

**UNIVERSITATEA AGRARĂ DE STAT
DIN MOLDOVA**

Cu titlu de manuscris

C.Z.U: 633.62

RAICOV VICTOR

**FUNDAMENTAREA TEORETICĂ ȘI
EXPERIMENTALĂ A PARAMETRILOR ORGANELOR
DE LUCRU A COMBINEI DE RECOLTAT SORG
ZAHARAT**

**SPECIALITATEA 255.01 (TEHNOLOGII ȘI MIJLOACE
TEHNICE ÎN AGRICULTURĂ ȘI DEZVOLTAREA RURALĂ)**

Autoreferatul tezei de doctor în tehnică

CHIȘINĂU, 2017

**Teza a fost elaborată în cadrul laboratorului Mijloace tehnice,
Institutului de Tehnică Agricolă „Mecagro”**

Conducător științific:

Hăbășescu Ion, doctor habilitat în tehnică, membru corespondent al AȘM

Referenți oficiali:

Pobedinschi Victor, dr. hab. în tehnică, prof. univ., UASM

Sclear Piotr, dr. în tehnică, conf. univ., UASM

Componența Consiliului Științific Specializat:

Serbin Vladimir, dr. hab. în tehnică, conf. univ., UASM – **președintele Consiliului**

Gadibadi Mihail, dr. în tehnică, conf. univ., UASM – **secretarul Consiliului**

Marian Grigore, dr. hab. în tehnică, prof. univ., UASM

Cerempei Valerian, dr. hab. în tehnică

Melnic Iurie, dr. în tehnică, conf. univ., UASM

Novorojdin Dumitru, dr. în tehnică, șef de catedra, UASM

Dulgheru V., dr. hab. în tehnică, prof. univ., UTM

Susținerea va avea loc la 29.06.2017, ora 14⁰⁰, aud. 402 în ședința Consiliului Științific Specializat D 60 255.01-03 din cadrul Universității Agrare de Stat din Moldova, adresa: str. Mircești, 44, MD-2049, Chișinău, Republica Moldova

Teza de doctor și autoreferatul pot fi consultate în Biblioteca Republicană Științifică Agricolă a UASM și la pagina web a CNAA. (www.cnaa.md).

Autoreferatul a fost expediat la 26.05.2017.

Secretar științific al Consiliului Științific Specializat DN 60.05.20.03:

dr. în tehnică **Gadibadi Mihail**

Conducător științific:

dr. hab. în tehnică, membru cor. al AȘM **Hăbășescu Ion**

Autor

Raicov Victor

REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

Actualitatea temei.

Republica Moldova face parte din țările cu o situație energetică complicată. 97% din energia necesară este importată. În legătură cu Hotărîrea Guvernului privind Strategia Energetică, organizațiile științifice de cercetare au aprobat programul de cercetări privind cultivarea în condițiile Republicii Moldova a sorgului de zahăr, precum și mijloacele de recoltare și prelucrare a acestei culturi în scopuri energetice. Însă, pînă în prezent, nu există o tehnologie argumentată științific și mijloace tehnice pentru soluționarea acestor probleme. Recoltarea sorgului cu combinele pentru siloz nu este efectivă, în timp ce combinele pentru recoltarea trestiei de zahăr sunt foarte costisitoare. Prin urmare, apare problema vitală de creare a mașinii capabile să asigure recoltarea sorgului de zahăr și transportarea acestuia spre punctele de prelucrare cu pierderi minime de suc. Totodată, mașina trebuie să fie sigură, simplă în exploatare și reparație, și, nu în ultimul rînd, accesibilă după cost, pentru consumatorul autohton.

Scopul și obiectivele lucrării.

Scopul urmărit în lucrare este argumentarea schemei tehnologice, precum și a parametrilor constructivi și cinematici ai combinei pentru recoltarea sorgului de zahăr.

Scopul propus poate fi atins prin soluționarea următoarelor sarcini, care necesită efectuarea unor cercetări teoretice și experimentale și elaborări științifice și de construcție:

1. Cercetarea experimentală a caracteristicilor dimensionale, calitățile de rezistență și aerodinamice ale părților plantelor de sorgo – tulpina, frunzele și spicul.
2. De explicat oportunitatea utilizării la combina propusă a secerătoarei rotative, care include discuri cu segmente tăietoare și tobe dințate de alimentare, amplasate coaxial cu ele.
3. De studiat efectul frînării paielor de sorgo, transmise spre fărîmițare cu ajutorul cuțitelor cilindrului de fărîmițare și de elaborat măsuri de minimalizare a acestui efect.
4. De studiat posibilitatea transmiterii masei de paie și frunze fărîmițate în camera de aspirație prin aruncarea ei de către cuțitele cilindrului de fărîmițare.
5. De elaborat schema de constructivă de curățire aerodinamică a tulpinilor de frunze și reziduurile mici.
6. De evidențiat factorii care influențează procesul de curățare a paielor de frunze, precum și gradul de influență a fiecărui din acești factori, precum și corelația lor.
7. De studiat diverse tipuri de ventilatori ai sistemului de aspirație, de evidențiat tipul cel mai potrivit, de argumentat și de verificat experimental principalele lui caracteristici.
8. De efectuat încercări de exploatare în câmp a mașinii în scopul verificării

caracteristicilor, stabilite prin sarcina tehnică și evidențierea nivelului capacității de lucru și de mentenabilitate.

9. De efectuat calculul tehnico-economic și de argumentat eficacitatea utilizării mașinii elaborate în gospodăriile republicii.

Obiectul și locul investigațiilor.

Obiectul investigațiilor:

1. Culturile de sorgo pentru zahăr de soiurile "Porumbeni -4 și -5".
2. Modelul experimental al combinei pentru recoltarea sorgului zaharat.

Cercetările de laborator și de câmp au fost efectuate la întreprinderile experimentale ale ITA "Mecagro", precum și pe plantațiile Institutului de Zootehnie și Medicină Veterinară din s. Maximovca, r-nul Anenii Noi.

Noutatea științifică a lucrării.

1. A fost efectuată analiza cinematică a lucrului secerătoarei rotative și stabiliți parametrii optimali ai mecanismelor de tăiat și de orientat ai acesteia.

2. A fost argumentată utilizarea în aparatul de alimentație al combinei a valțurilor cu pieptene, fabricate din material elastic. Au fost stabilite teoretic și confirmate experimental diapazoanele grosimii pieptenilor, forțelor de presare și frecvența de rotație a valțurilor.

3. A fost elaborată schema constructivă a sistemului de aspirație a combinei cu utilizarea ventilatorului diametral, au fost determinate caracteristicile constructive și cinematice ale ventilatorului.

4. Au fost obținute dependențele experimentale de diametru ale rezistenței tulpinilor plantelor de sorgo la presiune, precum și vitezele de planare a fragmentelor de tulpini și frunze în funcție de mărimea acestora.

Noutatea soluțiilor tehnice a fost confirmată prin trei patente.

Metodologia cercetării științifice.

Cercetările științifice au fost efectuate pe baza prevederilor geometriei analitice, mecanicii teoretice, rezistenței materialelor și aerodinamicii. Prelucrarea rezultatelor cercetărilor științifice s-a făcut prin aplicarea metodelor statisticii matematice. Au fost utilizate mijloacele de asigurare programată la computer a analizei statistice.

Implementarea rezultatelor științifice.

În baza rezultatelor cercetărilor în ITA „Mecagro” a fost elaborată documentația de construcție și fabricat modelul experimental al combinei pentru recoltarea sorgului zaharat. Mașina a fost supusă încercărilor la Stația de stat de încercare a mașinilor în anul 2008 (Procesul verbal nr. 9-2008).

În cadrul Programului de Stat „Elaborarea tehnologiei de producere și utilizare a resurselor regenerabile de energie pe baza deșeurilor de plante agricole” combina, de rînd cu linia presare a sucului, a fost inclusă în ciclul de producție a tehnologiei fără deșeuri în

cadrul Gospodăriei experimentale a Institutului de Zootehnie și Medicină Veterinară.

Aprobarea rezultatelor științifice.

Rezultatele principale ale tezei au fost raportate și discutate la conferințele internaționale: „Resurse, produse și tehnologii regenerabile de energie (Riga, 2008), „Rolul culturilor furajere și leguminoase în agricultura Republicii Moldova (Bălți, 2010), „Energetica Moldovei-2012” (Chișinău, 2012).

Publicațiile la tema tezei.

Principalele rezultate ale tezei au fost publicate în 10 lucrări științifice, inclusiv trei patente.

Structura și volumul tezei.

Teza constă din: introducere și patru capitole, care cuprind actualitatea temei și sarcinile cercetărilor, partea teoretică și experimentală, programul, metoda și rezultatele cercetărilor experimentale, concluziile principale și lista literaturii. Teza este expusă pe 165 pagini și conține 70 de figuri, 40 de tabele și 6 anexe.

