acestora cum ar fi: geometria cuțitului, viteza de tăiere, forțele de frecare, traiectoria cuțitului, așezarea cuțitului față de contracuțit, etc.;
6. consumul de energie necesar tăierii este influențat în mare măsură de parametrii cinematici și constructivi ai cuplului tăietor;
7. din cele arătate reiese evident motivul pentru care studiul procesului de tăiere-mărunțire al tulpinilor de plante furajere trebuie să fie continuat, în

vederea găsirii celor mai bune soluții de tăiere în cazul aparatelor de tocare ale remorcilor autoîncărcătoare fân, pentru a reduce consumul de energie în procesul de tăiere-mărunțire, ce ar însemna implicit reducerea consumului de carburanți ale utilajelor;

8. din dorința de a contribui la îmbunătățirea construcției de mașini agricole și la dezvoltarea mecanicii agricole ca știință, am propus îmbunătățirea procesului de tăiere-mărunțire ce are loc în canalul de transport la remorcile autoîncărcătoare de transportat fân, precum și stabilirea unui profil de cuțit care să realizeze acest lucru, permițând obținerea unei tăieri cu consum minim de energie, indiferent de influențe perturbatoare cum ar fi variația umidității, felul furajului și gradul de dezvoltare al plantelor recoltate.

VI.4. Contribuții privind determinarea profilului cuțitului de mărunțire în cazul tăierii cu alunecare

Pornind de la procesul de tăiere ce se petrece într-un canal de alimentare al unei remorci autoîncărcătoare fân [7], [12], se poate afirma că acest lucru se reprezintă în mod schematic conform fig.VI.9.

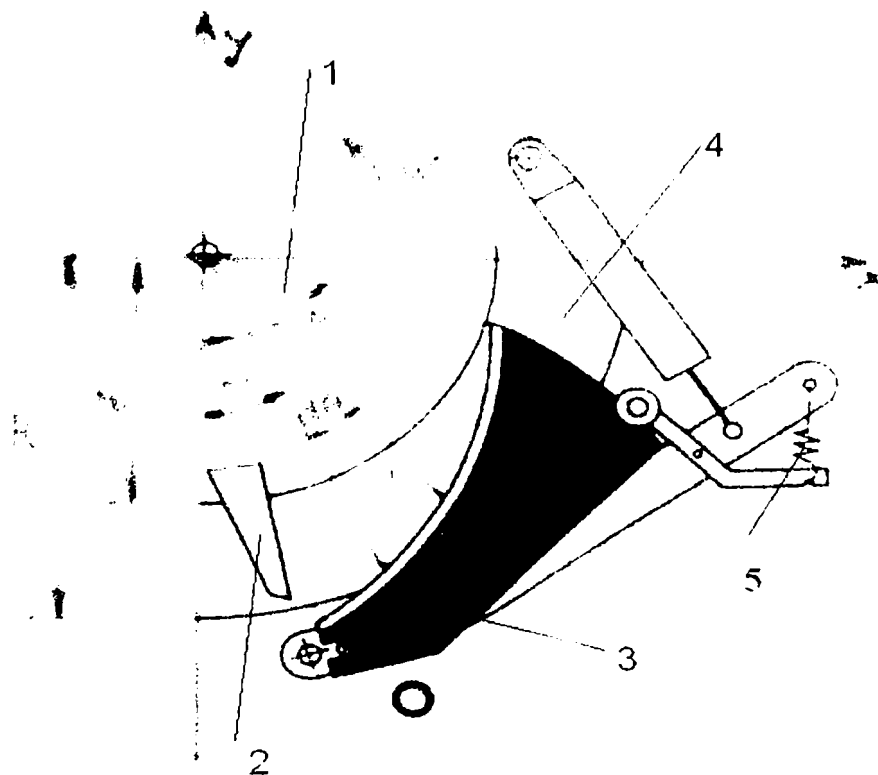


Fig.VI.9. Reprezentarea schematică a procesului de tăiere din canalul de alimentare al unei remorci autoîncărcătoare fân.

Toba de tocare, notată cu 1 este echipată cu contracuțite 2, care sunt de forma literei „u” paralele, așezate astfel încât printre ele să poată să treacă cuțitul propriuzis 3, care este așezat în canalul de alimentare 4. Cuțitele de regulă sunt articulate, în funcție de cerințele tehnologice urmărite se pot introduce sau scoate din canal de alimentare, numărul lor variază în strânsă legătură cu:

- 1 -- felul furajului;
2. – umiditatea acestuia în momentul mărunțirii;

3. – cerințele agro-zootehnice impuse;

4. – modalitatea de conservare al acestuia înainte de a da în consum, etc.

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

rotația tobei de tocare se notează cu ω , iar razele sunt după cum urmează R raza tobei de tocare echipat cu contracuțit, r reprezintă raza tobei propriu-zisă.

În cazul rotirii tobei, contracuțitul apucă materialul furajer și tinde să treacă peste cuțitul așezat în canalul de alimentare. Procesul de tăiere se desfășoară în condiții bune dacă se realizează deplasarea cuțitului atât pe direcția radială, cât și pe direcția transversală, ceea ce reprezintă de fapt tăierea cu alunecare.

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

Analizând mișcarea unui punct material [45], [77] care se deplasează pe tăișul cuțitului, forțat de contracuțit, într-un sistem de coordonate XOY, cu centrul ales în centrul de rotație a tobei de tocare [7]. [12]:

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

$$\frac{\delta d\theta}{d\delta} = k, \quad (\text{VI.4.1.})$$

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

$$d\theta = k \frac{d\delta}{\delta}, \quad (\text{VI.4.2.})$$

înmulțind egalitatea de mai sus cu dt, se obțin:

$$\frac{d\theta}{dt} dt = k \frac{d\delta}{\delta}, \quad (\text{VI.4.3.})$$

$$\omega dt = k \frac{d\delta}{\delta}, \quad (\text{VI.4.4.})$$

unde: ω este viteza unghiulară a tobei;

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

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

Integrând această relație, se obține:

$$\omega \int_a^t dt = k \int_R^\delta \frac{d\delta}{\delta}, \quad (\text{VI.4.5.})$$

$$\int_0^i dt = \frac{k}{\omega} \int \frac{d\delta}{\delta}, \quad (\text{VI.4.6.})$$

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

$$\delta = R e^{\frac{\theta}{k}} \quad (\text{VI.4.7.})$$

unde: $\omega = \frac{\vartheta}{i}, \Rightarrow \theta = k \ln \frac{\delta}{R}$.

În cazul când $\theta = \alpha \Rightarrow \delta = r$, unde r este raza tobei (vezi desen explicativ fig.VI.9.), ecuația de mai sus devine de forma următoare:

$$r = R e^{\frac{\alpha}{k}}, \quad (\text{VI.4.8.})$$

$$\frac{r}{R} = e^{\frac{\alpha}{k}} \quad (\text{VI.4.9.})$$

$$\Rightarrow k = \frac{\alpha}{\ln \frac{r}{R}}, \quad (\text{VI.4.10.})$$

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

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

$$\delta = R e^{\frac{\frac{\theta}{\alpha}}{\ln \frac{r}{R}}} = R e^{\frac{\theta}{\alpha} \left(\ln \frac{r}{R} \right)}, \quad (\text{VI.4.11.})$$

$$\delta = R e^{\ln \left(\frac{r}{R} \right)^{\frac{\theta}{\alpha}}} = R \left(\frac{r}{R} \right)^{\frac{\theta}{\alpha}}, \quad (\text{VI.4.12.})$$

$$\Rightarrow \delta = R \left(\frac{r}{R} \right)^{k \ln \left(\frac{r}{R} \right)}. \quad (\text{VI.4.13.})$$

Obținând relația de mai sus, putem să înlocuim pentru verificarea ei unele valori cunoscute de la utilajele existente care au dat rezultate bune în exploatare. Valorile unghiului θ oscilează între $\theta = 0 - 90^\circ$, iar în majoritatea cazurilor nu depășește $\theta = 70^\circ$.

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

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

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

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

Reprezentând grafic aceste valori, figura VI.10., ținând seama de plajele de variație ale acestora, se reușește obținerea și construirea profilului cuțitului. Pentru fiecare valoare exactă a lui R și r , socotind valorile lui k se va trasa o familie de curbe pentru variații unghiulare θ de la $0 - 90^\circ$.

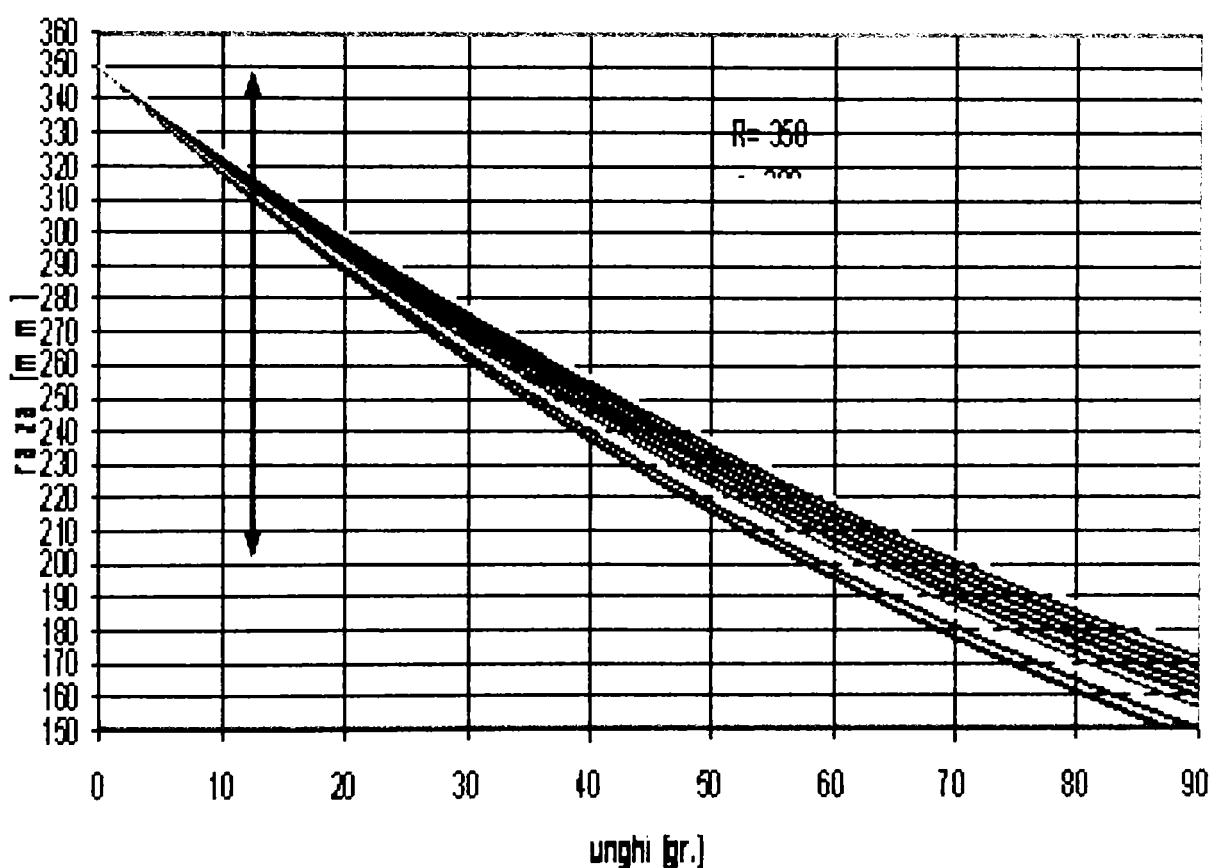


Fig.VI.10. Reprezentarea grafică $\delta = f(\theta)$.

VI.5. Concluzii

Cercetările teoretice și experimentale de laborator efectuate în scopul realizării unui profil de cuțit universal utilizabil, care să facă față tuturor cerințelor impuse din punct de vedere tehnic și agro-zootehnic în condițiile de tăiere cu alunecare, au fost finalizate cu obținerea unui profil care are următoarele avantaje în exploatare:

- datorită consumului mic de forță de tăiere specifică pe unitate de suprafață, în funcționarea utilajului se realizează un consum minim de combustibil, față de utilaje asemănătoare care nu utilizează acest tip de cuțit;
- s-a corelat profilul cuțitului și a tăișului cu dimensiunile constructive de bază (R , r , k , etc.);
- s-a redus considerabil șocurile produse în timpul executării tăierilor în canalul de alimentare al utilajului, deoarece tăierea se realizează pe întreaga lungime a cuțitului, prin deplasarea continuă a materialului furajer pe tăișul cuțitului, totodată existând și o forță de presare perpendiculară pe tăișul cuțitului (tăiere cu alunecare);
- eliminând șocurile se reduce posibilitatea apariției vibrațiilor atât de dăunătoare mecanismelor care îi intră în componența utilajului de adunat, ridicat, mărunțit și transportat furaje fibroase;
- se elimină timpul alocat schimbării cuțitelor, în funcție de tipul și umiditatea furajului de adunat și mărunțit, iar numărul reascuțirilor cuțitelor se reduce considerabil;
- nu în ultimul rând se obține un furaj mărunțit la lungimi corespunzătoare cerințelor și standardelor agro-zootehnice moderne.

CERCETĂRI EXPERIMENTALE ASUPRA ORGANELOR DE TĂIERE-MĂRUNȚIRE A FURAJELOR FIBROASE UTILIZATE LA REMORCILE AUTOÎNCĂRCĂTOARE DE TRANSPORTAT

VII.1. Obiective urmărite în cadrul cercetării experimentale

În procesul de recoltare a furajelor fibroase o cerință importantă și de loc de neglijat este mărunțirea corespunzătoare a furajelor fibroase care intră direct sau indirect în componența hranei animalelor, indiferent dacă este vorba de furaje fibroase proaspete, cu un grad de umiditate ridicat sau despre furaje vestejite sau chiar uscate.

Gradul de mărunțire a furajelor influențează în mod hotărâtor viteza de asimilare de către animale a nutrețului administrat, implicit sporul în greutate al acestora, deci implicit, rentabilitatea de funcționare a fermei respective de bovine și nu numai.

Am prezentat posibilitățile de a obține tehnic o mărunțire cât mai bună a furajelor fibroase, cu precădere prin utilizarea a cuțitelor multiple așezate pe mai multe rânduri în canalul de alimentare ale remorcilor autoîncărcătoare fân.

Aceste soluții tehnice însă prezintă și anumite dezavantaje în exploatare de zi cu zi ale utilajelor de acest gen, cum ar fi:

- randamentul de lucru scăzut datorită frecvenței mari de opriri pentru reascuțirea cuțitelor de mărunțire;
- prețul de cost ridicat al utilajelor de acest tip, din cauza utilizării în lucru a mai multor tipuri de cuțite, cum ar fi pentru tăierea – mărunțirea a furajelor verzi, a celor vestejite sau chiar a celor uscate la soare;
- scoaterea și reintroducerea, respectiv manipularea acestor cuțite cu un grad ridicat de dificultate și consum ridicat de timp;
- consumul de carburanți ridicat, datorită alegerii neadecvate a tipului de cuțit;
- apariția vibrațiilor nedorite, care duc la cazuri de rupere a unor părți al utilajului care iese din uz pentru perioada de reparații și remedieri;
- utilizarea cuțitelor de bună calitate, confecționate din oțeluri speciale foarte costisitoare; etc.

Pentru a contracara toate aceste neajunsuri prezentate mai sus, am efectuat unele cercetări teoretice, în urma cărora a rezultat un profil de cuțit universal, care prezintă avantajul de utilizabilitate generală.

Profilul lui este așa conceput încă din faza de proiectare încât să facă față cerințelor de mărunțire – tăiere a tuturor tipuri de furaje fibroase utilizate în hrănirea efectivilor din zootehniei, indiferent de gradul de umiditate ale acestora.

În cadrul cercetărilor experimentale am efectuat o serie de încercări de tăiere - mărunțire pe diferite tipuri și feluri de furaje fibroase în vederea stabilirii

corectitudinii în ceea ce privește rezultatele cercetării experimentale și forma reală a cuțitului obținut în urma cercetărilor.