Cuvintele-cheie: sorg zaharat, combină, secerătoare rotativă, sistemul de aspirație, aparatul de fărîmîtare.

CONȚINUTUL TEZEI

Capitolul I

A fost efectuată analiza tehnologiilor existente și mijloacelor tehnice de recoltare a culturilor cu tulpină, au fost studiate construcțiile combinelor, fabricate de principalele firme din lume, au fost analizate avantajele și dezavantajele acestora. Au fost formulate scopul și sarcinile cercetărilor.

S-a determinat că metoda optimală de recoltare a sorgului zaharat pentru obținerea etanolului este secerișul direct cu combinarea tuturor stadiilor de prelucrare a tulpinilor într-o mașină. Însă construcțiile organelor de lucru a combinelor existente nu țin cont de specificul producției finale a recoltării, destinate extragerii sucului în presacu valțuri. Astfel, la secerătoarele segmentate și digitale lipsește mecanismul de orientarea tulpinilor, necesar pentru obținerea unui pachet compact de tulpini și facilitarea procesului de fracționare a acestora în fragmente de lungimea dorită. Mecanismele de mărunțire de tip disc, din cauza particularităților constructive, produc o fragmentare prea fină.

Arborele aparatului de distribuire cu pieptenii duri traumează spicele, fapt ce duce la pierderi de suc. Transmiterea masei mărunțite spre curățare cu transportorul duce la acumularea produsului în camera de curățare și la diminuarea calității de curățare. Utilizarea ventilatoarelor cu pale în calitate la curățare nu este efectivă din cauza neuniformității curentului de aer în conductele de aer.

În rezultatul analizei a fost elaborată schema procesului tehnologic de recoltare și prelucrare primară a sorgului zaharat și selectate organele de lucru ale combinei care asigură realizarea efectivă a etapelor separate:

1. Tăierea și fărâmițarea vîrfurilor plantelor cu ajutorul mecanismului de mărunțire.
2. Tăierea tulpinilor deasupra solului și orientarea acestora în secerătoarea rotativă și în aparatul de alimentare.
3. Fărâmițarea tulpinilor în fragmente de lungimea stabilită în tocător de tambur.
4. Separarea de tulpini a frunzelor și deșeurilor mărunte în sistemul de aspirație.
5. Încărcarea fragmentelor de tulpini în mijlocul de transport cu ajutorul transportorului răzător.
6. Eliminarea deșeurilor de la curățare în cîmp sau în mijlocul de transport cu ajutorul curentului de aer.

Capitolul II

1. Calculul organelor de lucru ale secerătoarei rotative

Condiția de captare a tulpinilor de către dinții cilindrului are următoarea formă:

$$2\pi V_{com}m \leq z\omega_{ant} \leq 2\pi V_{com}/d, \text{ unde:} \quad (1)$$

V_{com} – viteza ascendentă a combinei, m/s;

m – numărul de tulpini la 1 mrînd;

z – numărul de dinți ai cilindrului de captare;

ω_{ant} – viteza unghiulară a cilindrului de captare, s^{-1} ;

d – diametrul tulpinii, m.

În baza acestei inegalități este creată nomograma dependenței frecvenței rotirii cilindrului de viteza mișcării combinei la numărul stabilit de dinți pe disc și în funcție de indicii agronomici ai culturii recoltate (fig. 1).

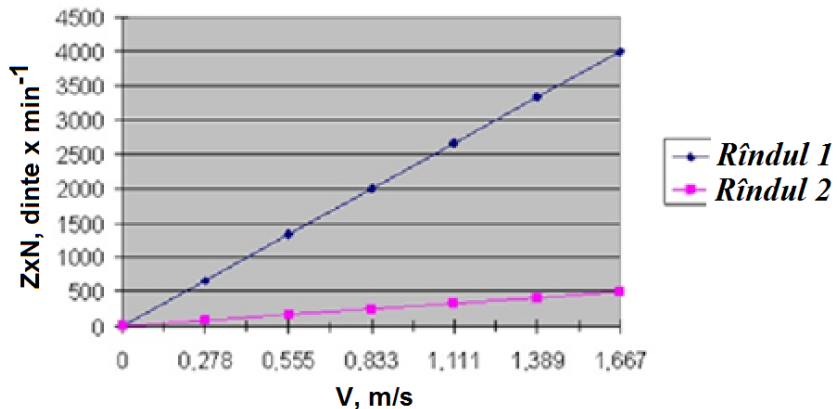


Fig. 1. Graficul dependenței frecvenței rotirii cilindrului dințat de viteza liniară a combinei. Rîndul 1 – limitarea condiției de captare a tulpinilor; Rîndul 2 – limitarea după gradul de evacuare a tulpinilor după tăiere.

Ținînd cont de acțiunea forțelor centrifuge care înrăutățesc condițiile de captare și

predare a tulpinilor, obținem un diapazon efectiv de frecvențe ale rotirii în limitele de $50 \dots 150 \text{ min}^{-1}$.

2. Diminuarea efectului de frînare a tulpinilor în aparatul de alimentare

Efectul frînării constă în faptul că în timpul transmiterii tulpinilor în mecanismul de fărâmițare, are loc contactul tulpinii cu cuțitul, durata contactului fiind egală cu durata procesului de tăiere plus timpul necesar pentru retragerea cuțitului după tulpină. În acest proces tulpina, contactînd cu cuțitul, suferă o acțiune traumatică provocată de pieptenele valțurilor aparatului de alimentare. Este cunoscută metoda de diminuare a acestui efect care constă în înclinarea cuțitului, însă pentru tulpinile de sorgo acest procedeu nu este acceptabil, deoarece înclinația respectivă asigură deplasarea tulpinii la câteva zeci de milimetri, în timp ce lungimea fragmentului tăiat constituie $150 \dots 200 \text{ mm}$.

Metoda propusă de diminuare a efectului frînării constă în utilizarea valțurilor cu flageli elastici și nu dure, care transportă tulpinile din contul forțelor de frecare dintre tulpini și suprafețele contactate ale flagelilor. Gradul de flexibilitate al flagelilor trebuie să fie astfel ca, pe de o parte, să nu admită traumarea tulpinilor și scurgerea sucului, iar pe de altă parte – să asigure transmiterea sigură fără obstacole a tulpinilor la mecanismul de fărâmițare. Forțele de acțiune ale flagelilor elastici asupra tulpinilor nu sunt constante, ci depind de îndoirea flagelilor, care la rîndul său, depinde de unghiul de rotire a valțurilor. Sarcina constă în determinarea forțelor necesare pentru transportarea tulpinilor în limitele unghiului necesar de contact a flagelului elastic și tulpină φ_K^{EF} (fig. 2).

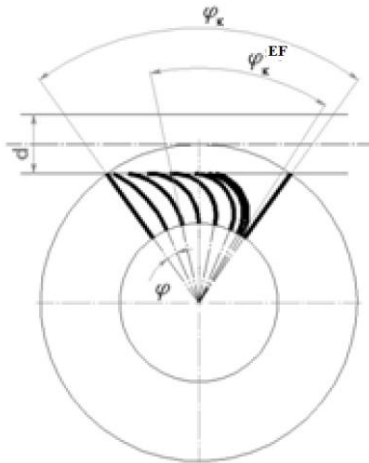


Fig. 2. Schema acțiunii valțului cu flageli elastici asupra tulpinii: φ_K – unghiul deplin de contact; φ_K^{EF} – unghiul efectiv de contact.

În fig. 3 este reflectată schema acțiunii asupra tulpinii a forțelor din partea flagelului elastic.

Asupra tulpinii acționează forța reacției flagelului N , direcționată perpendicular tangentei la curba îndoitului flagelului în locul contactului cu tulpina, precum și forța de frecare T . Forța de deplasare P de la un flagel este egală cu suma componentelor orizontale ale forțelor menționate:

$$P = N_o + T_o = N \sin \chi + N f \cos \chi (2)$$

Ținând cont de acțiunea simultană asupra tulpinii a două flageluri, condiția deplasării tulpinilor spre mecanismul de fărâmițare se va exprima ca: $2P > R$, unde R – forța de rezistență la deplasarea tulpinilor.