În acest scop am conceput, am proiectat și am executat un stand de încercări la tăiere în cadrul laboratorului, unde am utilizat diferite forme de cuțite, pentru determinarea energiei specifice necesare tăierii a diferitelor tipuri de furaje fibroase.

VII.2. Echipamentul proiectat, executat și utilizat în cadrul cercetărilor de laborator

În vederea efectuării încercărilor experimentale de laborator pentru atestarea utilității și viabilității profilului de cuțit proiectat, a fost necesar conceperea și realizarea unui stand de încercări, unde se putea efectua tăieturi succesive, repetate cu cuțite cu diferite forme și unghiuri de ascuțire, unde secțiunea epruvetelor de furaje fibroase rămânea constantă și măsurabilă tot timpul. Schema de funcționare efectivă este redată în fig.VII.1.

O altă cerință o reprezenta ușurința, simplitatea și nu în ultimul rând, siguranța de prindere a cuțitelor de diferite forme ale tășurilor lor. Elementul de bază ale încercărilor experimentale de laborator a fost ales ciocanul pendul Charpy [90], pentru care am conceput și realizat un dispozitiv-suport special pentru prinderea ușoară a cuțitelor, respectiv a epruvetelor.

Acest suport permitea fixarea și desprinderea cuțitelor cu ușurință și asigura rigidizarea acestuia în timpul derulării experimentului de laborator. Dispozitivul de prindere-fixare a cuțitului este alcătuit dintr-o placă metalică de formă identică cu profilul pendulului. Rigidizarea acestei plăci (suportul cuțitului) de profilul pendulului sa realizat prin aplicarea a patru călcâie de fixare, sudate de suprafața plăcii.

Pe suprafața discului am rigidizat prin sudare cu arc electric, patru cleme elastice de prindere, care servesc la rigidizarea cuțitului de tăiere și mărunțire în timpul determinărilor, dar totodată permite o schimbare ușoară al acestuia.

Echilibrarea accesoriilor aplicate pe suprafața profilului pendulului sa realizat cu mare atenție, concomitent cu înregistrarea acestor valori. Greutatea brațului de ciocan inițială de 2074 g. a ajuns după montarea dispozitivului de fixare a cuțitelor la 2530 g., însă echilibrarea era așa de atent aleasă încât nu a modificat semnificativ centrul de greutate al acestuia.

O altă necesitate stringentă s-a dovedit și asigurarea unei distanțe oarecare dintre cuțit și ciocan, nerespectarea acestei cerințe, de evacuarea părții detașate prin tăiere din lungimea epruvetei, automat ducea la blocarea cuțitului de tăiere în materialul furajer utilizat ca epruvetă de încercare.

În vederea realizării unei prinderi corespunzătoare a epruvetei de material furajer și asigurarea unei secțiuni de tăiere constantă pe tot parcursul determinărilor am conceput și am realizat și o menghină simplă de prindere, cu trei pereți rigidizați și al patrulea mobil. Astfel am asigurat o secțiune transversală a epruvetei constantă și măsurabilă. Peretele mobil al menghinei se acționa cu un șurub de presare, iar alimentarea menghinei era posibilă prin detașarea completă a peretelui mobil și al suportului acestuia prins în șuruburi de rigidizare.

Schița ciocanului-pendul Charpy se prezintă în fig.VII.2., care ne permite determinarea simplă a energiei specifice consumată la tăierea epruvetei de furaje fibroase și datele tehnice legate de acest dispozitiv folosit în determinările experimentale realizate în cadrul laboratorului se prezintă astfel:

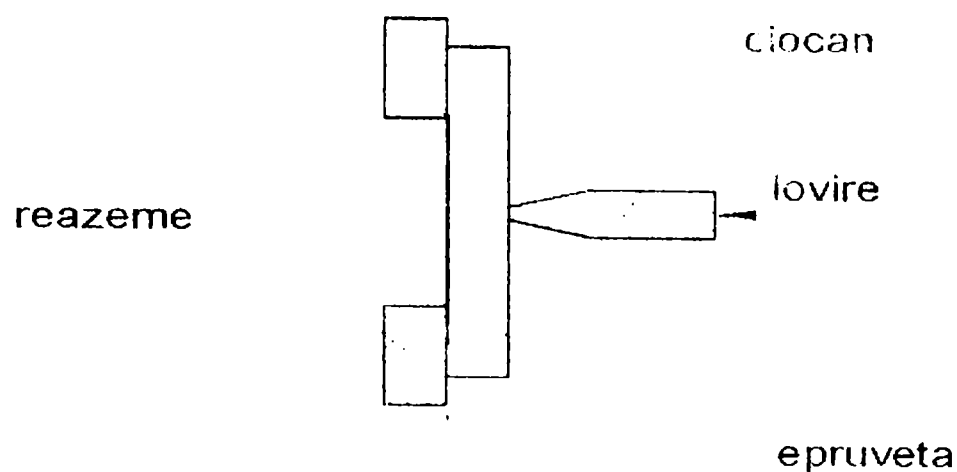


Fig.VII.1. Schema de principiu a încercării.

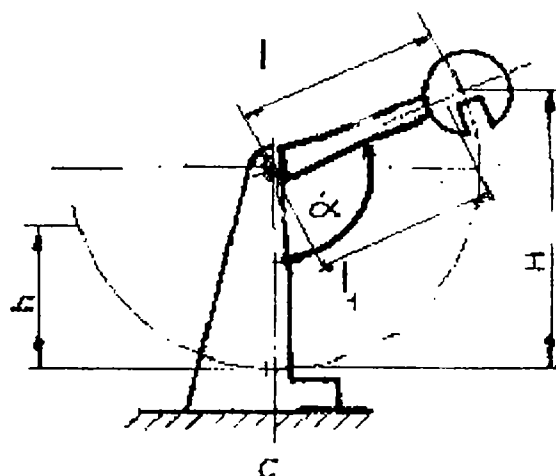


Fig.VII.2. Schema de funcționare a ciocanului Charpy.

unde: l – distanța de la axa de rotire + suspendare la centrul de tăiere a lamelor de cuțit, în cazul nostru $l = 0,380$ m;

l_1 – distanța de la axa de rotire – suspendare la centrul de greutate, care are următoare valoare $l_1 = 0,335$ m;

α – unghiul de lansare a ciocanului, în cazul de față $\alpha = 130^\circ$;

β – unghiul poziției maxime a ciocanului după tăierea epruvetei, valoare citită pe ecranul gradat al aparatului;

H – înălțimea de lansare a ciocanului;

h – înălțimea la care se ridică ciocanul după tăierea epruvetei

În cazul sus amintit pentru poziția de echilibru a ciocanului pendul este satisfăcută condiția ca:

$$G l \neq G_1 l_1 \quad (\text{VII.2.1.})$$

unde: G_1 – greutatea ciocanului;

G – greutatea ciocanului redus în centrul de percuție

Energia consumată la tăierea unei epruvete de material furajer fibros este determinată prin calculul diferenței dintre energiile potențiale ale ciocanului pendul Charpy în poziția inițială și finală.

Calculând valoarea înălțimilor H și h , obținem:

$$H = l_1 + l_1 \sin(\alpha - 90^\circ) = l_1 (1 - \cos\alpha) \quad (\text{VII.2.2.})$$

$$h = l_1 - l_1 \cos\beta = l_1 (1 - \cos\beta) \quad (\text{VII.2.3.})$$

din aceste două relații, rezultă valoarea energiei W consumată la tăierea epruvetei de furaje fibroase:

$$W = G_1 l_1 (\cos\beta - \cos\alpha) \quad (\text{VI.2.4.})$$

Cu ajutorul acestei valori de energie consumate la tăiere calculate cu relația de mai sus, putem determina cu ușurință și valoarea energiei specifice utilizată la tăierea unității de suprafață:

$$W_s = W/S_0 \quad (\text{VII.2.5.})$$

unde: S_0 – suprafața secțiunii epruvetei de material furajer fibros.

Cunoscând valorile unghiurilor, respectiv a greutatea ciocanului și lungimea de la ax de rotație până la centrul de tăiere (valori determinate în cadrul experimentelor de laborator), putem obține valorile energiei și energiei specifice de tăiere pentru fiecare tăietură în parte. Aceste valori calculate și întabelate se pot reprezenta și grafic.

VII.3. Metodica încercărilor experimentale a cuțitelor utilizate la mărunțirea furajelor fibroase

Modul de lucru în cadrul experimentelor de laborator cu ciocanul-pendul Charpy și epruvetele de material furajer fibros, practic se desfășoară după cum urmează:

1. se poziționează acul indicator la valoarea zero de pe cadran cu ciocanul lăsat liber în poziție de echilibru static;
2. se ridică ciocanul și se fixează în câlcâiele de siguranță, se așează în suport cuțitul ales;
3. se așează epruveta de material furajer fibros pe reazemul aparatului, astfel ca un capăt al acesteia să fie prins în menghină, iar al doilea capăt să fie liber, se măsoară dimensiunile epruvetei cu ajutorul unui șubler, se realizează ajustări cu șurubul central dacă este cazul;
4. se declanșează căderea;
5. după tăierea epruvetei se oprește ciocanul și se citesc de pe cadran valorile indicate de ac;

6. se adună materialul furajer mărunțit prin tăieri repetate în capsule. în vederea stabilirii gradului de umiditate a epruvetei utilizat.

Aceste încercări s-au realizat în mod repetat pentru cuțite cu unghiul de tăiere situat între limitele: 0° , 20° , 25° respectiv 30° , iar unghiul de ascuțire a tăișului de 20° . Factorul de tăiere cu alunecare reprezintă tangenta unghiulară de tăiere și a avut valorile $k = 0,57$ pentru $\alpha = 30^{\circ}$; $k = 0,46$ pentru $\alpha = 25^{\circ}$ și $k = 0,36$ pentru $\alpha = 20^{\circ}$.

Experimentul de laborator a fost realizat pe epruvete de material furajer fibros ce se utilizează cu precădere în zootehnie pentru furajarea efectivelor de animale. Am folosit astfel lucerna, în cele două variante disponibile la momentul dat (în stare proaspătă, imediat după tăiere și în stare vestejită), respectiv tuișini de porumb fraged, de floarea soarelui și iarbă de pajiște lolium proaspăt recoltate și am făcut unele încercări și pe paie uscat de grâu. După fiecare tăiere executată am adunat materialul detașat și am procedat la determinarea umidității epruvetei.

Materialul furajer fibros, detașat prin tăiere de cuțit a fost așezat în creuzete, cântărit, uscat în etuvă, după care a fost din nou cântărit. Datele astfel obținute au fost tabelate. Tot în aceste tabele sunt trecute și valorile indicate de acul pe cadranul gradat, ori de câte ori se efectuat tăieri. Cu fiecare profil de cuțit s-a realizat mai multe determinări, tocmai în vederea asigurării unei acuratețe în prelucrarea și interpretarea rezultatelor obținute pe baza încercărilor experimentale de laborator.

VII.4. Analiza dateilor obținute în urma determinărilor efectuate în cadrul laboratorului

În urma determinărilor experimentale de laborator efectuate cu ajutorul ciocanului-pendul Charpy simulând tăierea reală a furajelor fibroase ce se realizează de către cuțitele de mărunțire ale mașinilor de adunat furaje din brazdă în timpul exploatării al acestuia, constatăm că se realizează o simulare aproape perfectă a fenomenelor ce se petrec în realitate.

Aici, mă refer la procesul de mărunțire – tăiere care este realizat de cuțite, existente în număr mai mare sau mai mic, în interiorul canalului de alimentare, parte constructivă a remorcilor autoîncărcătoare de transportat fân, cuțite care realizează tăieri de diferite tipuri, în funcție de tipul furajului, modul de așezare a brazdei de furaje în clipa pătrunderii în canalul de alimentare, gradul umidității al acestuia, modul de așezare a cuțitelor în canal, profilul liniei de tăiere ale acestora, unghiul de ascuțire, materialul utilizat la confecționarea cuțitului, frecvența ascuțirii, etc.

Păstrând unghiul de ascuțire la 20° , încercăm rând pe rând cuțite cu diferite unghiuri de înclinare a tăișului, în vederea determinării energiei specifice la tăiere.

Aceste încercări experimentale de laborator ar trebui să ne indice profilul ideal al unui cuțit care în cazul în care am calculat corect trebuie să fie similară cu cel care am obținut din calcule.

Materialele furajere utilizate pentru epruvete de încercare sunt următoarele:

- lucerna proaspăt recoltată;
- lucerna vestejită;
- lolium;

- paie uscat de grâu;
- tulpină de porumb;
- tulpină de floarea soarelui.

Rezultatele obținute sunt trecute în tabelele după cum urmează:

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de lucernă proaspătă . Cuțit cu unghi de tăiere 0° , unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.1.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran($^{\circ}$)	Nr. creuzet utilizat	U_r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm^2)	Observații
1	27*27	117	50	84	1,57	0,58	Vârful tijeii cu frunze
2	27*27	117	50	84	1,57	0,58	
3	27*27	116	50	85	1,70	0,53	
4	27*27	114	44	80	1,96	0,73	Tije cu frunze
5	27*27	112	44	79	2,23	0,82	
6	27*27	113	44	78	2,09	0,78	
7	27*27	113	27	77	2,09	0,78	Tije la nivelul de recoltare
8	27*27	109	27	77	2,64	0,98	
9	27*27	109	27	76	2,64	0,98	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de lucernă proaspătă. Cuțit cu unghi de tăiere 0° , unghi de ascuțire 25°

Tabelul VII. 2.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran($^{\circ}$)	Nr. creuzet utilizat	U_r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm^2)	Observații
1	27*27	112	52	85	2,23	0,82	Vârful tijeii cu frunze
2	27*27	112	52	85	2,23	0,82	
3	27*27	111	52	84	2,36	0,87	
4	27*27	110	58	79	2,50	0,93	Tije cu frunze
5	27*27	110	58	78	2,50	0,93	
6	27*27	109	58	79	2,64	0,98	
7	27*27	105	59	78	3,19	1,18	Tije la nivelul de recoltare
8	27*27	103	59	76	3,47	1,29	
9	27*27	101	59	76	3,76	1,31	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de lucernă vestică. Coșă. Cuțit cu unghi de tăiere 0°, unghi de ascuțire 30°

Tabelul VII.3.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(°)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm ²)	Observații
1	27*27	104	45	85	3,33	1,23	Vârful tijeii cu frunze
2	27*27	103	45	85	3,47	1,29	
3	27*27	103	45	84	3,47	1,29	
4	27*27	99	85	79	4,04	1,50	Tije cu frunze
5	27*27	97	85	79	4,33	1,60	
6	27*27	95	85	78	4,62	1,71	
7	27*27	94	96	78	4,62	1,76	Tije la nivelul de recoltare
8	27*27	94	96	77	4,62	1,76	
9	27*27	92	96	75	5,05	1,87	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de lucernă vestică. Coșă. Cuțit cu unghi de tăiere 0°, unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.4.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(°)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm ²)	Observații
1	27*27	105	23	71	3,19	1,18	Vârful cu frunze
2	27*27	104	23	69	3,33	1,23	
3	27*27	104	23	68	3,33	1,23	
4	27*27	101	14	69	3,76	1,39	Tije cu frunze
5	27*27	101	14	68	3,76	1,39	
6	27*27	100	14	66	3,90	1,44	
7	27*27	98	13	63	4,19	1,55	Tije la nivelul de recoltare
8	27*27	98	13	61	4,19	1,55	
9	27*27	96	13	59	4,19	1,66	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de lucernă vestejită. Cuțit cu unghi de tăiere 0° , unghi de ascuțire 25°

Tabelul VII.5.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran($^{\circ}$)	Nr. creuzet utilizat	U_r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm^2)	Observații
1	27*27	100	72	70	3,90	1,44	Vârful cu frunze
2	27*27	98	72	69	4,19	1,55	
3	27*27	99	72	68	4,04	1,50	
4	27*27	95	54	69	4,62	1,71	Tulpină cu frunze
5	27*27	95	54	67	4,62	1,71	
6	27*27	93	54	67	4,90	1,82	
7	27*27	92	46	62	5,05	1,87	Tulpină la nivelul de recoltare
8	27*27	90	46	62	5,34	1,98	
9	27*27	89	46	60	5,49	2,03	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de lucernă vestejită. Cuțit cu unghi de tăiere 0° , unghi de ascuțire 30°