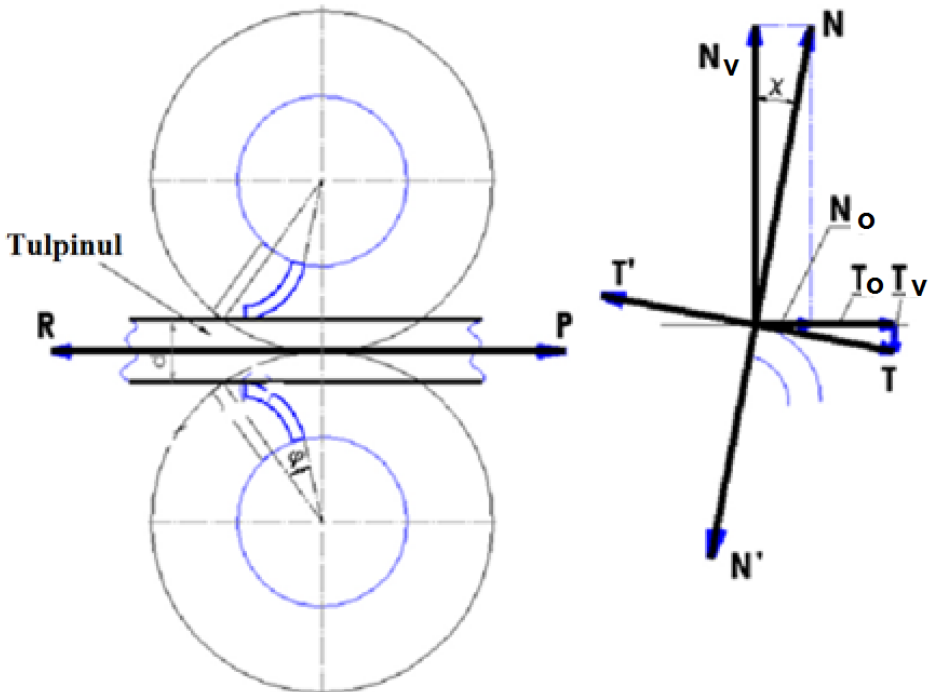


Fig. 3. Forțele care acționează asupra tulpinii din partea flagelului elastic

Forța depusă de pieptenii îndoiți o calculăm după formula pentru arcurile plate:

$$N = \frac{FEbt^3}{6r^3}, N \quad (3)$$

unde:

F – deformația flagelului, cm;

E – modulul elasticității, MPa;

b – lățimea flagelului, cm;

t – lungimea flagelului, cm;

r —raza îndoiturii, cm.

Valorile deformației F și a razei r pot fi determinate cu ajutorul mijloacelor modelării computerizate pentru orice valoare a unghiului ϕ la o valoare fixată a celorlalți parametri.

Cît privește forța de rezistență R , aceasta apare din contul frecării snopului comprimat de paie cu pereții camerei de admisie. Folosind datele din literatură despre dependența presiunii materialului comprimat de gradul de comprimare, precum și despre coeficientul de frecare, obținem valoarea forțelor de spargere după care și forța de rezistență egală aproximativ cu 700 H.

La calcularea forței de tracțiune este necesar de ținut cont de faptul că flagelurile îndoitie pot strivi sau trauma tulpinile. Pentru a evita acest lucru este necesară suspendarea liberă a valțului superior și racordarea lui cu un arc elastic în direcție verticală. Valțul superior se va deplasa în plan vertical, ocupînd poziția, în care forța excedentă de îndoire a flagelurilor se va compensa cu efortul arcurilor.

Rezultatele calculelor forțelor de tracțiune în funcție de grosimea flagelului și forța de presare a valțurilor superioare sunt prezentate în fig. 4. Graficul demonstrează că flagelurile cu grosimea mai mare de 4 mm sunt capabili să depășească forța de presiune a snopului de paie. Este necesar de determinat forța de presare a valțurilor Q , la care tulpinile nu vor fi traumatizate și nu vor pierde sucul. După cum rezultă din partea experimentală această forță se află în diapazonul 2700...2900 N.

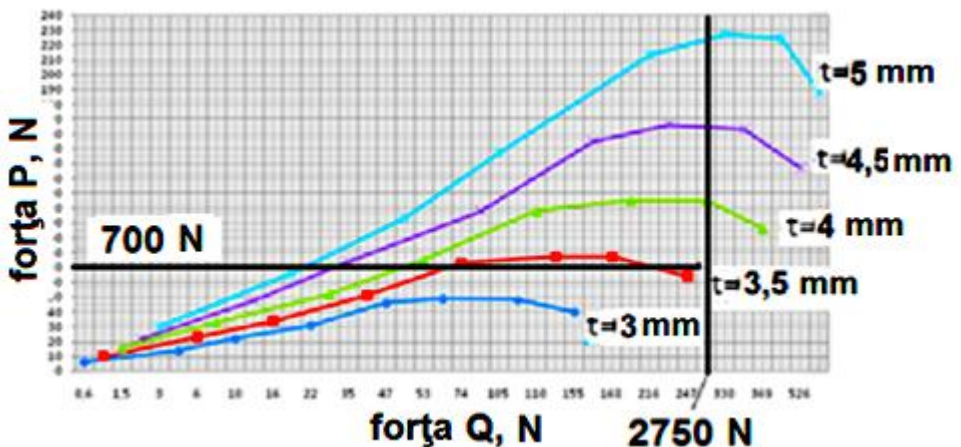


Fig. 4. Dependenta forței de tracțiune P de forța de apăsare a valțurilor Q pentru grosimi diferite de flageli

3. Sistema de aspirație a combinei

Curățarea fragmentelor de tulpine are loc sub acțiunea presiunii dinamice a aerului, care diferă la tulpini și frunze datorită greutatei, formei și orientării în torentul de aer

diferite a acestora. Frunzele fiind compoanete mai ușoare și avînd o suprafață mai dezvoltată deviază la o distanță mai mare decît fragmentele de tulpini. Separareatotală a frunzelor este posibilă în cazul cînd devierea celor mai grele frunze depășește limitele căderii celor mai ușoare tulpini: $S_{fmax} > S_{tmin}$, unde S_{fmax} și S_{tmin} –corespunzător lungimii zonelor de cădere a frunzelor și tulpinilor după tranzitarea lor prin torentul de aer, m.

În fig. 5 este redată schema forțelor care acționează asupra particulei. Expresia pentru unghiul de deviere de la verticală pentru o particulă obține forma:

$$\tan \alpha = \frac{v_a \cos \beta}{v_{pla} - v_a \sin \beta} \quad (4)$$

iar pentru amestecul de particule cu caracteristici aerodinamice diferite:

$$\tan(\alpha^{max} - \alpha^{min}) = \frac{v_a \cos \beta (v_{pla}^{max} - v_{pla}^{min})}{v_{pla}^{max} v_{pla}^{min} - v_a \sin \beta (v_{pla}^{max} + v_{pla}^{min}) + v_a^2} \quad (5)$$

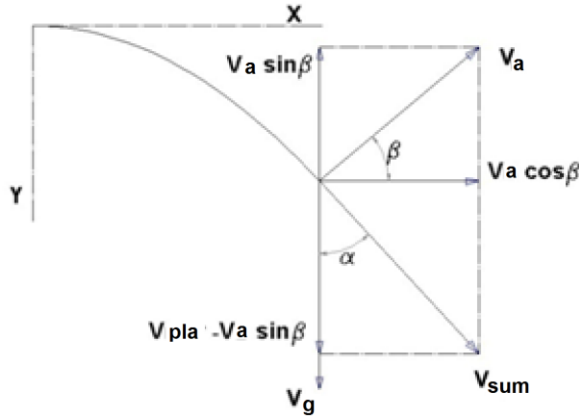


Fig. 5. Acțiunea torentului înclinat de aer asupra particulei de material: v_a –viteza aerului; v_{pla} –viteza de planare

Cea mai mare dispersie obținem dacă derivata funcției (5) după viteza aerului se va egala cu zero. După diferențiere obținem:

$$v_{a\ opt} = \sqrt{v_{pla\ f}^{max} \cdot v_{pla\ t}^{min}} \quad (6)$$

Astfel, viteza optimală a aerului pentru cea mai mare dispersie este egală cu media geometrică a vitezelor planare de amestec. Conform rezultatelor investigațiilor experimentale au fost obținute vitezele de planare ale tulpinilor și frunzelor după fărîmîțare: $v_{pla\ t}^{min} \approx 20\ m/s$; $v_{pla\ t}^{max} \approx 30\ m/s$; $v_{pla\ f}^{min} \approx 5\ m/s$; $v_{pla\ f}^{max} \approx 10\ m/s$. De

aici viteza optimală este egală cu 12 m/s și urmează a fi supusă verificării experimentale.

Fig.6 reflectă schema sistemului de aspirație al combinei. Complexitatea fenomenelor aerodinamice la separarea masei de frunze și tulpini nu ne permite să ne limităm la accelerarea vitezei torentului de aer. Este necesar de încălcat permanent continuitatea fluxului de material, folosind abilitatea de aruncare a tamburului de mărunțire. Acest lucru poate fi realizat prin două metode:

1. Prin diminuarea densității amestecului din contul majorării acestuia în volum în camera de aspirație.
2. Prin lichidarea surplusului de energie cinetică a particulelor de amestec din contul lovirii de obstacole, spre exemplu, ecranul metalic sau de cauciuc (vezi fig. 6).

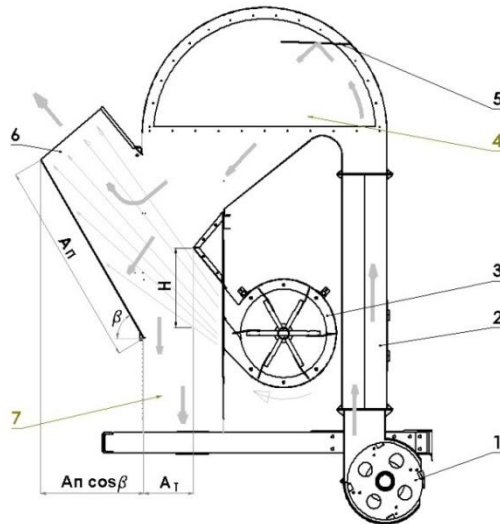


Fig. 6. Separarea fluxului mase de tulpini și frunze în două fracții după caracteristicile aerodinamice: 1 – tambur de mărunțire; 2 – conductă de produs; 3 – ventilator; 4 – camera de aspirație; 5 – ecran reflectiv; 6 – duza de evacuare a frunzelor; 7 – receptorul de tulpini (spre transportor). Săgețile indică deplasarea masei de tulpini și frunze

Capitolul III

Cuprinde programa și metoda de realizare a cercetărilor experimentale. Este descrisă construcția și principiul de lucru al următoarelor instalații experimentale:

- a) pentru studierea rezistenței tulpinilor de sorgo la presare;
- b) pentru măsurarea vitezei de zbor a fragmentelor de tulpini și frunze.
- b) pentru studierea capacității de tracțiune a valțurilor cu piepteni flexibili.
- r) pentru determinarea gradului de curățare a tulpinilor de frunze, precum și pentru

compararea caracteristicilor aerodinamice celor două tipuri de ventilatoare de curățire.

Este descris procesul de calibrare a aparatelor de măsurat. Obiectul cercetărilor au fost plantele întregi de sorg zaharat de soiurile "Porumbeni -4 și -5" de maturitate lapte-ciară sau plantele tăiate în fragmente cu lungimea corespunzătoare condițiilor de mărunțire în combină.

Cercetările au fost efectuate în laborator și pe sectorul experimental al ITA „Mecagro”. Datele experimentale au fost prelucrate prin metoda statisticii matematice, fapt ce a permis evaluarea exactă a rezultatelor obținute.

Capitolul IV

Sunt reflectate rezultatele cercetărilor experimentale, încercărilor de exploatare a combinei și calculele tehnico-economice.

1. Determinarea rezistenței tulpinilor de sorg la presare

Înfig. 7 și 8 sunt prezentate dependențele tipice între forța de presare și deformare pentru internoduri și noduri a tulpinilor cu diametre comparative. Din analiză grafică reiese că, necătfind la diferențele de structură, și nodul și internodul tulpinilor de sorg posedă aproximativ aceeași rezistență la presare. Diferența se referă numai la caracterul deformăției, care pentru internod poartă un caracter intermitent, în legătură cu distrugerea bruscă a coajei lemnoase exterioare, în timp ce structura nodului este practic omogenă. (vezi fig. 8).

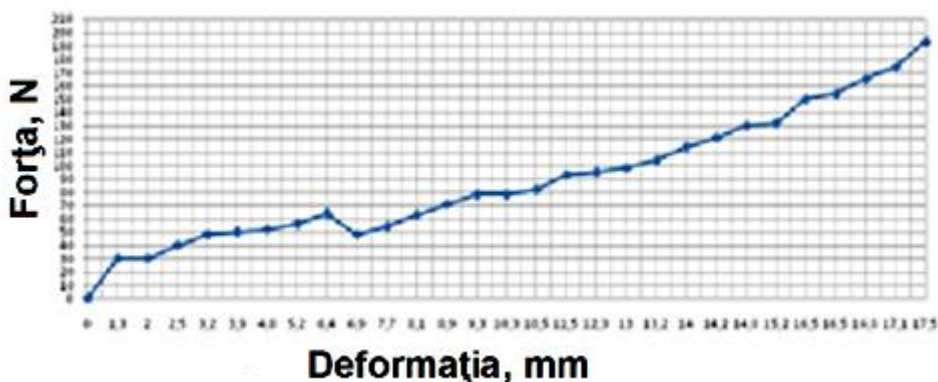


Fig. 7. Diagrama tipică «efort -- deformare» și secțiunea transversală a tulpinii între noduri (foto). Diametrul tulpinii - 32 mm, lungimea- 92 mm

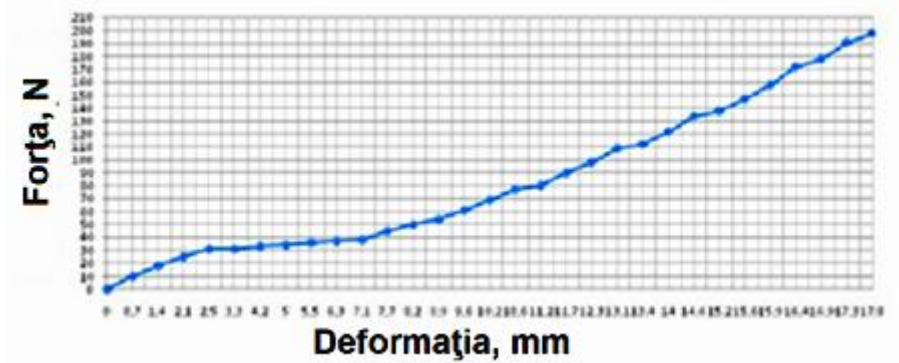
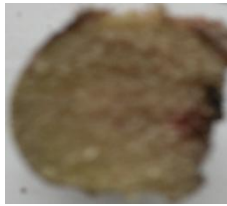


Fig. 8. Diagrama tipică «efort -- deformare» și secțiunea transversală a nodului (foto). Diametrul tulpinii - 31 mm, lungimea - 67 mm.

Este stabilită dependența între efortul de distrugere și dimensiunile tulpinii (fig. 9).

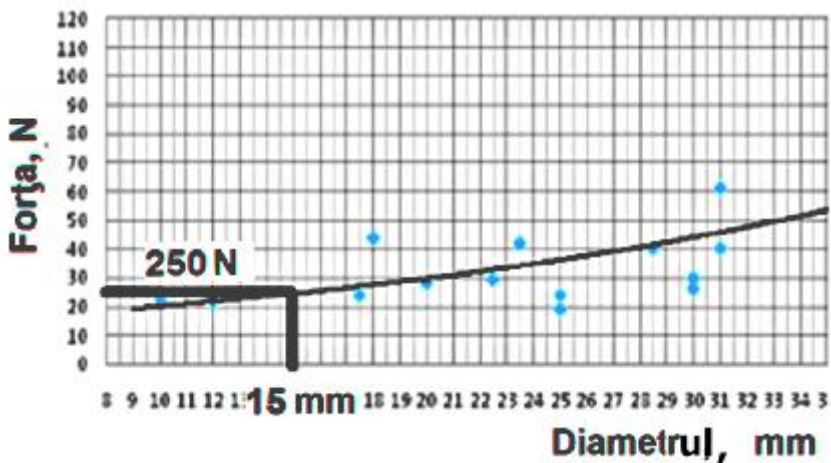


Fig. 9. Dependența efortului de distrugere de dimensiunile tulpinii (nodul)

Efortul 250 N este limitator deoarece traumează tulpinile cu diametrul de 15 mm. Aceasta este dimensiunea minimă care, conform datelor din literatură, este

recomandată pentru extragerea sucului. Când numărul de tulpini în aparat este de 11, efortul admisibil de presare al valțurilor constituie 2750 N.

2. Determinarea vitezelor de planare ale fragmentelor de tulpini și frunze.

Rezultatele măsurării vitezelor sunt reflectate în fig. 10.