Tabelul VII.6.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran($^{\circ}$)	Nr. creuzet utilizat	U_r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm^2)	Observații
1	27*27	94	94	69	4,76	1,76	Vârful cu frunze
2	27*27	93	94	69	4,90	1,82	
3	27*27	93	94	69	4,90	1,82	
4	27*27	92	78	68	5,05	1,87	Tulpină cu frunze
5	27*27	90	78	68	5,34	1,98	
6	27*27	90	78	66	5,34	1,98	
7	27*27	88	73	63	5,63	2,09	Tulpină la nivelul de recoltare
8	27*27	88	73	62	5,63	2,09	
9	27*27	88	73	60	5,63	2,09	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de paie de grâu. Cuțit cu unghi de tăiere 0° , unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.7.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran($^\circ$)	Nr. creuzet utilizat	U_r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm^2)	Observații
1	27*27	90	27	5	5,34	1,98	Tije
2	27*27	89	27	5	5,49	2,03	
3	27*27	89	27	5	5,49	2,03	
4	27*27	87	35	5	5,78	2,14	Tije
5	27*27	85	35	6	6,07	2,25	
6	27*27	86	35	6	5,92	2,19	
7	27*27	84	44	7	6,21	2,30	Tije
8	27*27	84	44	7	6,21	2,30	
9	27*27	82	44	8	6,50	2,41	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de paie de grâu. Cuțit cu unghi de tăiere 0° , unghi de ascuțire 25°

Tabelul VII.8.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran($^\circ$)	Nr. creuzet utilizat	U_r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm^2)	Observații
1	27*27	88	13	4	5,63	2,09	Tije
2	27*27	86	13	5	5,92	2,19	
3	27*27	86	13	5	5,92	2,19	
4	27*27	83	14	6	6,36	2,35	Tije
5	27*27	82	14	6	6,50	2,41	
6	27*27	80	14	7	6,79	2,51	
7	27*27	79	23	7	6,93	2,57	Tije
8	27*27	79	23	7	6,93	2,57	
9	27*27	79	23	7	6,93	2,57	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de paie de grâu. Cuțit cu unghi de tăiere 0° , unghi de ascuțire 30°

Tabelul VII.9.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran($^{\circ}$)	Nr. creuzet utilizat	U_r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm^2)	Observații
1	27*27	83	45	5	6,36	2,35	Tije
2	27*27	82	45	5	6,50	2,41	
3	27*27	83	45	5	6,36	2,35	
4	27*27	81	46	5	6,64	2,46	Tije
5	27*27	80	46	6	6,69	2,51	
6	27*27	79	46	6	6,93	2,57	
7	27*27	79	50	7	6,93	2,57	Tije
8	27*27	75	50	7	7,50	2,78	
9	27*27	75	50	8	7,50	2,78	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de lolium. Cuțit cu unghi de tăiere 0° , unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.10.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran($^{\circ}$)	Nr. creuzet utilizat	U_r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm^2)	Observații
1	27*27	98	30	71	4,19	1,55	Tulpini și frunze
2	27*27	97	30	69	4,33	1,60	
3	27*27	96	30	69	4,47	1,66	
4	27*27	95	48	64	4,62	1,71	Tulpini și frunze
5	27*27	93	48	63	4,90	1,82	
6	27*27	91	48	60	5,20	1,92	
7	27*27	89	90	59	5,49	2,03	Tulpini și frunze
8	27*27	89	90	57	5,49	2,03	
9	27*27	88	90	55	5,63	2,09	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de lolium. Cuțit cu unghi de tăiere 0°, unghi de ascuțire 25°

Tabelul VII.11.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(°)	Nr. creuzet utilizat	U _r	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm ²)	Observații
1	27*27	91	24	70	5,20	1,92	Tulpini și frunze
2	27*27	89	24	70	5,49	2,03	
3	27*27	89	24	65	5,49	2,03	
4	27*27	87	21	62	5,78	2,14	Tulpini și frunze
5	27*27	87	21	63	5,78	2,14	
6	27*27	87	21	63	5,78	2,14	
7	27*27	86	28	59	5,92	2,19	Tulpini și frunze
8	27*27	86	28	58	5,92	2,19	
9	27*27	85	28	57	6,07	2,25	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de lolium. Cuțit cu unghi de tăiere 0°, unghi de ascuțire 30°

Tabelul VII.12.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(°)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm ²)	Observații
1	27*27	87	92	72	5,78	2,14	Tije și frunze
2	27*27	85	92	70	6,07	2,25	
3	27*27	86	92	69	5,92	2,19	
4	27*27	84	68	61	6,21	2,30	Tije și frunze
5	27*27	84	68	61	6,21	2,30	
6	27*27	83	68	60	6,36	2,35	
7	27*27	82	37	60	6,50	2,41	Tije și frunze
8	27*27	82	37	58	6,50	2,41	
9	27*27	82	37	56	6,50	2,41	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de porumb proaspăt. Cuțit cu unghi de tăiere 0°, unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.13.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(°)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm ²)	Observații
1	27*27	109	44	89	2,64	0,98	Tije și frunze
2	27*27	108	44	89	2,77	1,03	
3	27*27	108	44	88	2,77	1,03	
4	27*27	106	45	85	3,05	1,13	Tije și frunze
5	27*27	105	45	84	3,19	1,18	
6	27*27	105	45	84	3,19	1,18	
7	27*27	101	46	73	3,76	1,39	Tije și frunze
8	27*27	100	46	73	3,90	1,44	
9	27*27	99	46	73	4,04	1,50	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de porumb proaspăt. Cuțit cu unghi de tăiere 0°, unghi de ascuțire 25°

Tabelul VII.14.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(°)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm ²)	Observații
1	27*27	102	13	89	3,61	1,34	Tije și frunze
2	27*27	101	13	89	3,77	1,39	
3	27*27	101	13	88	3,77	1,39	
4	27*27	99	14	85	4,04	1,50	Tije și frunze
5	27*27	98	14	84	4,19	1,55	
6	27*27	99	14	83	4,04	1,50	
7	27*27	98	27	74	4,19	1,55	Tije și frunze
8	27*27	97	27	73	4,33	1,60	
9	27*27	97	27	73	4,33	1,60	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de porumb proaspăt. Cuțit cu unghi de tăiere 0° , unghi de ascuțire 30°

Tabelul VII.15.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran($^{\circ}$)	Nr. creuzet utilizat	U_r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm^2)	Observații
1	27*27	101	73	89	3,76	1,39	Tije și frunze
2	27*27	99	73	89	4,04	1,50	
3	27*27	99	73	89	4,04	1,50	
4	27*27	97	72	84	4,33	1,60	Tije și frunze
5	27*27	96	72	85	4,47	1,66	
6	27*27	96	72	84	4,47	1,66	
7	27*27	93	78	74	4,90	1,82	Tije și frunze
8	27*27	94	78	72	4,76	1,76	
9	27*27	93	78	72	4,90	1,82	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de floarea soarelui proaspătă. Cuțit cu unghi de tăiere 0° , unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.16.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran($^{\circ}$)	Nr. creuzet utilizat	U_r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm^2)	Observații
1	27*27	105	27	90	3,19	1,82	Cu precădere tije și răzleț frunze
2	27*27	103	27	89	3,47	1,29	
3	27*27	104	27	88	3,33	1,23	
4	27*27	100	13	85	3,90	1,44	Cu precădere tije și răzleț frunze
5	27*27	100	13	84	3,90	1,44	
6	27*27	99	13	84	4,04	1,50	
7	27*27	98	14	73	4,19	1,55	Cu precădere tije și răzleț frunze
8	27*27	98	13	73	4,19	1,55	
9	27*27	95	14	72	4,62	1,71	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de floarea soarelui proaspătă. Cuțit cu unghi de tăiere 0° , unghi de ascuțire 25°

Tabloul VII.17.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran($^{\circ}$)	Nr. creuzet utilizat	U_r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm^2)	Observații
1	27*27	97	73	90	4,33	1,60	Cu precădere tije și răsleț frunze
2	27*27	95	73	89	4,62	1,71	
3	27*27	96	73	89	4,47	1,66	
4	27*27	95	78	86	4,62	1,71	Cu precădere tije și răsleț frunze
5	27*27	94	78	85	4,76	1,76	
6	27*27	93	78	83	4,90	1,82	
7	27*27	94	94	72	4,76	1,76	Cu precădere tije și răsleț frunze
8	27*27	93	94	72	4,90	1,82	
9	27*27	91	94	72	5,20	1,92	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de floarea soarelui proaspătă. Cuțit cu unghi de tăiere 0° , unghi de ascuțire 30°

Tabloul VII.18.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran($^{\circ}$)	Nr. creuzet utilizat	U_r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm^2)	Observații
1	27*27	93	58	90	4,90	1,82	Cu precădere tije și răsleț frunze
2	27*27	92	58	88	5,05	1,87	
3	27*27	92	58	88	5,05	1,87	
4	27*27	89	72	86	5,49	2,03	Cu precădere tije și răsleț frunze
5	27*27	88	72	86	5,63	2,09	
6	27*27	86	72	81	5,92	2,19	
7	27*27	87	21	74	5,78	2,14	Cu precădere tije și răsleț frunze
8	27*27	87	21	73	5,78	2,14	
9	27*27	85	21	72	6,07	2,25	

Din cele prezentate mai sus, reiese, că cele mai bune rezultate din punct de vedere al consumului de energie necesară tăierii epruvetelor de furaje fibroase au fost realizate la utilizarea cuțitelor cu unghiul de ascuțire de 20° , iar în cazurile în care am crescut valoarea unghiului de ascuțire la 25° , respectiv la 30° , am avut de aface cu

reșterea semnificativă a consumului de energie la tăierea efectuată pe eşantioane de pruvete.

În continuare, păstrăm valoarea de ascuțire cea mai convenabilă obținută prin încercările de laborator efectuate, adică unghiul de ascuțire rămâne la valoarea de 20° și modificăm unghiul de înclinare a cuțitului, astfel încât să se realizeze un proces de tăiere efectiv cu alunecare. Tot în aceeași manieră ca până acum, vom proceda la tăierea epruvetelor din materiale furajere fibroase, cu deosebirea că se modifică unghiul de înclinare a cuțitului de tăiere, luând valori succesive de 20° , 25° respectiv 30° . Aplicând cele menționate, obținem următoarele valori experimentale.

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de lucernă proaspătă. Cuțit cu unghi de tăiere 20° , unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.19.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran($^{\circ}$)	Nr. creuzet utilizat	U_r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm^2)	Observații
1	27*27	116	50	92	1,70	0,63	Vârful tijeii cu frunze
2	27*27	114	50	89	1,96	0,73	
3	27*27	114	50	89	1,96	0,73	
4	27*27	110	35	87	2,50	0,93	Tije cu frunze
5	27*27	109	35	84	2,64	0,98	
6	27*27	104	35	78	3,33	1,23	
7	27*27	102	44	69	3,61	1,34	Tije la nivelul de recoltare
8	27*27	98	44	66	4,19	1,55	
9	27*27	97	44	66	4,33	1,60	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de lucernă proaspătă. Cuțit cu unghi de tăiere 25° , unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.20.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran($^{\circ}$)	Nr. creuzet utilizat	U_r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm^2)	Observații
1	27*27	117	52	91	1,57	0,58	Vârful tijeii cu frunze
2	27*27	116	52	90	1,70	0,63	
3	27*27	116	52	89	1,70	0,63	
4	27*27	111	58	85	2,36	0,87	Tije cu frunze
5	27*27	112	58	83	2,23	0,82	
6	27*27	110	58	83	2,50	0,93	
7	27*27	109	59	67	2,64	0,98	Tije la nivelul de recoltare
8	27*27	107	59	67	2,91	1,08	
9	27*27	107	59	65	2,91	1,08	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de lucernă proaspătă. Cuțit cu unghi de tăiere 30°, unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.21.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(°)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăierii (J)	Energia specifică tăierii (J/cm ²)	Observații
1	27*27	119	45	90	1,31	0,49	Vârful tijeii cu frunze
2	27*27	118	45	90	1,44	0,53	
3	27*27	116	45	90	1,70	0,63	
4	27*27	115	85	87	1,83	0,68	Tije cu frunze
5	27*27	115	85	85	1,83	0,68	
6	27*27	112	85	85	2,23	0,82	
7	27*27	111	96	65	2,36	0,87	Tije la nivelul de recoltare
8	27*27	109	96	64	2,64	0,98	
9	27*27	109	96	64	2,64	0,98	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de lucernă vestejită. Cuțit cu unghi de tăiere 20°, unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.22.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(°)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăierii (J)	Energia specifică tăierii (J/cm ²)	Observații
1	27*27	106	46	69	3,05	1,13	Vârful tijeii cu frunze
2	27*27	105	46	69	3,19	1,18	
3	27*27	103	46	69	3,47	1,29	
4	27*27	102	54	69	3,61	1,34	Tije cu frunze
5	27*27	102	54	67	3,61	1,34	
6	27*27	99	54	66	4,04	1,50	
7	27*27	98	72	63	4,19	1,55	Tije la nivelul de recoltare
8	27*27	99	72	62	4,04	1,50	
9	27*27	98	72	60	4,19	1,55	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de lucernă vestejită. Cuțit cu unghi de tăiere 25°, unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.23.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(°)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm ²)	Observații
1	27*27	108	13	70	2,77	1,03	Vârful tijeii cu frunze
2	27*27	107	13	69	2,91	1,08	
3	27*27	106	13	68	3,05	1,13	
4	27*27	105	14	69	3,19	1,18	Tije cu frunze
5	27*27	103	14	67	3,47	1,29	
6	27*27	102	14	67	3,61	1,34	
7	27*27	100	23	62	3,90	1,44	Tije la nivelul de recoltare
8	27*27	98	23	62	4,19	1,55	
9	27*27	98	23	60	4,19	1,55	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de lucernă vestejită. Cuțit cu unghi de tăiere 30°, unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.24.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(°)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm ²)	Observații
1	27*27	110	73	69	2,50	0,93	Vârful tijeii cu frunze
2	27*27	110	73	69	2,50	0,93	
3	27*27	108	73	69	2,77	1,03	
4	27*27	107	78	69	2,77	1,08	Tije cu frunze
5	27*27	104	78	67	3,33	1,23	
6	27*27	104	78	66	3,33	1,23	
7	27*27	102	94	62	3,61	1,34	Tije la nivelul de recoltare
8	27*27	99	94	62	4,04	1,50	
9	27*27	99	94	61	4,04	1,50	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de paie de grâu. Cuțit cu unghi de tăiere 20°, unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.25.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(°)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm ²)	Observații
1	27*27	95	27	7	4,62	1,71	Tije
2	27*27	94	27	6	4,76	1,76	
3	27*27	91	27	5	5,20	1,92	
4	27*27	92	35	5	5,05	1,87	Tije
5	27*27	90	35	5	5,34	1,98	
6	27*27	88	35	6	5,63	2,09	
7	27*27	87	44	7	5,78	2,14	Tije
8	27*27	87	44	6	5,78	2,14	
9	27*27	87	44	7	5,78	2,14	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de paie de grâu. Cuțit cu unghi de tăiere 25°, unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.26.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(°)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm ²)	Observații
1	27*27	97	13	5	4,33	1,60	Tije
2	27*27	97	13	4	4,33	1,60	
3	27*27	95	13	5	4,62	1,71	
4	27*27	94	14	6	4,76	1,76	Tije
5	27*27	94	14	7	4,76	1,76	
6	27*27	93	14	7	4,90	1,82	
7	27*27	90	23	7	5,34	1,98	Tije
8	27*27	91	23	7	5,20	1,92	
9	27*27	90	23	6	5,34	1,98	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de paie de grâu. Cuțit cu unghi de tăiere 30°, unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.27.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(°)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm ²)	Observații
1	27*27	99	45	6	4,04	1,50	Tije
2	27*27	98	45	5	4,19	1,55	
3	27*27	97	45	6	4,33	1,60	
4	27*27	97	46	5	4,33	1,60	Tije
5	27*27	94	46	5	4,76	1,76	
6	27*27	94	46	6	4,76	1,76	
7	27*27	93	50	7	4,90	1,82	Tije
8	27*27	92	50	7	5,05	1,87	
9	27*27	92	50	7	5,05	1,87	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de porumb proaspăt. Cuțit cu unghi de tăiere 20°, unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.28.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(°)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm ²)	Observații
1	27*27	110	44	89	2,50	0,93	Tije și frunze
2	27*27	109	44	88	2,63	0,98	
3	27*27	108	44	89	2,77	1,03	
4	27*27	108	45	84	2,77	1,03	Tije și frunze
5	27*27	105	45	85	3,19	1,18	
6	27*27	102	45	84	3,61	1,34	
7	27*27	100	46	75	3,90	1,44	Tije și frunze
8	27*27	99	46	73	4,04	1,50	
9	27*27	97	46	71	4,33	1,60	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de porumb proaspăt. Cuțit cu unghi de tăiere 25°, unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.29.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(⁰)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm ²)	Observații
1	27*27	111	13	88	2,36	0,87	Tije și frunze
2	27*27	110	13	89	2,50	0,93	
3	27*27	109	13	89	2,63	0,98	
4	27*27	109	14	85	2,63	0,98	Tije și frunze
5	27*27	107	14	84	2,91	1,08	
6	27*27	106	14	84	3,05	1,13	
7	27*27	103	27	73	3,47	1,29	Tije și frunze
8	27*27	100	27	73	3,90	1,44	
9	27*27	99	27	73	4,04	1,50	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de porumb proaspăt. Cuțit cu unghi de tăiere 30°, unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.30.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(⁰)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm ²)	Observații
1	27*27	116	72	88	1,70	0,63	Tije și frunze
2	27*27	114	72	89	1,96	0,73	
3	27*27	114	72	90	1,96	0,73	
4	27*27	112	73	85	2,23	0,82	Tije și frunze
5	27*27	111	73	84	2,36	0,87	
6	27*27	107	73	84	2,91	1,08	
7	27*27	105	78	73	3,19	1,18	Tije și frunze
8	27*27	101	78	73	3,76	1,39	
9	27*27	100	78	72	3,90	1,44	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de floarea soarelui proaspăt. Cuțit cu unghi de tăiere 20°, unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.31.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(°)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm ²)	Observații
1	27*27	107	13	90	2,91	1,08	Cu precădere tije și răsleț frunze
2	27*27	105	13	89	3,19	1,18	
3	27*27	103	13	89	3,47	1,29	
4	27*27	101	14	85	3,76	1,39	Cu precădere tije și răsleț frunze
5	27*27	100	14	85	3,90	1,44	
6	27*27	97	14	84	4,33	1,60	
7	27*27	97	27	73	4,33	1,60	Cu precădere tije și răsleț frunze
8	27*27	95	27	72	4,62	1,71	
9	27*27	94	27	71	4,76	1,76	