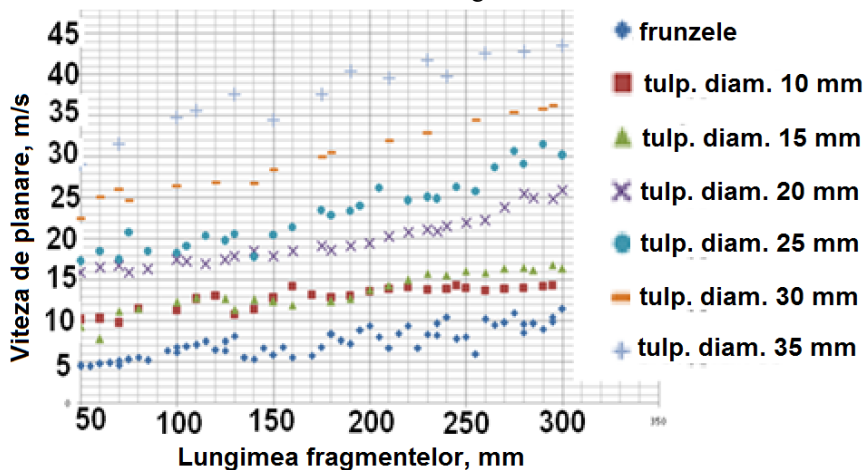


Fig. 10. Dependența vitezei de planare tulpinilor și frunzelor de dimensiunile liniare

Din grafic se vede că creșterea evidentă a vitezei de planare la majorarea dimensiunii liniare se observă începând cu diametrul particulelor de 15 mm. Această se explică prin faptul că pentru fragmentele mai ușoare, asupra vitezei de planare, mult mai mult influențează coeficientul rezistenței aerodinamice al fragmentelor decât dimensiunile și masa acestora. S-a stabilit că la vitezele de 8...12 m/s este inevitabilă nimerirea deșeurilor în produsul curățat, iar la viteze majorate o parte din tulpinile mărunte vor fi eliminate împreună cu deșeurile de curățare.

3. Determinarea capacității de atracție a valțurilor

Fig. 11 reflectă dependențele experimentale ale forței de atragere a valțurilor cu flageli elactice de grosimea flagelului și efortului de presare. Compararea cu graficul dependențelor teoretice (fig. 4) ne vorbește despre coincidența teoriei și experienței în ceea ce se referă la capacitatea flagelului de grosimea 4 mm și mai mult, de a dezvolta efortul de tracțiune necesar la presarea mai mică de cea critică (2750 N). Flageli de grosimea 4,5 și 5 mm sunt optime pentru utilizare în aparatul de alimentare nu numai după calitățile de forță, dar și după comoditatea de montare.

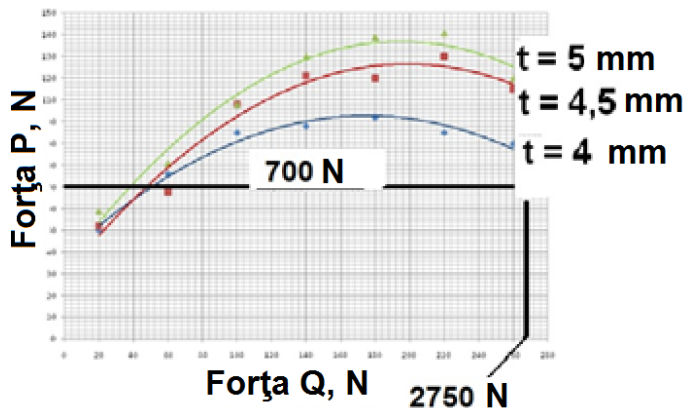


Fig. 11. Dependentele experimentale între forța de presare a valțurilor și forța de atragere a flagelilor de diferite grosimi

În următoarea experiență a fost studiată dependența efortului de tracțiune a valțurilor cu flageli elastici de trei factori: forța de presare (X_1), grosimea flagelului (X_2) și frecvența rotirii valțurilor (X_3). După prelucrarea statistică a rezultatelor și verificarea nivelului de semnificație a fost obținută ecuația regresiei pentru efortul de tragere P :

$$P = 368,373 + 2,35052X_1 + 259,292X_2 - 2,3038X_3 + 42,0X_2^2(7)$$

Din aceasta se vede că cea mai mare influență asupra efortului de tracțiune o are grosimea flagelului. În fig. 12 este redată secțiunea diagramei tridimensionale a dependenței mărimilor studiate la valoarea fixată a frecvenței de rotire.

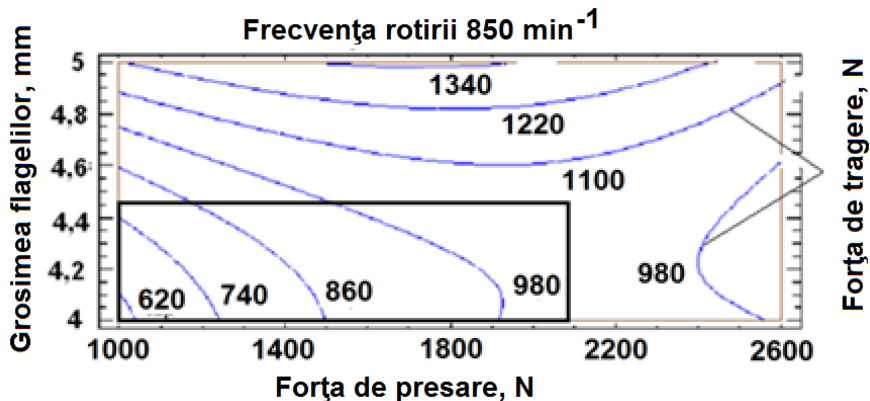


Fig. 12. Dependința forței de tracțiune a flagelilor de grosimea lor și de forța de presare. Partea evidențiată – diapazonul grosimilor preferențiale ale flagelilor conform condiției de creștere fluentă a forței de tragere și comoditate de montare

Graficul demonstrează că forța de tracțiune crește stabil odată cu grosimea flagelilor. Forța de presare ce depășește 1800 N, care este maximumul funcției $P = f(Q)$. Deoarece flagelii mai subțiri sunt mai ușor supuse îndoirii, aceștia sunt mai puțin sensibili la oscilația efortului de presare. Prin urmare, aceștia dezvoltă o forță mai stabilă de tracțiune. Optimali pot fi considerați flagelii de grosimea 4...4,5 mm, deoarece limita inferioară a grosimilor, după cum s-a menționat anterior, se determină prin capacitatea flagelilor de a depăși rezistența tulpinilor.

4. Determinarea gradului frecvenței produsului finit

Au fost studiați doi parametri ai sistemului de aspirație: gradul de curățare a tulpinilor de frunze și gradul de transformare a tulpinilor în fracții de frunze – în dependență de numărul de rotații ale ventilatorului și predării masei mărunțite (fig. 13 și 14). După cum se vede din grafice, la majorarea vitezei torentului de aer crește gradul de curățare, cât și gradul de eliminare a tulpinilor, deși cu o intensitate diferită. Viteza efectivă a torentului de aer, ce corespunde acestor rotații, este în limitele 15...20 m/s, adică mai mare decât cea calculată teoretic. Cauza este în aceea că amestecul care vine spre separare este în stare condensată și particulele separate sunt spulberate de aer nu fiecare ci în masă. În acest sens sunt importante măsuri de separare a amestecului, spre exemplu, instalarea în camera de aspirație a ecranelor reflectoare. Analiza graficelor arată că la gradul de curățare la nivelul de 80...90%, trecerea tulpinilor în fracția de frunze va fi la nivelul de 10%, ceea ce constituie o valoare destul de ridicată.

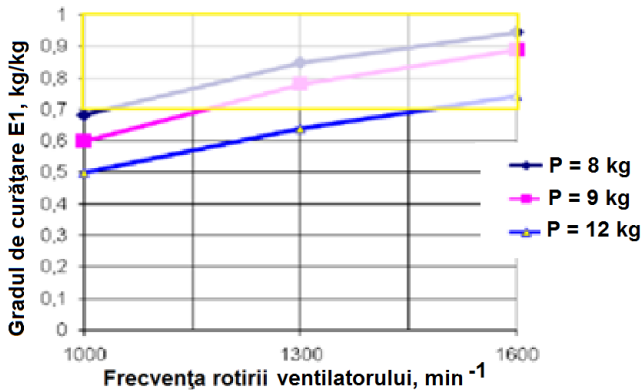


Fig. 13. Influența numărului de rotații a ventilatorului asupra gradului de curățare. Partea evidențiată – gradul necesar de curățare

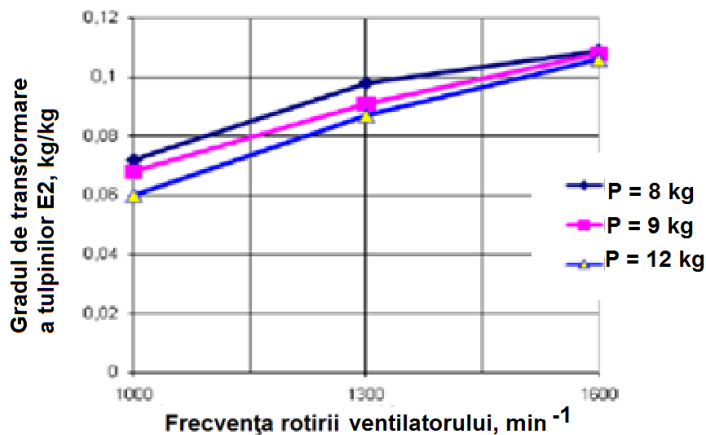


Fig. 14. Influența numărului de rotații a ventilatorului asupra gradului de eliminare a tulpinilor

Soluționarea problemei constă în considerarea camerei de aspirație a combinei ca prim nivel de curățire și de prevăzut posibilitatea curățirii ulterioare. Pentru optimizarea lucrului sistemului de aspirație este indicat de utilizat factorii constructivi cum ar fi posibilitatea prinderii și reîntoarcerii fragmentelor de tulpini eliminate de torentul de aer cu ajutorul unui duzei special (vezi fig. 6). Însă condiția principală a funcționării normale a sistemului de aspirație –omogenitatea fracțiilor de tulpini și frunze, fapt ce se determină prin gradul scăzut de fărîmițare.