Tabelul 32. Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de floarea soarelui proaspăt. Cuțit cu unghi de tăiere 25°, unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.32.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(°)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm ²)	Observații
1	27*27	110	73	88	2,50	0,93	Cu precădere tije și răsleț frunze
2	27*27	108	73	89	2,77	1,03	
3	27*27	109	73	90	2,63	0,97	
4	27*27	106	78	84	3,05	1,13	Cu precădere tije și răsleț frunze
5	27*27	105	78	85	3,19	1,18	
6	27*27	103	78	84	3,47	1,29	
7	27*27	102	94	73	3,61	1,34	Cu precădere tije și răsleț frunze
8	27*27	99	94	73	4,04	1,50	
9	27*27	96	94	72	4,47	1,66	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de floarea soarelui proaspăt. Cuțit cu unghi de tăiere 30°, unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.33.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(°)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm ²)	Observații
1	27*27	112	21	89	2,23	0,82	Cu precădere tije și răzleț frunze
2	27*27	110	21	89	2,50	0,93	
3	27*27	109	21	89	2,63	0,98	
4	27*27	109	58	85	2,63	0,98	Cu precădere tije și răzleț frunze
5	27*27	106	58	85	3,05	1,13	
6	27*27	104	58	82	3,33	1,23	
7	27*27	101	72	74	3,76	1,39	Cu precădere tije și răzleț frunze
8	27*27	99	72	73	4,04	1,50	
9	27*27	99	72	72	4,04	1,50	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de lolium. Cuțit cu unghi de tăiere 20°, unghi de ascuțire 20°

Tabelul VII.34.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(°)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm ²)	Observații
1	27*27	104	30	71	3,33	1,23	Tulpini și frunze
2	27*27	103	30	70	3,47	1,29	
3	27*27	102	30	69	3,61	1,34	
4	27*27	102	48	61	3,61	1,34	Tulpini și frunze
5	27*27	99	48	61	4,04	1,50	
6	27*27	99	48	61	4,04	1,50	
7	27*27	98	90	60	4,19	1,55	Tulpini și frunze
8	27*27	97	90	57	4,33	1,60	
9	27*27	95	90	57	4,62	1,71	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de lolium. Cuțit cu unghi de tăiere 25⁰, unghi de ascuțire 20⁰

Tabelul VII.35.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(⁰)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm ²)	Observații
1	27*27	107	21	70	2,91	1,08	Tulpini și frunze
2	27*27	105	21	69	3,19	1,18	
3	27*27	105	21	69	3,19	1,18	
4	27*27	104	24	63	3,33	1,23	Tulpini și frunze
5	27*27	103	24	63	3,47	1,29	
6	27*27	100	24	62	3,90	1,44	
7	27*27	100	28	58	3,90	1,44	Tulpini și frunze
8	27*27	99	28	57	4,04	1,50	
9	27*27	98	28	56	4,19	1,55	

Rezultatele experimentale obținute la tăierea epruvetei de lolium. Cuțit cu unghi de tăiere 30⁰, unghi de ascuțire 20⁰

Tabelul VII.36.

Nr. crt.	Dimensiunile epruvetei (mm /mm)	Unghiul indicator cadran(⁰)	Nr. creuzet utilizat	U _r %	Energia necesară tăieri (J)	Energia specifică tăieri (J/cm ²)	Observații
1	27*27	109	37	71	2,64	0,98	Tulpini și frunze
2	27*27	109	37	69	2,64	0,98	
3	27*27	107	37	69	2,91	1,08	
4	27*27	106	68	64	3,05	1,13	Tulpini și frunze
5	27*27	105	68	63	3,19	1,18	
6	27*27	103	68	62	3,47	1,29	
7	27*27	103	92	57	3,47	1,29	Tulpini și frunze
8	27*27	101	92	56	3,76	1,39	
9	27*27	100	92	56	3,90	1,44	

După o analiză simplă, se poate observa că valorile energiei specifice de tăiere variază nu numai în funcție de umiditatea sau originea și felul epruvetei de material furajer utilizat în timpul determinărilor experimentale de laborator, ci și în funcție de locul în care s-a executat tăierea dealungul tijeii tulpinii, de unghiul de ascuțire a cuțitelor și de gradul de înclinare a cuțitului utilizat la tăiere, precum și o serie de alți factori, care nu sunt luate în considerare în această fază de cercetare.

Se constată o scădere, în unele cazuri chiar semnificativă, a valorii energiei specifice de tăiere, începând de la baza tulpinii, până la vârful acestuia. Acest lucru am reprezentat în graficele de mai jos, grupând valorile energiei specifice de tăiere în trei grupe valorice, ținând totodată seama și de unghiurile constructive al cuțitului.

Prima grupă reprezintă valorile energiei specifice de tăiere din zona superioară ale tijelor de materiale furajere utilizate ca epruvete de încercare, unde tijele sunt în marea majoritate subțiri, cu multe frunze, umiditatea relativă al acestei părți este mai ridicată și nu în ultimul rând tijele conțin țesuturi tinere, moi. În această prima grupă, putem să analizăm o variantă constructivă, care este varianta cuțitelor drepte, unde se modifică doar unghiul de ascuțire i_c , dar unghiul de înclinare a cuțitului alfa, este egal cu zero; $\alpha = 0$. În aceste condiții, obținem conform fig.VII.3. o creștere lentă a valorilor energiei specifice de tăiere, datorită creșterii treptate a valorilor unghiului de ascuțire.

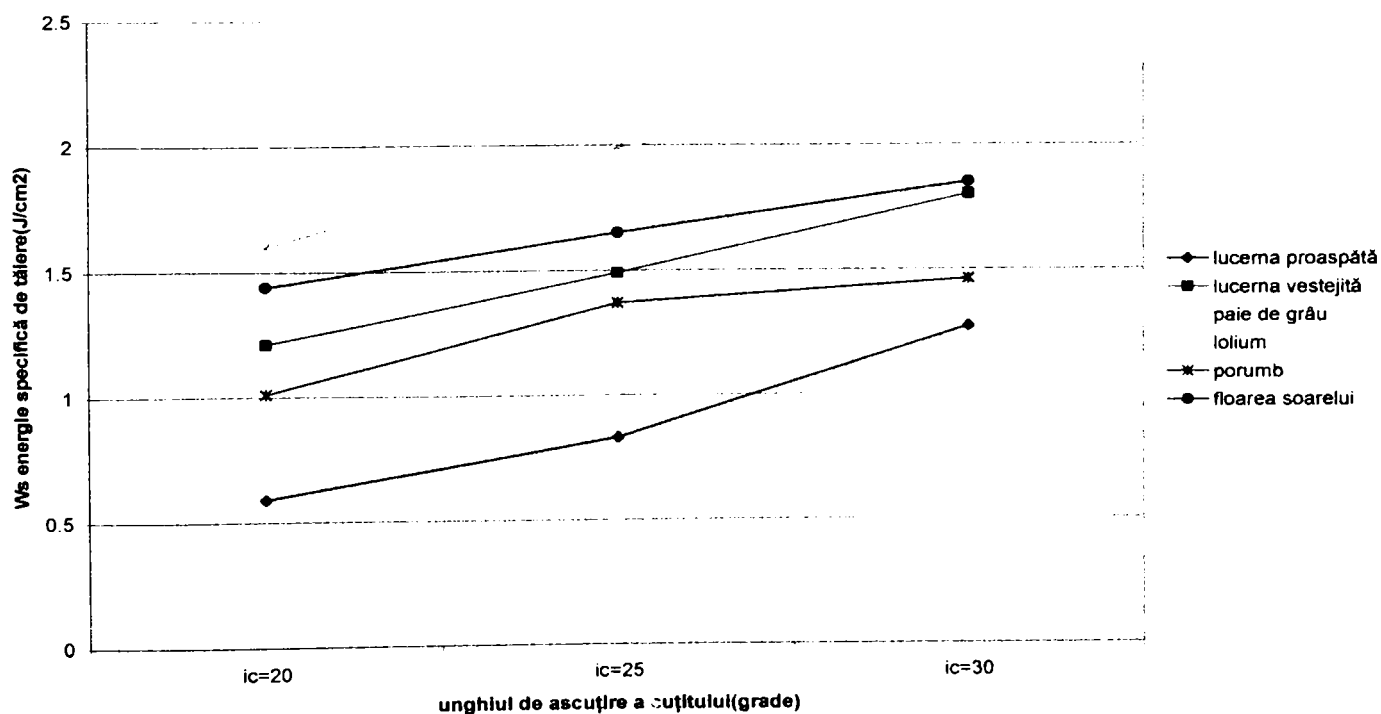
În realitate, acest fenomen se petrece în cazul utilizării a unor cuțite neascuțite, tocite din cauza unui volum de lucru ridicat. Se mai distinge și un fenomen cunoscut, adică creșterea energiei specifice la tăierea materialelor furajere cu o umiditate redusă, cum este cazul tocării paielor de grâu, unde umiditatea determinată în timpul experimentelor de laborator nu depășea valoarea de 6% (vezi tabelele de mai sus cu datele referitoare la paie).

La valorile ridicate ale umidității relativ ale plantelor, în cazul lucernei proaspete sau a porumbului și al floarei soarelui, energia specifică la tăiere capătă valori mai scăzute, tăierea se poate efectua mai ușor, iar de aici rezultă o serie de avantaje funcționale, de exploatare, cheltuieli mai mici socotite pe un kg de furaj recoltat.

Mai trebuie să amintim că este foarte important, alegerea materialului din care se confecționează cuțitul. Materialele bune, oțelurile de calitate sunt mai scumpe dar rezistă în timp, mențin unghiul de ascuțire mai mult timp, uzura lor este mai redusă. Oțelurile de slabă calitate costă mult mai puțin, dar utilizarea lor este limitată tocmai din cauza repetatelor reascuțiri și ieșirea lor prematură din uz.

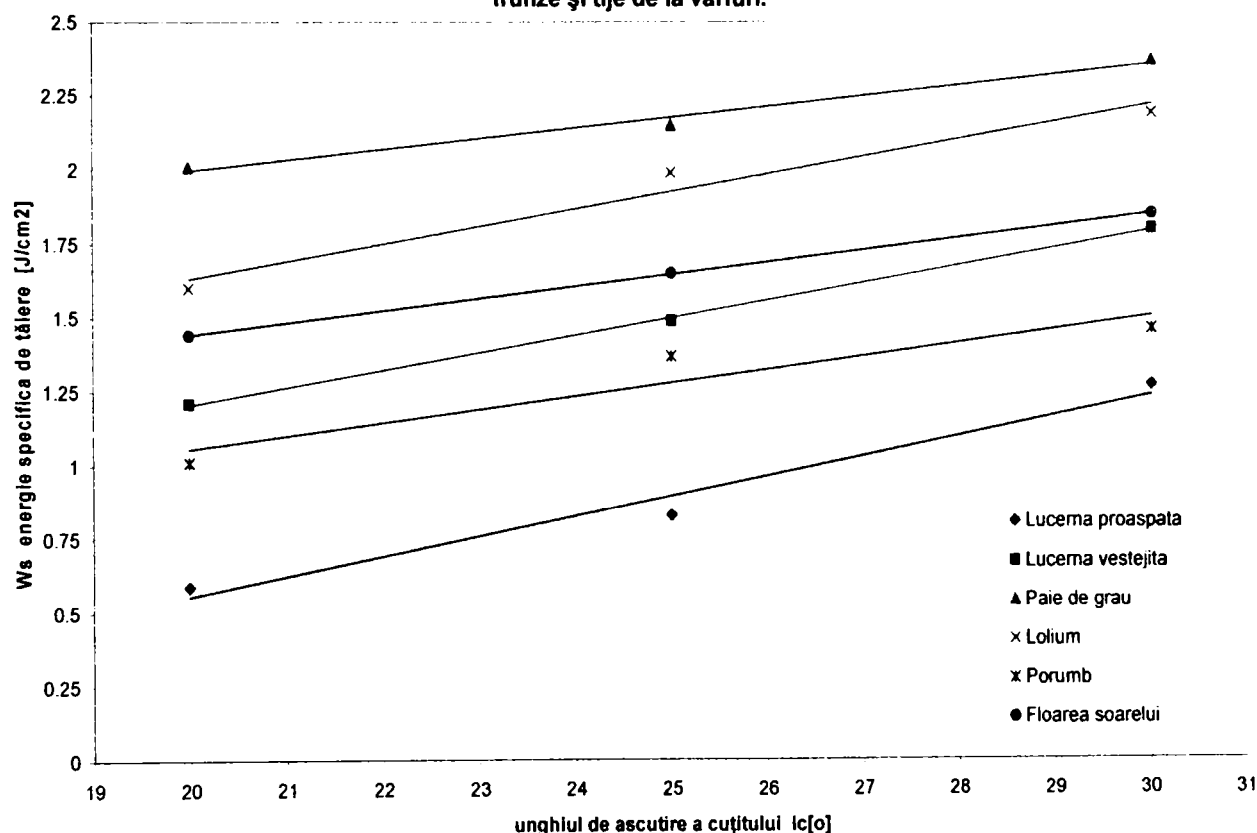
La aceste neajunsuri mai trebuie adăugată și pierderile suferite de către societate prin neutilizarea, stagnarea utilajelor, în mare parte de capacitații de lucru sporite, dotate cu aceste cuțite.

Fig.VII.3. Variația energiei specifice de tăiere în funcție de unghiul de ascuțire a cuțitului (unghiul de înclinare a cuțitului, alfa = 0). Epruveta cu conținut ridicat de frunze și tije de la vârfuri.