5.Studierea diferitor tipuri de ventilatoare pentru curățare

În calitate de criteriu de evaluare a calității cîmpului de viteze a torentului de aer este a fost ales coeficientul de neregularitate(gradul deturbulență):

$$\mu = \sigma / v_{med}, \text{ unde: } (8)$$

σ --deviația standard a valorii medii a vitezei, măsurate în fiecare punct a fluxului, m/s;

v_{med} —viteza medie a torentului,m/s.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (v_i - v_{med})^2}{n-1}} \quad (9)$$

$$v_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n}, \text{ unden} - \text{numărul de puncte în secțiune.}$$

În baza măsurărilor efectuate au fost construite graficele de repartizare a vitezelor în secțiunea canalului de ieșire a aerului pentru diferite tipuri de ventilatoare (fig. 15 și 16).

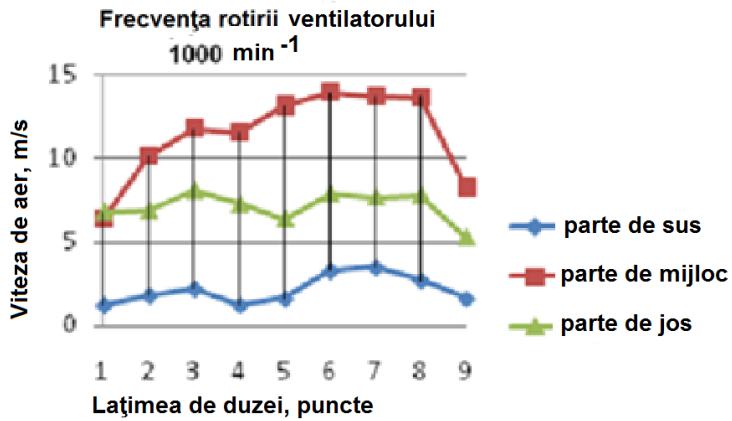


Fig. 15. Repartizarea câmpului de viteze în canalul de ieșire pentru ventilatorul cu pale

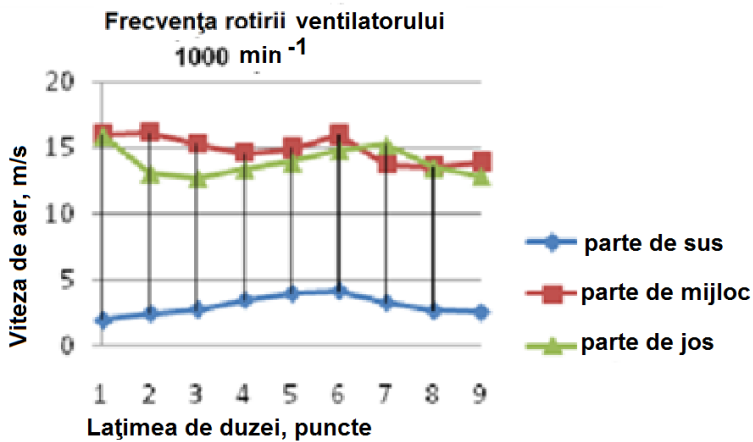


Fig. 16. Repartizarea câmpului de viteze în canalul de ieșire a aerului pentru ventilatorul diametral

Calitatea torentului de aer după înălțimea canalului de ieșire a aerului pentru două tipuri de ventilatoare poate fi apreciată după graficul din fig. 17.

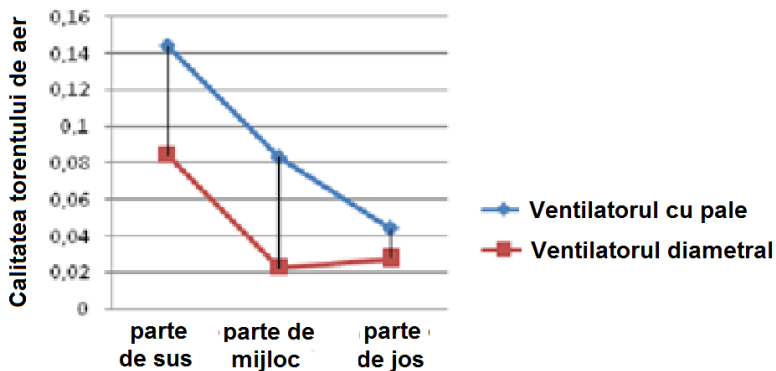


Fig. 17. Calitatea torentului de aer la diferite înălțimi a conductei pneumatice de evacuare pentru diferite tipuri de ventilatoare

Din grafice reiese, că ventilatorul diametral asigură diagrame mai uniforme ale vitezelor pe lățimea conductei pneumatice. În afară de aceasta, coeficientul de neregularitate (gradul de turbulență) al torentului de aer la acest ventilator este mai mic și este repartizat mai neregulat pe înălțimea conductei. Această se explică în felul următor. Comparativ cu ventilatorul cu pale, la care captarea aerului are loc prin părțile laterale ale roții de lucru, în ventilatorul diametral aerul pătrunde spre pale din partea opusă, pe arc circumferinței λ , care, de obicei, este egal cu $150 \dots 170^\circ$ (fig. 18).

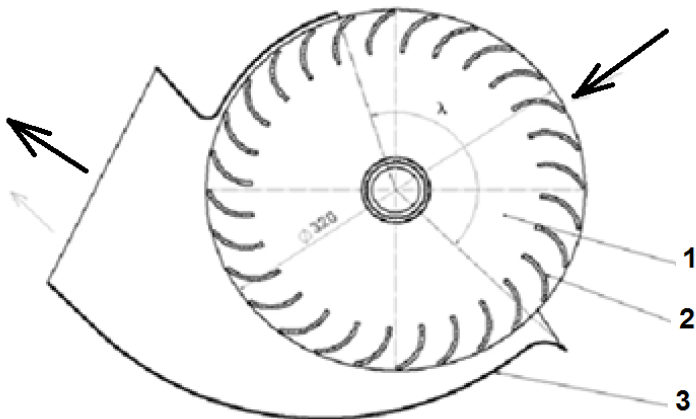


Fig. 18. Schema ventilatorului diametral: 1 – disc; 2 – pală; 3 – cămașă

Apoi particulele de aer sunt captate de palele grilei de lucru, pătrund prin aceasta și nimeresc în spațiul interior al grilei. Parcurgând acest spațiu aerul în partea opusă a grilei

se întâlnește din nou cu lopățelele și acum trece prin canalele dintre ele în direcția centrifugă, după care se îndreaptă spre duza de evacuare. Astfel, trecând de două ori prin grila de lucru a ventilatorului, torentul de aer se stabilizează și capătă o formă plată paralelă, în timp ce la ventilatorul cu paleforma torentului de aer este evantai.

Coeficientul de neregularitate torentului de aer la ventilatorul diametral este mai mic decât la cel ventilator de pale (fig. 17). Variațiile acestui coeficient pe înălțimea conductei de aer de asemenea sunt mai mici, în special în partea superioară, unde are loc procesul principal de curățire a tulpinilor de frunze.

La ventilatorul diametral au fost studiate influența asupra gradului de turbulizare a doi factori – numărul de pale și frecvența de rotire. Din fig. 19 vedem că gradul deturbulare scade aproximativ cu aceeași intensitate odată cu majorarea numărului de pale și crește odată cu majorarea vitezei torentului de aer. Acest fapt este în conformitate cu prevederile aerodinamicii prin care grila cu palete îndesite creează un torent de aer mai condensat și mai omogen, iar majorarea vitezei duce la vârtejuri lângă pereții conductei de aer. Cît privește frecvența rotirii, reglarea acesteia este obligatorie din cauza stării neomogene a masei de tulpini și frunze în condiții diferite de recoltare și productivitate a plantelor. Masa rotorului ventilatorului diametral este cu 8 kg mai mare decât la cel cu pale. Totuși sporul masei se recuperează de avantajele menționate ale ventilatorului diametral prin omogenitatea torentului de aer.