Prelucrând datele experimentale reprezentate grafic în fig.VII.3. [30], obținute în condiții de laborator, cu ajutorul statisticii aplicate în matematică am trasat curbele reale, obținând niște drepte aferente tăieturilor efectuate pe epruvetele de materiale furajere confecționate din diferite furaje, conform legendei figurii, cu variații strict lineare, ceea ce ne-a confirmat presupunerea inițială, adică, creșterea valorilor unghiului de ascuțire a cuțitului de tăiere-tocare, atrage după sine creșterea valorilor energiilor specifice la tăiere, ducând la cazuri extreme la forțe așa de mari încât să nu mai aibă loc tăierea propriu-zisă, ci ruperea materialului epruvetei, sau chiar oprirea cuțitului în materialul epruvetei de încercare utilizat (înțepenirea cuțitului sau altfel spus, blocarea acestuia în materialul epruvetei de încercare a avut loc și în cadrul experimentelor efectuate în cadrul determinărilor de laborator, acest fenomen, foarte interesant de altfel, ar merita un studiu aparte, deoarece are la bază și o serie de alți factori de perturbare).

Fig.3.1. Variația energiei specifice de tăiere prelucrată statistic, în funcție de unghiul de ascuțire a cuțitului(unghiul de înclinare a cuțitului, alfa = 0). Epruveta cu conținut ridicat de frunze și tije de la vârfuri.



A doua grupă, reprezentată prin fig.VII.4., semnifică valorile energiei specifice de tăiere de la mijlocul lungimii epruvetei, adică a zonei unde epruveta de material furajer fibros are pe lângă tije și frunze multe, în majoritatea cazurilor acest raport este sensibil egal.

Se observă o creștere sensibilă a energiei specifice, necesară efectuării tăierii epruvetelor din materiale furajere față de valorile înregistrate la tăierea epruvetelor formate din frunziș și tije de la vârful plantelor.

Această creștere se pune pe seama scăderii frunzișului și a creșterii numărului de tije, care au o structură ligninoasă mai pronunțată în această zonă a plantelor. Creșterea energiei specifice de tăiere exprimată în procente reprezintă aproximativ 10-15% , copiind fidel procentual exprimat creșterea unghiului de ascuțire a cuțitului.

Fig.VII.4. Variația energiei specifice de tăiere în funcție de unghiul de ascuțire a cuțitului(unghiul de înclinare a cuțitului, $\alpha = 0$). Epruveta cu conținut de tije și frunze, mijlocul plantelor.

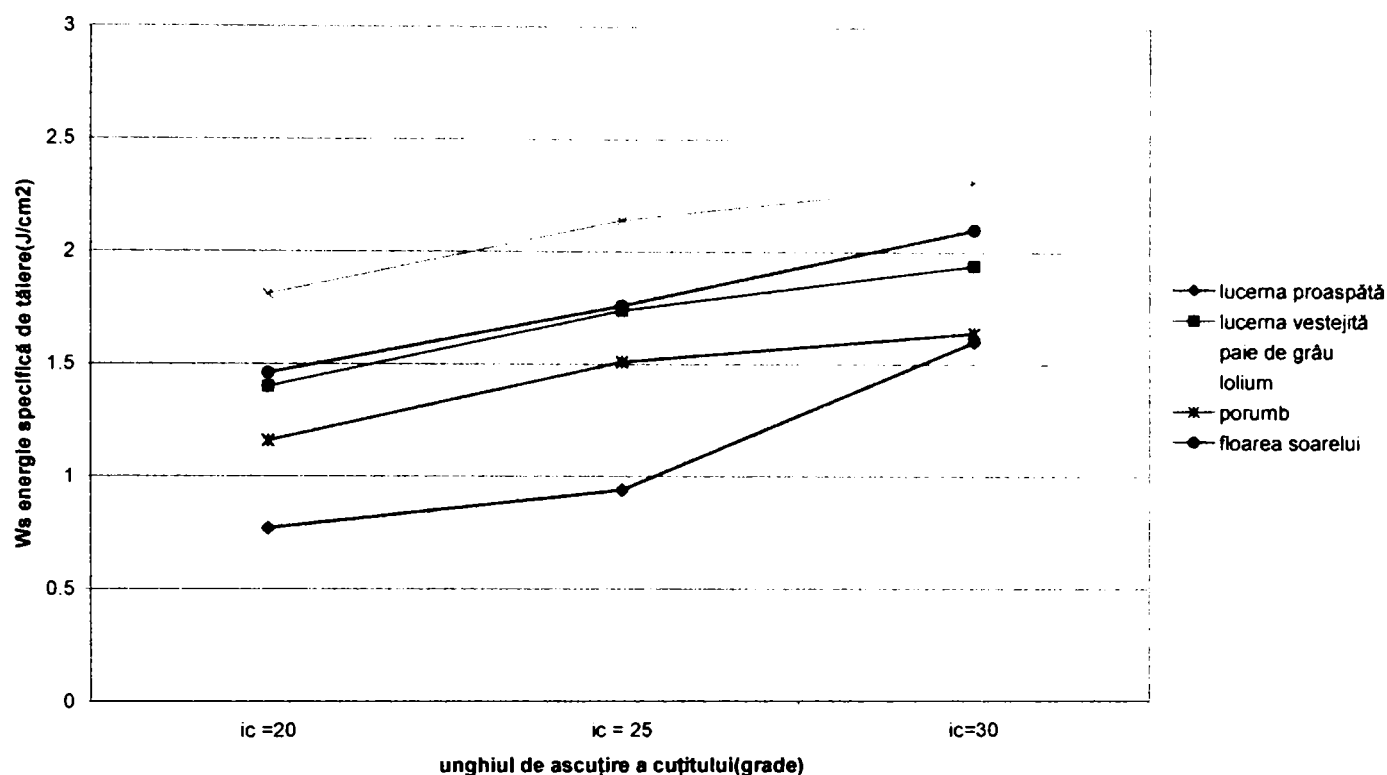
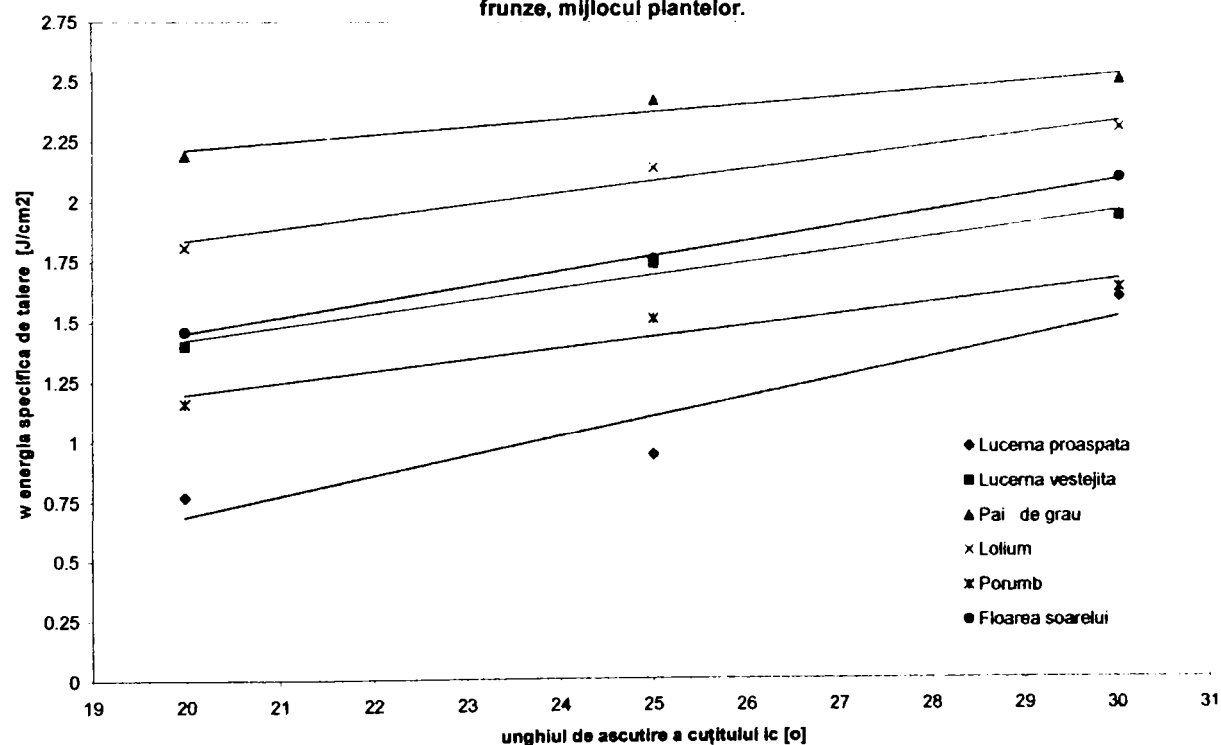


Fig.VII.4.1. Variația energiei specifice de tăiere prelucrate statistic, în funcție de unghiul de ascuțire a cuțitului(unghiul de înclinare a cuțitului, $\alpha = 0$). Epruveta cu conținut de tije și frunze, mijlocul plantelor.



Aplicând în mod identic, ca și în cazul precedent, prelucrarea statistică a valorilor experimentale obținute în cadrul determinărilor efectuate în laborator pe epruvete de material furajer și reprezentând grafic, s-a obținut tot o variație lineară, reprezentată în figura VII.4.1.

Iar în a treia grupă, reprezentată prin fig.VII.5., se regăsesc valorile energiei specifice de tăiere din zona inferioară a plantelor, din apropierea zonei de recoltare, care s-au utilizat drept material de încercare la tăieri.

Fig.VII.5. Variația energiei specifice de tăiere în funcție de unghiul de ascuțire a cuțitului(unghiul de înclinare a cuțitului, alfa = 0). Epruveta cu conținut ridicat de tije(parte inferioară a tulpinilor).

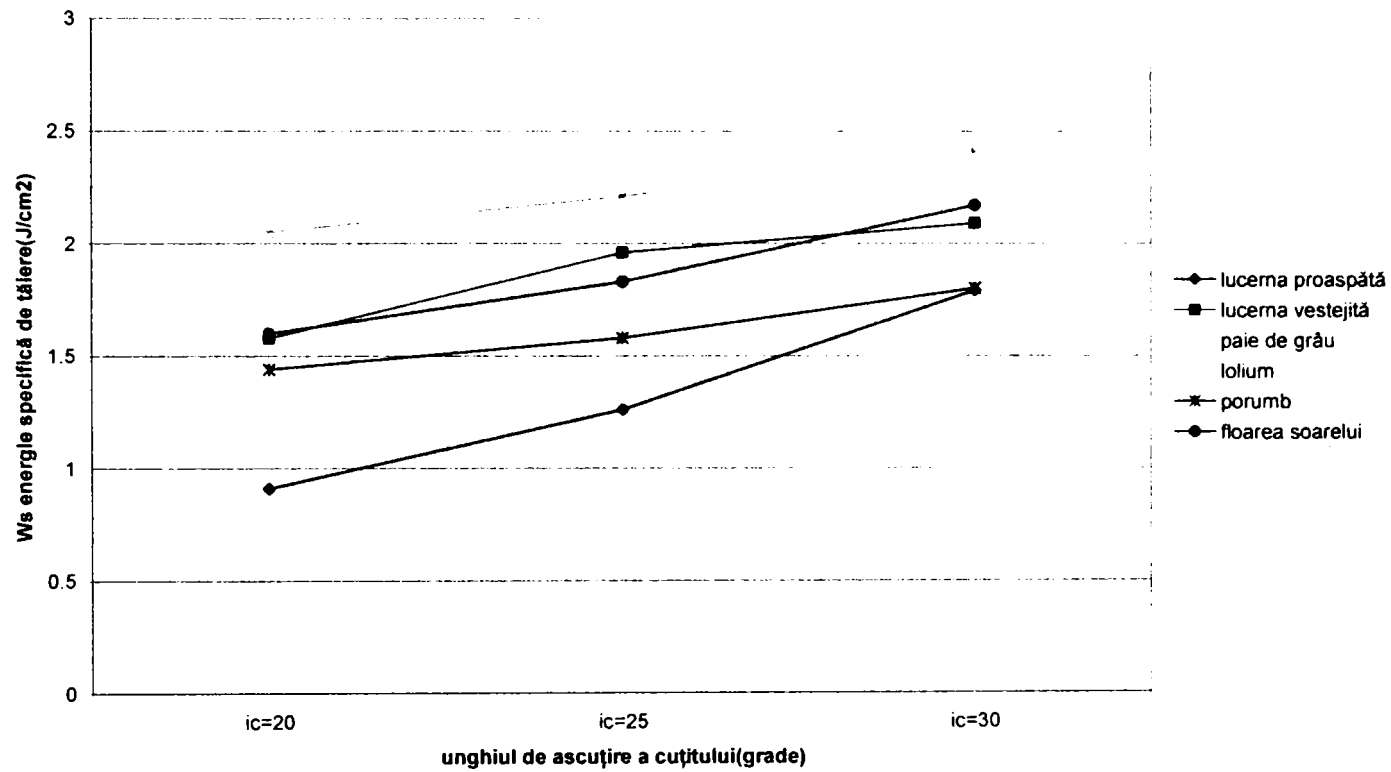
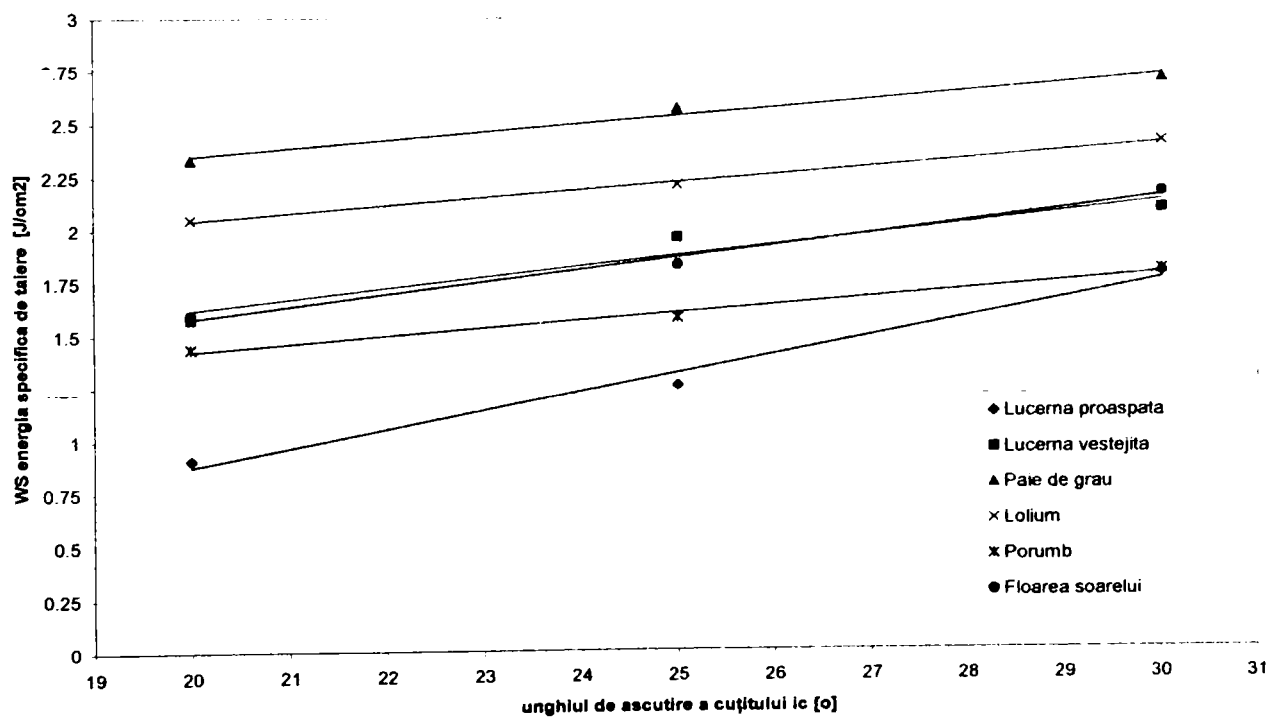


Fig.VII.5.1. Variația energiei specifice de tăiere prelucrată statistic, în funcție de unghiul de ascuțire a cuțitului(unghiul de înclinare a cuțitului, alfa = 0). Epruveta cu conținut ridicat de tije(parte inferioară a tulpinilor).



Această zonă este bogată în țesuturi ligninoase, tari, îmbătrânite, totodată cu un conținut redus de umiditate, se constată lipsa pregnantă a frunzelor. Tijele sunt omniprezente în acest tip de epruvetă, secțiunea transversală a tulpinilor este mult

mai mare în comparație cu secțiunea transversală a tijelor de la vârfuri, sunt caracterizate prin rezistența mare la pătrunderea lamei cuțitului.

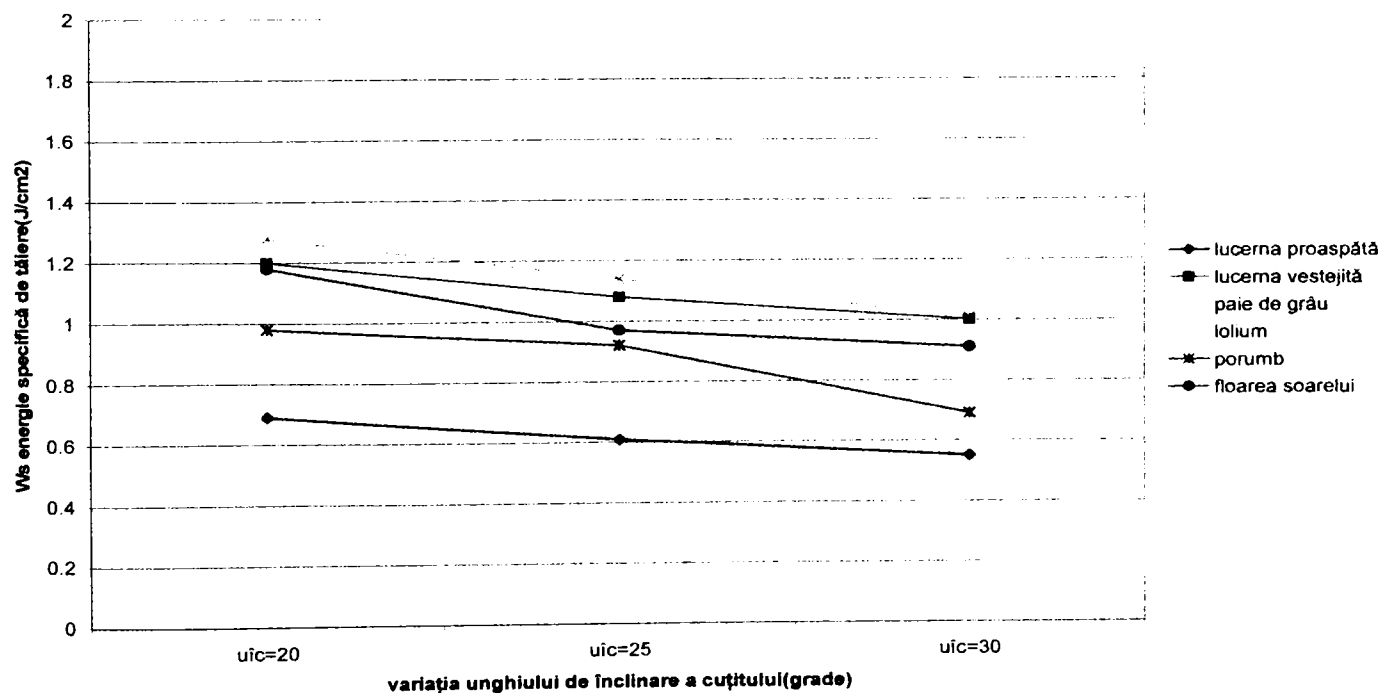
După prelucrarea statistică a valorilor obținute în cadrul determinărilor efectuate în laborator la tăierea epruvetelor din materiale furajere, obținem conform așteptărilor, tot o variație lineară, dar cu valori mai ridicate decât în celelalte două cazuri studiate, fenomen explicabil dacă ținem seama de rezistența sporită a tulpinilor îmbătrânite, ligninoase, cu un conținut relativ de umiditate mai scăzută în comparație cu vârfurile tijelor.

Unghiurile de ascuțire, respectiv de înclinare a cuțitului joacă și ele un rol important în modificarea valorilor energiei de tăiere specifice, alegerea lor corectă în funcție de materialul epruvetei, conținutului de umiditate al acestuia și ținând seama și de alți factori, poate să ducă la o scădere semnificativă a energiei specifice consumate la tăierea materialului furajer utilizat la alcătuirea hranei zilnice ale animalelor din fermele zootehnice.

Acest lucru reiese și din determinările de laborator efectuate pe epruvete de materiale furajere, unde am modificat doar unghiul de înclinare alfa a cuțitului, concomitent păstrând unghiul de ascuțire cel mai convenabil, determinat cu ocazia încercărilor experimentale efectuate, fiind $i_c = 20^0$. Epruveta în acest caz, conține în mare parte frunze și tije subțiri de la vârful plantei furajere, din acestea se poate concluziona că tăierea se desfășoară cu un efort energetic mai redus, conform fig.VII.6., avem valori care scad treptat cu mărirea unghiului de înclinare a cuțitului.

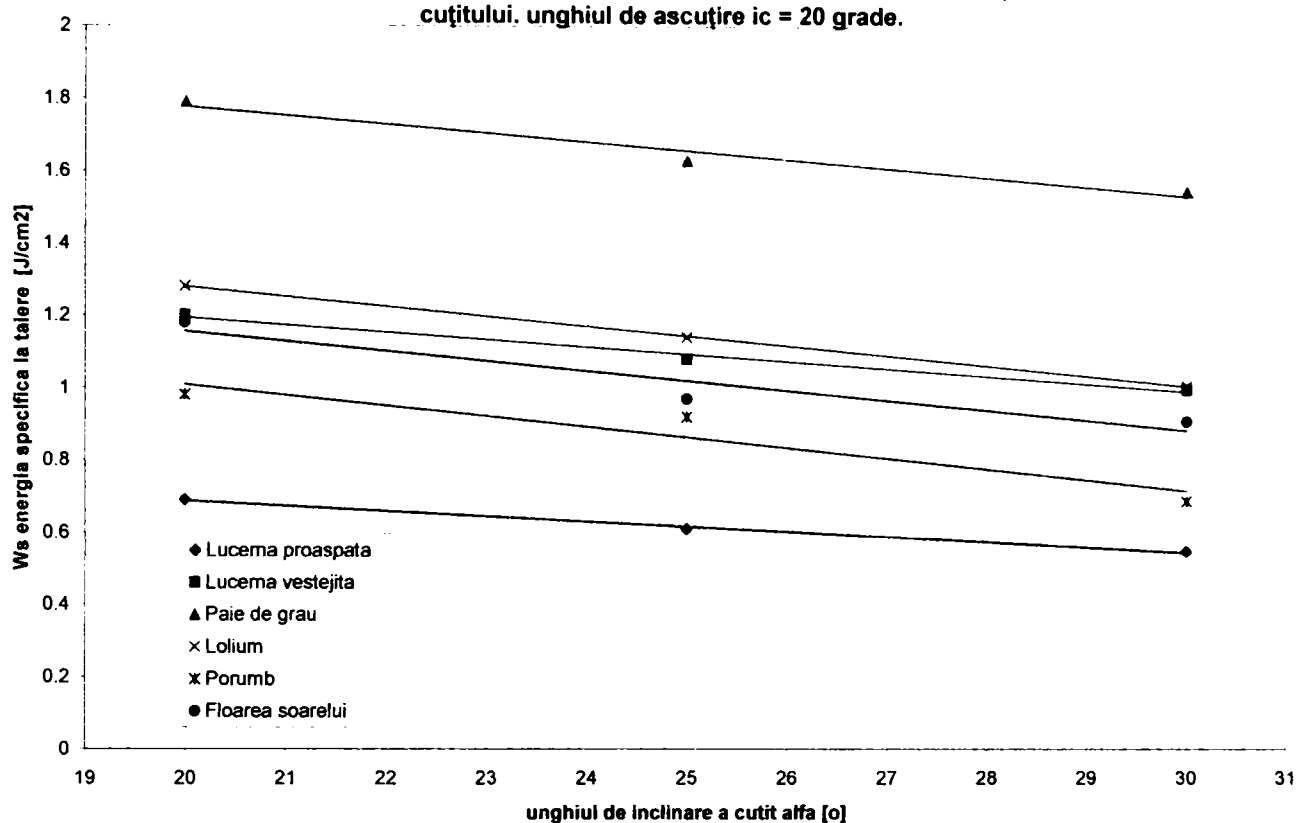
Această scădere nu este foarte spectaculoasă și nu se poate fi realizată până la valori extreme, deoarece intervin niște condiții de exploatare și de proiectare a formei cuțitului și rezistența acestuia în exploatare zilnică. O înclinare cu peste 30^0 a cuțitului de tăiere-mărunțire în cadrul experimentului efectuat în cadrul laboratorului a dus la imposibilitatea tehnică de executarea și utilizarea cuțitului la dispozitivul proiectat.

Fig.VII.6. Variația energiei specifice la tăierea epruvetelor de materiale furajere formate cu precădere din frunze și tije de la vârful plantelor, în funcție de înclinarea cuțitului. unghiul de ascuțire $i_c = 20$ grade.



După efectuarea prelucrării statistice ale datelor experimentale obținute, putem constata că și de această dată s-a obținut o variație lineară a energiilor specifice de tăiere, conform figuri VII.6.1. :

Fig.VII.6.1. Variația energiei specifice prelucrate statistic la tăierea epruvetelor de materiale furajere formate cu precădere din frunze și tije de la vârful plantelor, în funcție de înclinarea cuțitului. unghiul de ascuțire $i_c = 20$ grade.



În cazul în care se păstrează unghiul de ascuțire a cuțitului $i_c = 20^0$, dar variam unghiul de înclinare, utilizând epruvete cu conținut material furajer ridicat în tije și frunze recoltat de la mijlocul plantelor furajere unde raportul dintre tije și frunze este sensibil egal, se obține valori reprezentate în fig.VII.7.

Fig.VII.7. Variația energiei specifice la tăierea epruvetelor de material furajer cu un conținut de tije și frunze(mijlocul plantelor), în funcție de înclinarea cuțitului. Unghiul de ascuțire $i_c = 20$ grade.

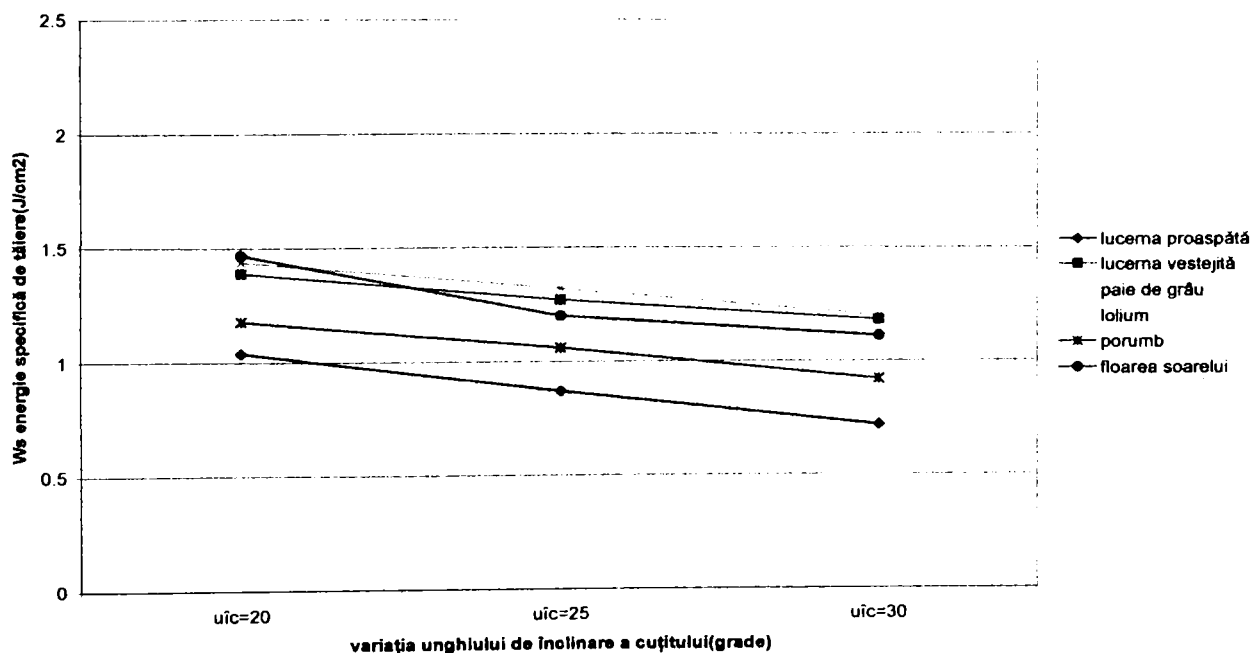
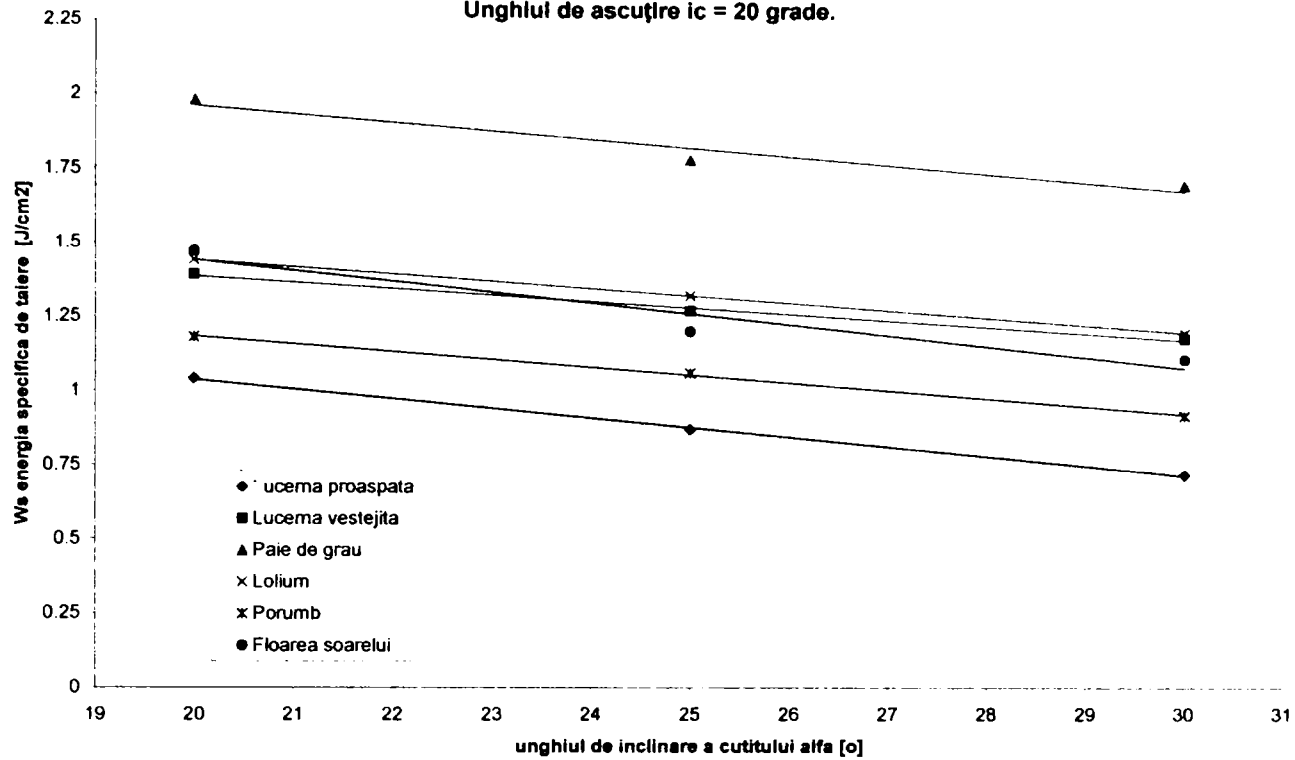
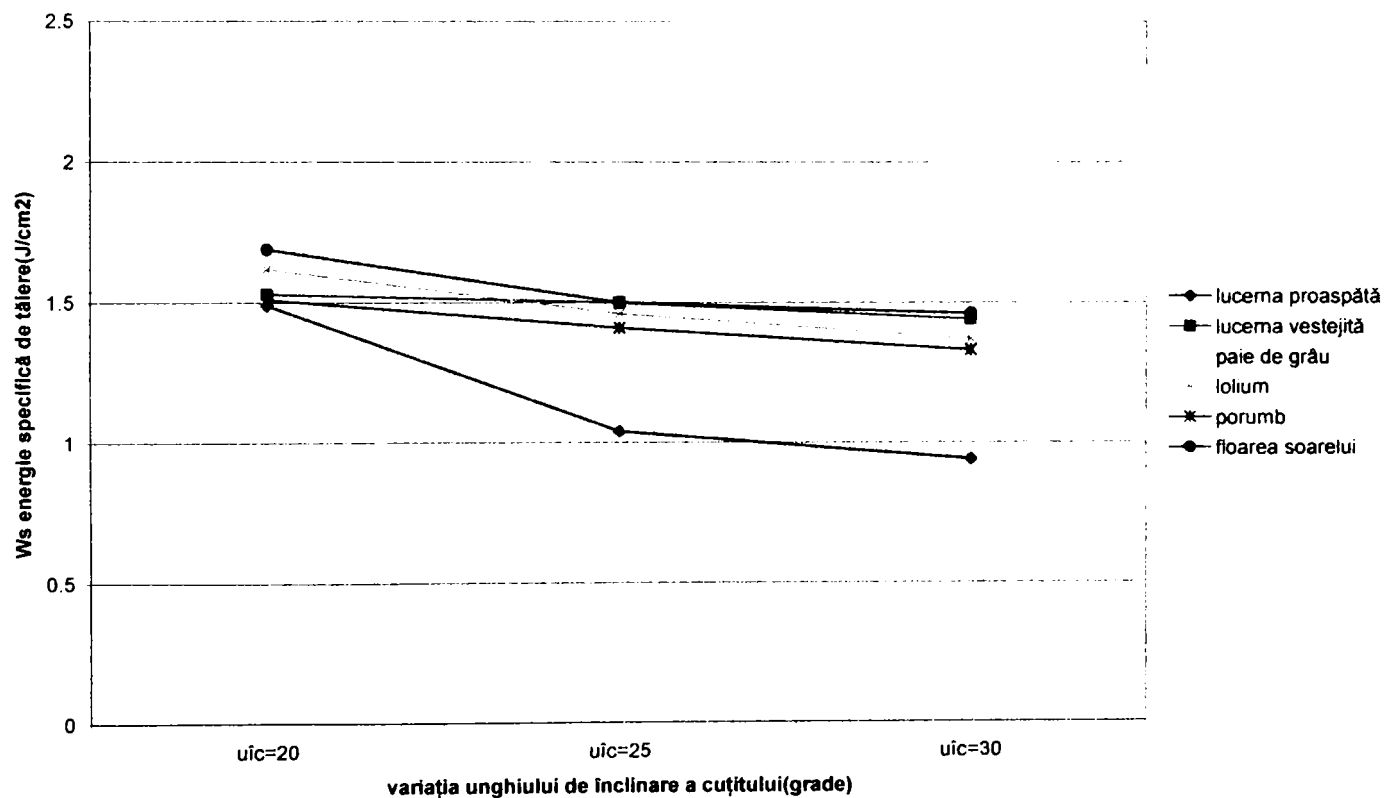