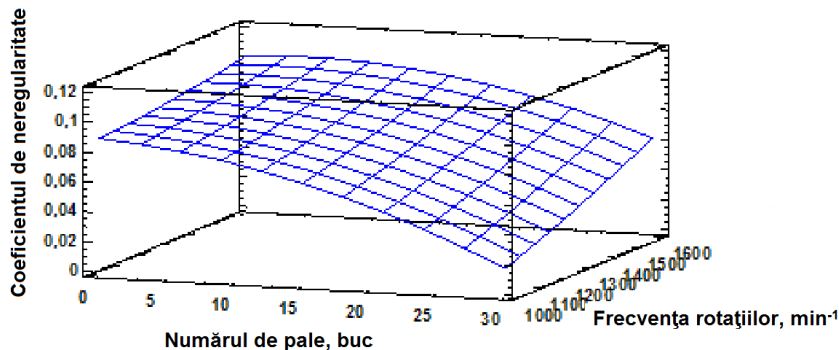


Fig. 19. Coeficientul de neregularitate torentului de aer în dependență de numărul de pale ale ventilatorului și frecvența de rotire. Numărul de pale: 6; 17; 28 buc. Frecvența rotațiilor: 1000; 1300; 1600 min⁻¹

6. Efectuarea încercărilor de exploatare a modelului experimental al combinei

În tabelă sunt indicate caracteristicile tehnice ale combinei conform sarcinii tehnice și rezultatele stabilite la încercări. Încercările au demonstrat justetea utilizării în combină a secerătoarei rotative, cu care se poate lucra atât de-a lungul cât și de-a latul rîndului de plante. La culcarea puternică a plantelor, secerătoarea are nevoie de mecanismul de

tăiere a tulpinilor care sunt culcate contrar deplasării. În scopul diminuării poluării cu frunze a produsului curățat este necesar de apropiat duzade evacuare de suprafața solului. S-a stabilit că tractorul MT3-80 după caracteristicile sale de capacitate, de viteză și de tracțiune este un mijloc suficient de energetic pentru agregarea combinei. Pentru funcționarea sigură a combinei o importanță mare o are cultura de creștere și respectarea termenelor agrotehnice de recoltare.

Tabel

Indice		Unitatea de măsură	Valoarea	
			Conform ST	După datele încercărilor
Indicii tehnologici și de exploatare				
Lățimea între rânduri		mm	700	700
Numărul de rânduri recoltate simultan		buc.	2	2
Viteza de lucru		km/h	3...6	3...6
Viteza de transportare, nu mai mare de		km/h	20	20
Numărul personalului de deservire		pers.	1	1
Dimensiuni	lungimea	mm	4300	4300
	lățimea		4000	4000
	înălțimea		3350	3350
Masa de exploatare		t	2,2	2,1
Indicii calității realizării procesului tehnologic				
Suprafața recoltată timp de 1 h la productivitatea de 200 q/ha	tehnologică	ha	0,6	0,6
	operativă		0,45	0,45
	de exploatare		0,34	0,31
Lungimea fragmentelor după mărunțire		mm	150...200	110...210
Gradul de curățare a tulpinilor de frunze, nu mai mic de		%	70	65
Înălțimea de tăiere a tulpinilor de la nivelul solului		mm	100...150	80...200
Indicii de siguranță				
Termenul mediu de exploatare pînă la reparația capitală, nu mai mic de		ani	3	--
Termenul de exploatare, nu mai mic de		ani	7	--

Coeficientul de pregătire, nu mai mic de		--	0,95	0,95	
Coeficientul de productivitate		--	0,69	0,7	
Coeficientulde utilizare a timpului de exploatație		--	0,53	0,48	
Indicii energetici					
				Mers în gol	Mers de lucru
Consumul de carburanți oră		kg/h	--	8,98	11,5
Capacitatea utilizată, inclusiv	de tracțiune	κWt	--	0	1,3
	autodeplasarea tractorului			0	1,3
	pe APP			19,3	39,2
	de remorcare			0	1,0
	în transmisie			3,2	5,2
	la dispozitivul de acționare al hidrosistemului			1	1
generală				23,5	49
Rezistența la tracțiune a combinei		κN	--	0	5
Consumul specific de energie		l.s./ha/h	--	--	105
Consumul specific de carburanți		kg/ha	--	--	19,8
Coeficientul de solicitare a motorului după capacitate		--	--	0,54	0,9

7. Calculul eficacității economice a combinei

1. Reieșind din substituirea importului debenzină cu etanol de origine autohtonă, ținând cont de volumul de etanol obținut din suc, precum și volumul de suc din masa verde, obținem suprafața necesară de plantații de sorg zaharat în RM 21 409 ha.

2. Necesarul agriculturii republicii în noua combină se determină ca corelația dintre necesarul de suprafață a culturilor și productivitatea anuală a combinei. Ținând cont de termenul de dotare a agriculturii cu tehnică nouă în limitele de 5...10 ani, necesarul de mașini constituie $O_1 = 0,1 \dots 0,2 Q / W_{T1}$, unde Q —suprafața semănăturilor de sorgo zaharat ce urmează a fi recoltate pe an; W_{T1} —productivitatea anuală a combinei, ha. Atunci $O_1 = 0,15 \cdot 21\,409 / 224 \approx 14$ buc.

3. Eficacitatea economică se calculează după indicii de cost, care se determină după cheltuielile ce revin unei unități de lucru (1 ha). Aceste cheltuieli reprezintă suma cheltuielilor directe pentru exploatarea mașinii. Calculul cheltuielilor menționate a fost

efectuat în comparație cu modelul de bază -- combina SRC-180 "TOPSKY" (China).

4. Economia anuală de la reducerea cheltuielilor de exploatare se determină ca diferența dintre cheltuielile pentru mașinile de bază și cea implementată, ținând cont de necesarul de mașini implementate și constituie aproximativ 192000 lei.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

1. Pentru procesul de tăiere și direcționare a tulpinilor de sorgo pentru fragmentare cea mai potrivită instalație este secerătoarea rotativă, care constă din secerătoarea rotativă, care include discuri cu segmente tăietoare și tobe dințate de alimentare, amplasate coaxial cu ele. Au fost obținute condițiile de captare a tulpinilor de către dinții cilindrului transmițător și condiția de evacuare deplină a tulpinilor din rînd. A fost construită nomograma pentru determinarea razei cilindrului prin angreaj și lungimii de lucru a dinților.

2. Organul optimal al aparatului de alimentare al combinei pentru recoltarea sorgului este valțul cu piepteni flexibili, fabricați din cauciuc dur sau lentă de transportor. A fost argumentat diapazonul grosimii pieptenilor flexibili ai aparatului de alimentare -- 4...5 mm și diapazonul eforturilor de strângere a valțurilor superioare -- 1800...2000 H.

3. Cel mai potrivit organ de fărîmițare al combinei este cilindrul cu osie orizontală și dinții drepți, amplasați la periferie cu o înclinare spre suprafața cilindrică în limitele de 8...10° pe planul perpendicular către direcția de alimentare.

4. A fost argumentată metoda de transmitere a masei mărunțite în camera de aspirație -- aruncarea cu cuțitele cilindrului pentru fărîmițare cu amortizarea ulterioară a energiei cinetice a masei de către ecranul flexibil.

5. A fost elaborată schema constructivă a dispozitivului pentru curățirea aerodinamică a fragmentelor de tulpini de frunze. S-a stabilit că unghiul optimal de înclinare a torentului de aer, creat de ventilatorul de curățare către orizontală constituie 50°, iar orificiul pentru evacuarea frunzelor și deșeurilor mărunte trebuie să fie dotat cu priză de ieșire pentru colectarea tulpinilor dezorientate de torentul de aer.

6. Modelul optimal de ventilator de curățare al camerei de aspirație este ventilatorul diametral cu arbore orizontal.: diametrul 250...320 mm, numărul de pale 25...28 buc. Și frecvența de reglare a rotației în limitele 1000...1600 min⁻¹.

7. Au fost evidențiați factorii principali care influențează gradul de curățare a produsului finit -- fragmentelor de tulpini. Cu ajutorul analizei statistice a fost stabilit nivelul de influență a fiecărui factor. În baza acestuia s-a făcut optimizarea parametrilor sistemului de aspirație: viteza torentului de aer 15...20 m/s, alimentarea cu masa de tulpini și frunze 6...9 kg/s și existența ecranului pentru amortizarea surplusului de energie cinetică a masei mărunțite.