Fig.VII.7.1. Variația energiei specifice prelucrate statistic la tăierea epruvetelor de material furajer cu un conținut de tije și frunze(mijlocul plantelor), în funcție de înclinarea cuțitului. Unghiul de ascuțire $i_c = 20$ grade.



Cum se poate observa, și în acest caz s-a obținut o scădere lineară a energiei specifice necesare efectuării tăierii epruvetei, ceea ce este redată în fig.VII.6.1..

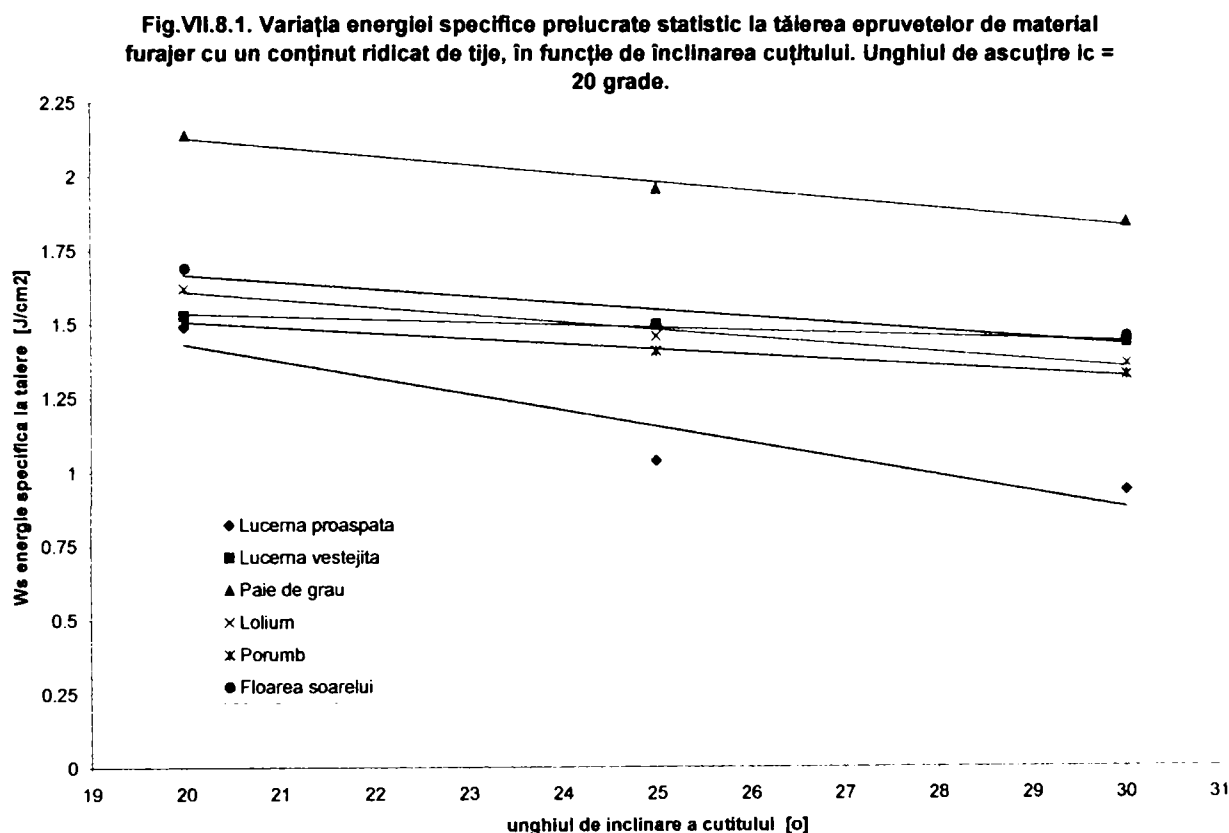
Fig.VII.8. Variația energiei specifice la tăierea epruvetelor de material furajer cu un conținut ridicat de tije, în funcție de înclinarea cuțitului. Unghiul de ascuțire $i_c = 20$ grade.



Ultima evaluare a energiei specifice de tăiere, reprezentată prin fig.VII.8., care se realizează în cazul tăierilor efectuate pe epruvete de materiale furajere alcătuite cu precădere din tije, cu un conținut ridicat de țesuturi dure și în aceste determinări se păstrează constantă valoarea unghiului de ascuțire a cuțitului la $i_c = 20^0$, dar se modifica înclinarea cuțitului, alfa, în acele trei trepte deja cunoscute, prezentate anterior.

După prelucrarea statistică a datelor experimentale obținute la tăierea epruvetelor din materiale furajere cu un conținut ridicat de tije și de această dată s-a obținut o variație lineară a valorilor energiilor specifice de tăiere, conform fig.VII.8.1..

Se constată o creștere relativă ale acestor valori față de cele obținute la experimentele efectuate pe epruvete cu conținut ridicat de frunze sau la cele amestecate (frunze și tije) dar după o analiză realistă s-a constatat că este justificată această creștere prin schimbarea structurii tijelor, care sunt mai dure, mai ligninoase, conținutul lor de apă redus și nu în ultimul rând constatăm absența totală sau prezența redusă a frunzelor.



VII.5. Concluzii privind rezultatele obținute în urma cercetărilor de laborator asupra organelor de tăiere a furajelor fibroase

Pornind de la rezultatele experimentale obținute în urma cercetărilor de laborator asupra organelor de tăiere a furajelor fibroase, s-a obținut rezultate concludente care după prelucrarea lor, a probat veridicitatea teoriei prezentate în capitolele de mai sus referitor la proiectarea unui cuțit de tăiere care să fie universal utilizabil la tăierea-mărunțirea a unei game sortimentale variate de furaje fibroase, indiferent de starea de maturitate sau de timpul scurs de la recoltarea lor.

În prima parte a experimentelor, s-a utilizat cuțite drepte și am variat doar unghiurile de ascuțire ale acestora, de la 20° la 25° respectiv 30° , astfel obținând o creștere permanentă a energiei specifice de tăiere.

În partea a doua a experimentelor efectuate în cadrul laboratorului de cercetări s-a ales unghiul de 20° cel mai convenabil unghi de ascuțire a cuțitului, la care valorile energiei specifice de tăiere erau cele mai scăzute și am variat de această dată

unghiul de înclinare a cuțitului 20^0 , 25^0 și 30^0 cărora le corespunde valorile factorului de tăiere corespunzătoare $k = 0,36$; $k = 0,46$ și $k = 0,57$.

Concluziile referitoare la rezultatele obținute sunt următoarele:

1. umiditatea plantelor influențează în mod semnificativ consumul energiei specifice de tăiere a plantelor furajere;
2. consumul de energie specifică de tăiere variază în funcție de locul de efectuarea tăierii, mai mare la baza plantelor și treptat scade spre vârful acestora;
3. unghiul de ascuțire a cuțitelor are un rol important în stabilirea bilanțului energetic la tăierea-mărunțirea plantelor, unghi de ascuțire mic duce la un consum specific de energie de tăiere redus iar dacă crește unghiul avem de aface cu o creștere semnificativă a energiei specifice de tăiere;
4. unghiul de ascuțire sub 20^0 duce la o distrugere rapidă a tăișului cuțitului, rezultând o creștere a energiei specifice tăierii, opririle pentru reascuțirea cuțitelor cresc, productivitatea utilajelor scad, crește costul de exploatare;
5. o rezolvare la această problemă o reprezintă utilizarea cuțitelor confecționate din materiale speciale, care nu necesită repetate reascuțiri, dar costul cuțitelor speciale ar fi prea ridicat, iar fragilitatea lor la fel de mare, ceea ce ar duce la schimbarea lor dese cu opriri repetate, pierderea timpului prețios de recoltare;
6. unghiul de ascuțire peste 30^0 cauzează un consum de energie specifică de tăiere excesiv mai ales în cazul furajelor mai uscate, deoarece tăierea propriu-zisă este parțial înlocuită cu ruperea materialului furajer fibros, apar vibrații în timpul tăierii și chiar înfundarea aparatului de tăiere;
7. un consum de energie specifică de tăiere echilibrat și totodată o uzură minimă a tăișului cuțitului în timpul lucrului am obținut în cazul unghiului de ascuțire a cuțitului de 25^0 , chiar și la un material nerecomandat pentru confecționarea cuțitului;
8. păstrând unghiul de ascuțire a cuțitului la 20^0 , unde valorile energiei de tăiere specifice erau cele mai mici, am variat unghiul de înclinare a cuțitului prin care am obținut tăierea cu alunecare, valorile energiei specifice de tăiere scăzând treptat cu creșterea unghiului de înclinare a cuțitului;
9. valorile cele mai mari ale energiei specifice de tăiere au fost înregistrate pentru unghiul de tăiere 20^0 și unghiul de înclinare a cuțitului tot de 20^0 , iar valorile cele mai scăzute ale energiei specifice de tăiere pentru unghiul de ascuțire de 20^0 și unghiul de înclinare a cuțitului de 30^0 ;
10. trecerea peste aceste valori atrage după sine unele probleme de execuție a cuțitului, iar în cazuri extreme alunecarea materialului de pe tăiș.

CONCLUZII FINALE ȘI VALORIFICAREA REZULTATELOR CERCETĂRII

Prin cercetarea efectuată asupra aparatului de ridicare din brazdă tip tobă cu degete elastice retractabile folosite la ridicarea furajelor, în general fibroase, cosite și lăsate în brazdă pe miriște, indiferent de gradul lor de umiditate, precum și asupra cuțitelor de mărunțire, elemente componente integrate în sistema de mașini autoîncărcătoare de ridicat și transportat furaje, au fost aduse următoarele contribuții originale:

1. contribuții teoretice la îmbunătățirea procesului de lucru al tobelor cu degete elastice retractabile;
2. stabilirea ecuațiilor de mișcare a degetelor în procesul de lucru, adică în faza de greblare, de la intrarea în miriște și până la ieșirea lor, pentru determinarea lungimii de greblare;
3. studierea efectelor variației elementelor de bază din formula de calcul a lungimii de greblare a unui deget, asupra lungimii de greblare;
4. determinarea prin calcule a valorilor cele mai convenabile a elementelor de bază α , β_i , β_o , h , w , v_m , l , r , din formula cu care se stabilește lungimea de greblare astfel încât această valoare să fie maximă, prin modificarea pe rând a valorilor acestora;
5. contribuții teoretice la realizarea unui profil de cuțit de mărunțire universal în cazul tăierii cu alunecare;
6. corelarea dimensiunilor cuțitelor în canalul de alimentare cu dimensiunile acestuia, în corelație cu alte elemente constructive al tobei;
7. conceperea, proiectarea și realizarea unui stand de încercări experimentale;
8. cercetări experimentale asupra organelor de mărunțire prin determinarea consumului energiei specifice la tăierea unei secțiuni constante de epruvetă de material furajer;
9. determinarea rezistenței la tăiere a epruvetelor de materiale furajere fibroase în funcție de unghiul de ascuțire și de tăiere la diferite valori de umiditate;
10. prelucrarea și analiza rezultatelor cercetării de laborator.

Pe baza studiilor efectuate și a rezultatelor cercetărilor teoretice și experimentale, pot fi formulate următoarele concluzii finale:

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

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

O atenție deosebită s-a acordat în cadrul cercetării teoretice și practice cuțitelor de mărunțire care reprezintă o sursă remarcabilă de reducere a consumului de energie. Datorită efectuării unor calcule teoretice și realizării a unor experimente de laborator s-a putut realiza un model de cuțit de mărunțire care reușește să:

- I. realizează o mărunțire a furajelor fibroase în condiții de tăiere cu alunecare, cu un consum redus de energie;
- II. mărunțirea se efectuează în condiții optime, indiferent de gradul de umiditate foarte variată a furajelor fibroase lăsate în brazdă;
- III. stabilirea dimensiunilor cuțitului în funcție de elementele constructive de bază (dimensiunile canalului de alimentare, raza tobei), a unghiurilor de ascuțire cele mai avantajoase din punct de vedere funcțional și al consumului de energie și viteza de deplasare a materialului furajer, astfel realizând permanent o sarcină activă constantă o funcționare liniștită a întregului utilaj fără trepidații și vibrații cauzatoare de ruperi accidentale ale organelor componente.

Rezultatele cercetărilor efectuate au fost valorificate pe mai multe căi, dintre care acestea se remarcă:

- A. susținerea în cadrul unor manifestări științifice și publicarea unor lucrări și rezultate privind tematica tezei;
- B. brevetarea unor soluții rezultate în urma cercetării.

BIBLIOGRAFIE

1. **ANGHEL, Șt.**; Dicționar de mecanică agricolă. Ed. Tehnică, București, 1981.
2. **BARANOV, A. A.**; O vîbore optimalinovo sootnoșenia okrujnoi i postupatelinoi skorostei podborščika hlebnîh valkov. Traktorî i selihozmașina, 1967.
3. **BARBULESCU, C.; ș.a.**; Producerea și păstrarea furajelor. Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1976.
4. **BOSOI, E. S.**; Aparate de tăiere ale mașinilor de recoltat. Ed. Masinostroînîe, Moscova, 1967.
5. **BRÎNDEU, L.**; Mecanică dinamică. Ed. Litografia I.P., Timișoara, 1981.
6. **BRÎNDEU, L.**; Mecanică dinamică. Ed. Litografia I.P., Timișoara, 1984.
7. **CABA, I.**; Certificat de inovator, Nr.879 / 05.06.1988, Toba ridicătoare.
8. **CABA, I.**; Cercetări experimentale asupra organelor de adunat și mărunțit furaje fibroase. Referatul nr.3, U. P. Timișoara, 2003.
9. **CABA, I.**; Considerații teoretice privind îmbunătățirea parametrilor constructivi și funcționali ai organelor de adunat fân. Referatul nr.2, U. P. Timișoara, 2002.
10. **CABA, I.**; Corelație între preț-calitate la R.A.F.. Lucrările sesiunii de comunicări științifice „Priorități în economia Românească” 23-24 noiembrie 2001, Herculane, Ziua economistului, Ed. Mirton, Timișoara, 2001.
11. **CABA, I.**; Determinarea profilului cuțitului la R.A.F. la tăiere cu alunecare. Lucrările sesiunii de cercetări științifice: „Cercetări științifice” Horticultura U.Ș.A.M.V.B.T., Ed. Agroprint, Timișoara, 2004.
12. **CABA, I.**; Studiul actual privind sistemele de mașini noi de adunat și transportat furaje fibroase. Referatul nr.1, U. P. Timișoara, 2001.
13. **CHIRAC, R. E; CHELEMEN, I.**; Considerații teoretice privind stabilirea principalilor parametri funcționali ai ridicătorilor de plante cu degete elastice. Studii de cercetări de mecanică agricolă, Ministerul Agriculturii și Silviculturii, Vol. IV, nr.1, București, 1970.
14. **CHIRIAC, R. E.; CHELEMEN, I.**; Considerații teoretice privind stabilirea profilului camei ridicătorului de plante cu degete elastice. Studii și cercetări de mecanică agricolă, Ministerul Agriculturii și Silviculturii, Vol. IV, nr.2, București, 1970.
15. **CIOCÂRDIA, C.**; Bazele cercetării experimentale în tehnologia construcțiilor de mașini. Ed. Tehnică și Pedagogică, București, 1999.
16. **CRUDU, I.; NECULĂIASA, V.**; Mașini de recoltat. Vol.I, Litografia I.P.Iași, 1977.

17. **CSULAK, A., STOICA, A.**; Contribuții la studiul aparatelor de tocare cu toabă și cuțite drepte. Studii și cercetări de Mecanică agricolă, Buletinul științific, București, 1968.
18. **CSULAK, A.**; Mașini agricole de recoltat și condiționat. Ed. Litografia I.P. Cluj, 1971.
19. **CUCIUREANU, A.; ALEXANDRU, St.**; Strângerea mecanizată a paielor, fânului și cocenilor. București, Editura Ceres, 1980.
20. **DĂNILĂ, I.**; Contribuții la analiza procesului de lucru al aparatelor de tăiere cu două cuțite. Buletinul Științific I. P. Timișoara, 1981.
21. **DĂNILĂ, I.**; Mașini agricole de recoltat (îndrumător de laborator). Ed. Litografia I.P. Timișoara, 1976.
22. **DĂNILĂ, I.**; Mașini agricole de recoltat. Vol. I, Litografia I.P. Timișoara, 1981.
23. **DOBRE, I.; NEGUȚ, N.; DUMITRU, I.; CHELU, P.**; Rezistența materialelor. Ed. Centrul de multiplicare I. P. Timișoara, 1992.
24. **DRONOVA, V. A.**; Aparat de tocat – aruncat pentru combine de siloz. Ed. Tract. i sel. – nr.3, Moskova, 1989.
25. **DUMITRESCU, C.**; Mașini agricole de prelucrat, recoltat și condiționat. Ed. Litografia Univ. Brașov, 1971.
26. **DUTTON, A.G.; MINES, R. A. W.**; Analysis of the Hopkinson pressure bar loaded instrumented Charpy test using an inertial modelling technique. A. S. T. M., Philadelphia, 2002.
27. **GAINOV, N. S.**; Determinarea proprietăților de elasticitate a plantelor agricole. Ed. Meh. Ielek. Sot. Sel.- nr.6, Moskova, 1985.
28. **GASPARETTO, F.**; Încercări asupra tăierii furajelor urmărite cu ajutorul cinematografului ultrarapide. Macchine e Motori agricoli – vol. 27 – nr. 8, Italia, 1989.
29. **GHEORGHIU, S. N.; IONESCU, N.**; Organe de mașini. Timișoara, Ed. Lito IPTVT, 1982.
30. **GOLEȚ, I.**; Statistică (teorie și aplicații). Ed. Politehnica, Timișoara, 1998.
31. **GRATZKE, K.**; Geschichtliche Entwicklung der Langgut-Linie von der Handarbeit zum Landewagen. Braunschweig, Inst. f. Lademaschinen, 1989.
32. **GROTH, H. J.**; Construcția și funcționarea aparatelor de tăiere ale mașinilor agricole. Metall Verarbeitung, vol. 22, nr. 8, Germania, 1988.
33. **HEGEDUS, A.; TOADER, M.**; Mecanică. Teorie și aplicații. vol 1 și 2, Ed. U. P. Timișoara, 1993.
34. **KALLIUS, V. I.**; Senouborocinie mașini. Moscova – Kiev, Mașdhiz, 1961.
35. **KOBSELL, H.**; Studie die Beanspruchungen und den Leistungsbedarf beim Schneiden im Forderkanal von Landewagen, Grundl. Landtechn.18, Heft 3, Gottingen, 1968.
36. **KONICEK, B.; LANCA, I.**; Mecanizarea complexă a lucrărilor de recoltare și depozitare a plantelor furajere.(traducere 1961), București, CIDAS, 1972.

37. **KONICEK, B.**; Mecanizarea complexă a lucrărilor de recoltat și depozitare a plantelor furajere. Ed. CIDAS, București, 1982(traducere din rusă).
38. **KRASZNICSENKO, A. V.**; Mezogazdasagi gepserkesztok kezikonyve. Budapest, Akademiai Konyvkiado, 1965 (traducere din rusă).
39. **KUKTA, G. M.**; Încercarea mașinilor agricole. Ed. Mașinostroenie, Moskova, 1984.
40. **LEHOCZKY, L.**; Novenytermesztes gepei II. Godollo, St. Istvan Agrartudomanyi Egyetem, 1981.
41. **LEPȘI, S.**; Curs de mașini agricole. Ed. Litografia I.A. Timișoara, 1975.
42. **LETOȘNEV, M. N.**; Mașini agricole. București, Ed. Agrosilvică, 1969.
43. **MĂDĂRAS, L.**; Organe de mașini. Timișoara, Vol. I, II, III, Ed. Lito IPTVT, 1981.
44. **MESCEREA KOV, V. B.**; Influența vitezei asupra lucrului specific de tăiere. Ed. Meh. i. elec. sot. s. h., nr. 3, Moskova, 1989.
45. **MIHĂILESCU, N. ȘT. și alții**; Formular matematic și tehnic. Ed Tehnică, București, 1950.
46. **MININ, I. P.**; Mașini agricole. București, Ed. Tehnică, 1951.(traducere)
47. **MITELEA, I.; BUDĂU, V.**; Studiul materialelor, Îndreptar tehnic. Ed. Facla, Timișoara, 1987.
48. **MOCANU, D. R.**; Rezistența materialelor. Ed. Tehnică, București, 1980.
49. **MODIGA, A.; DĂNILĂ, I.**; Curs de mașini agricole de recoltat și condiționat. Vol. I, II, Ed. Litografia I.P. Timișoara, 1970.
50. **MODIGA, A.; DĂNILĂ, I.**; Studii privind îmbunătățirea aparatului de tăiere la cositoarea CP- 2,1. Buletinul Științific nr.11 I. P. Timișoara, 1966.
51. **NEAGU, P.; NECȘULESCU, V.**; Mașini noi pentru recoltarea mecanizată a fânului de pe pajiștile naturale situate pe terenuri în pantă. Revista Mecanizarea Agriculturii nr.5, 1980.
52. **NECULĂIASA, V.; DĂNILĂ, I.**; Mașini agricole de recoltat. Litografiat I.P. Iași, 1986.
53. **NECULĂIASA, V.; DĂNILĂ, I.**; Mașini agricole de recoltat. Vol. I, II, Ed. Litografia I. P. Iași, 1986.
54. **NECULĂIASA, V.; DĂNILĂ, I.**; Mașini agricole de recoltat. Vol. I, II (îndrumător de lucrări practice), Ed. Litografia I. P. Iași, 1986 și 1989.
55. **NECULĂIASA, V.; DĂNILĂ, I.**; Procese de lucru și mașini agricole de recoltat. Editura A92, Iași, 1995.
56. **NECULĂIASA, V.**; Exploatarea utilajelor agricole. Vol. I, Ed. Litografia I. P. Iași, 1980.
57. **NOSOV, V. A.**; Cercetarea procesului de lucru a aparatelor de tăiere a plantelor cu tulpină groasă. Ed. Traktor i selhozmasinie nr.9/ 1988.
58. **OKOROKOV, I. F. și col.**; Issledovania podborščik barabanovo tipa. Traktorî i selihozmașina, 1963.
59. **OZEROV, A. M.**; Vlianie parametrov podborščika i valka na proșes podbora sena. Traktorî i selihozmașina, 1962.

60. **PĂDUCEL, P.**; Cercetări actuale privind recoltarea și prelucrarea prin fragmentare a plantelor agricole. Studiu documentar, Referatul nr.1, Timișoara, 2004.
61. **PĂDUCEL, P.**; Cercetări experimentale asupra procesului de tăiere – fragmentare și fiabilitatea aparatelor de tăiere. Referatul nr.3, Timișoara, 2004.
62. **PĂDUCEL, P.**; Considerații privind stabilirea forțelor care acționează asupra cuțitului în plan vertical în procesul de tăiere a tulpinilor groase. Lucrările Simpozionului Probleme actuale de Mecanică Agricolă, Timișoara, 1992.
63. **PĂDUCEL, P.**; Considerații teoretice privind procesul de tăiere – fragmentare și implicații asupra fiabilității aparatelor de tăiere. Referatul nr.2, Timișoara, 2004.
64. **PĂDUCEL, P.**; Forțele ce acționează în plan orizontal asupra cuțitului în procesul de tăiere a plantelor cu tulpină groasă. Lucrările Simpozionului Probleme actuale de Mecanică Agricolă, Timișoara, 1992.
65. **PĂDUCEL, P.**; Studiu teoretic cu privire la procesul de tăiere cu alunecare a plantelor de cânepă pentru fuior. Lucrările Simpozionului Probleme actuale de Mecanică Agricolă, Timișoara, 1992.
66. **PERSSON, S.**; Mechanics of Cutting Plant Material, MI: A.S.A.E., St. Joseph, 1987.
67. **PHILIPP, F.**; Analiza cuțitelor folosite la mașinile agricole. Grandlangen der Landtechnik nr.8, Germania, 1985.
68. **PRINCE, R. P.**; **BORTOK, J.**; Efortul unitar de forfecare și modulul de elasticitate al furajelor selecționate. Transaction of the A.S.A.E. vol.12.4/1989.
69. **REZNIC, N. E.**; Silozsouborocnîe kombainî. Moskva, Mașinostroenie, 1964.
70. **REZNIK, N. E.**; Teoria tăierii cu lame și bazele calcului aparatelor de tăiere. Ed. Mașinostroenie, Moskova, 1985.
71. **ROGAI, E.**; Tabele și formule matematice. Ed. Tehnică, București, 1983.
72. **SCHULZ, H.**; **KROMER, K.H.**; Untersuchungen an Schneidvorrichtungen im Landewagen, Landtechnische Forschung 17, Heft 3, Munchen, 1967.
73. **SCHULZ, H.**; **WAGNER, M.**; Untersuchungen uber den Einfluß der Schneidenausbildung bei einem Ladewagenschneidwerk mit feststehenden Messen auf Standzeit und Leistungsbedarf, Grundl. Landtechn.19, Heft 3, Weihenstephan, 1969.
74. **SCRIBNIC, V.**; Mașini agricole. Ed. CERES, București, 1999.
75. **SEGĂRCEANU, M.**; Contribuții la studiul aparatelor de tăiere rotative de la combinele de recoltat porumb. Studii de cercetări de Mecanică agricolă, vol.1, nr.2, București, 1970.
76. **SEGLER, G.**; Ladegerate Maschinen in der Ladwirtschaft. Verlag Paul Parey, Hamburg, 1956.
77. **SIMIONESCU, GH. D.**; Noțiuni de algebră vectorială și aplicații în geometrie. Ed. Tehnică, București, 1982.

78. **SITKEI, GY.**; Mezogazdasagi anyagok mechanikaja. Akademiai Konyvkiado, Budapest, 1981.
79. **SIZOV, O. A.**; Dispozitiv pentru determinarea forțelor care acționează asupra diferitelor elemente ale cuțitului în procesul de tăiere. Vestnik selhoz Nauki, vol.14, Rusia, 1987.
80. **SOOS, P.**; A novenytermesztes gepei III. Szent Istvan Agrartudományi Egyetem, Godollo, 1981.
81. **SOOS, P.**; Szalas es szemestermenybetakarito gepek. Szent Istvan Agrartudományi Egyetem, Godollo, 1981.
82. **SVET, D. S.**; Cercetări cu privire la procesul de tăiere al tulpinilor de plante furajere. Vestnik selhoz Nauki, vol.6, Rusia, 1986.
83. **SZENDRO, P.**; Apritasi folyamat vizsgalata, a szecskahosszusag eloszlasanak elemzése alapjan, Szent Istvan Agrartudományi Egyetem, Godollo, 2000.
84. **ȘANDRU, A.; BĂDESCU, M.; ȘANDRU, L.**; Reducerea consumului de energie prin folosirea rațională a agregatelor agricole. Craiova, Ed. Scrisul Românesc, 1982.
85. **ȘANDRU, Aft.; POPESCU, S.; NECULĂIASA, V.; CRISTEA, I.**; Exploatarea utilajelor agricole. București, Ed. Didactică și Pedagogică, 1983.
86. **TIRON, M.**; Prelucrarea statistică și informațională a datelor de măsurare. Ed. Tehnică, București, 1987.
87. **TOADERE, P.**; Istoria Românilor. Curs universitar, Universitatea „Mihai Eminescu” ,Timișoara, 2003.
88. **TOMA, D.; BIANU, I.**; Sisteme de mașini și eficiența exploatării lor în producția vegetală. Ed. Ceres, București, 1977
89. **TOMA, D.**; Mașini agricole. Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1980.
90. **TRUȘCULESCU, M.**; Studiul materialelor. Analize și cercetări. Ed. Litografia U. P. Timișoara, 1996.
91. **TUDEL, N. U., VERHUSA, V. M.**; Untersuchung des Energieaufwandes beim Schneiden dichtstengelter Pflanzen, Landtechnische Forschung, Munchen, 1967.
92. **TURBIN, G. B.; LURIE, A. B.**; Selskohoziastvennîe mașinî. Ed. Izd. Mașinostroenie, Leningrad, 1967.
93. **TUTUNARU, D.; LAZARIDE, GH.; DEMIAN, TR.**; Teoria mecanismelor și organe de mașini. București, Ed. de Stat Didactică și Pedagogică, 1962.
94. * * * ; Buletinul științific și tehnic al Institutului Politehnic Timișoara, extras, Serie nouă, Tomul 13 (27), Fasc.2; Iulie – Decembrie, 1968.
95. * * * ; Prospecte editate de firmele Claas, Mengele; Krone, Muli, Pottinger.
96. * * * ; Rendfelszedokocsi szeletelo es kiosztoszerkezettel, Mezogep vallalat, Szolnok, 1990.
97. * * * ; Revista Mecanizarea Agriculturii, Colecția vol. din anii 1996-1998.