8. Au fost obținute dependențele experimentale ale rezistenței tulpinilor de

diametru, precum și vitezelor de zbor ale fragmentelor de tulpini și frunze de dimensiunile acestora. Aceste date pot fi utilizate la calcularea parametrilor constructivi ai aparatului de alimentare și instalației de curățare a tulpinilor de frunze pentru combine de același tip.

9. Pentru dispozitivul de acționare al ventilatorului de curățare este necesară utilizarea hidromotorului pentru reglarea lină a frecvenței rotirii și stabilirii corespunderii torentului de aer calităților produsului curățat – diferenței de soi, fazei de maturizare și umidității.

10. Valoarea productivității calculate a combinei 0,6 ha/ha fost confirmată pe parcursul încercărilor de exploatare pentru valoarea productivității de 270 q/ha și lungimea fâgașelor - 0,6 km.

11. Încercările combinei la diferite viteze de lucru au demonstrat eficacitatea agregării lui la tractorul de clasa 14 kH («Belarus-80»), care la moment este cel mai răspândit în țară.

12. Prin calculele tehnico-economice s-a stabilit că utilizarea combinei asigură un efect economic anual în valoare de aproximativ 192 000 lei.

13. Combina propusă este simplu în fabricare, exploatare și reparație. Ea poate fi recomandată pentru producerea în serie la întreprinderile RM și utilizarea în gospodăriile specializate în creșterea culturilor furajere și sorgului zaharat.

17. Noutatea științifică a lucrării constă în crearea mașinii capabile să satisfacă cerințele biotehnologiilor moderne, economisind la maximum resursele materiale, energetice și de muncă, factor foarte important pentru țările dependente din punct de vedere energetic.

PRINCIPALELE REZULTATE ALE TEZEI AU FOST PUBLICATE ÎN URMĂTOARELE LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE:

1. Brevet de invenție MD 382 Z. Aparat de alimentarea combinei pentru recoltarea plantelor cu tulpini groase / Hăbășescu Ion, Cerempei Valerian, Balaban Nicolae, Raicov Victor, Molotcov Iurie (MD). Cerere depusă 2011.06.30, BOPI nr. 6/2011.

2. Brevet de invenție MD 395 Z. Secerătoare pentru recoltarea culturilor cu tulpini groase / Hăbășescu Ion, Cerempei Valerian, Balaban Nicolae, Raicov Victor (MD). Cererea depusă 2011.07.31, BOPI nr. 7/2011.

3. Hăbășescu I. ș.a. Cercetarea, producerea și utilizarea biocombustibililor lichizi în Republica Moldova: starea și perspective. În: Tehnologii și mijloace tehnice pentru agricultură. ITA „Mecagro”, Chișinău, 2008, p. 45-52.

4. Hăbășescu I. ș. a. Argumentarea tehnologiei de recoltare și prelucrare inițială a sorgului zaharat. În: Tehnologii și mijloace tehnice pentru agricultură. ITA „Mecagro”, Chișinău, 2008, p. 53-78.

5. Hăbășescu I., Cerempei V., Raicov V. Argumentarea parametrilor de bază ai

combinei de recoltat culturi furajere și tehnice. În: Rolul culturilor leguminoase și furajere în agricultura Republicii Moldova. Materialele conf. internaționale, Bălți, 2010, p. 299-305.

6. Habasescu I., Cerempei V., Balaban N., Molotcov Iu., Raicov V. Contributions to the Research, Production and Utilization of Liquid Biofuels in the Republic of Moldova. Proceedings of the 5th UEAA General Assembly and the Associated Workshop, Riga, Latvia, 28...31.05.2008, p. 103...109.

7. Hăbășescu I., Cerempei V., Balaban N., Molotcov Iu., Raicov V. Valorificarea potențialului energetic al biomasei: soluții tehnice. În: Energetica Moldovei-2012. Materialele conf. internaționale, Chișinău, 2012, p. 350-354.

8. Райков В. Анализ существующих методов и технических средств для уборки сахарного сорго. În: Tehnologii și mijloace tehnice pentru agricultură. ITA „Mecagro”, Chișinău, 2011, p. 120-145.

9. Райков В. Расчётрежущихиориентирующихмеханизмовроторнойжатки. În: Tehnologii și mijloace tehnice pentru agricultură. ITA „Mecagro”, Chișinău, 2011, p. 146-159.

10.Хэбэшеску И., Черемпей В., Райков В.Обоснование технологической схемы рабочих параметров комбайна для уборки силосных культур. În: Tehnologii și mijloace tehnice pentru agricultură. ITA „Mecagro”, Chișinău, 2008, p. 261-269.

АННОТАЦИЯ

Автор - Райков Виктор.

Заглавие: **"Теоретическое и экспериментальное обоснование параметров рабочих органов комбайна для уборки сахарного сорго"**.
Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук.
ГАУМ. Кишинёв, 2017.

Работа включает в себя введение, 4 раздела, библиографических пунктов 126, страниц основного текста 128, рисунков 70, таблиц 40.

Достигнутые результаты отражены в 10 научных работах.

Ключевые слова: сахарное сорго, комбайн, роторная жатка, аспирационная система, измельчающий аппарат.

Область исследований: технологии и технические средства для уборки высокостебельных культур преимущественно в энергетических целях.

Цель работы: создание агрегата, обеспечивающего уборку растений сахарного сорго и подготовку их в качестве сырья для получения биоэтанола.

Задачи: создание оптимальной технологической и конструктивной схемы комбайна, выбор технических характеристик, обеспечивающих выполнение технологического процесса, всестороннее обоснование геометрических и кинематических параметров рабочих органов.

Научная новизна полученных результатов: теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение целесообразности использования в питающем аппарате валков с гибкими гребёнками, установление прочностных характеристик стеблей сахарного сорго на сжатие по критерию остаточной повреждаемости, применение в аспирационной системе диаметального вентилятора.

Представленный комбайн нашёл применение в хозяйствах, занятых уборкой и переработкой грубостебельных культур, в том числе в энергетических целях. Это будет способствовать решению задачи энергетической безопасности Республики Молдова и других стран.

ADNOTARE

Raicov Victor „Fundamentarea teoretică și experimentală a parametrilor organelor de lucru ale combinei pentru recoltarea sorgului zaharat”, teză de doctor în științe tehnice, UASM, Chișinău, 2017.

Structura tezei: introducere, 4 capitole, 126 surse bibliografice, 128 pagini conținutul de bază, 70 imagini și 40 tabele.

Rezultatele obținute sunt reflectate în 10 lucrări științifice.

Cuvinte cheie: sorgul zaharat, combină, secerătoare de rotor, sistem aspirațional, aparat de marunțire.

Domeniu de cercetare: tehnologiile și mijloacele tehnice pentru recoltarea plantelor cu tulpină înaltă în special în scopuri energetice.

Scopul lucrării: crearea unui agregat, care va asigura recoltarea speciilor de sorg zaharat și prepararea acestora în calitate de materie primă pentru obținerea bioetanolului.

Obiective: crearea unei scheme tehnologice, optime și constructive a unei combine, selectarea caracteristicilor tehnice, care asigură realizarea procesului tehnologic, argumentarea detaliată parametrilor geometrici și cinematici ai organelor de lucru.

Noutatea științifică a lucrării constă în argumentarea teoretică și verificarea experimentală a utilizării în sistemul distribuției de tulpinia tăvălugilor cu palete flexibile, determinarea caracteristicilor de rezistență a tulpinilor sorgului zaharat la compresiune după criteriul deteriorării reziduale, utilizarea ventilatorului diametral în sistemul aspirațional.

Combina prezentată a fost implementată în gospodăriile agricole, unde se cultivă și se prelucrează culturi cu tulpini viguroase, inclusiv în scopul energetice. Aceasta va contribui la soluționarea obiectivelor privind siguranța energetică a Republicii Moldova și a altor țări.

ANNOTATION

Author: Raicov Victor

Theme: **“Theoretical and experimental study of operative parts characteristics of combine harvester for sugar sorgo”**. PhD thesis in technic. SAUM, Chisinau, 2017.

The work includes introduction, 4 chapters, 126 bibliography points, 128 pages of body text, 70 pictures, 40 schedules.

The obtained results are reflected in 10 research papers.

Key-words: sugar sorgo, combine, rotary harvest, dust collector system, chopping device.

Field of research: technologies and technical equipment for harvest of tall-stalked crops preferred in energetic scopes.

Goal of research: development of aggregate, which will provide the harvest of sugar sorgo and its preparation as row product for producing of bioethanol.

Tasks: development of the optimal and framing scheme of the combine, selection of technical characteristics, provided implementation of technological process, comprehensive grounding of geometrical and kinematical parameters of the working body.

Scientific novelty of receipt results: the theoretical grounding and experimental confirmation of usage in the system of dropping stalks of felting with supple blades, fixing of strong characteristics of sugar sorgo stalks by pressure by residual damageability criteria, usage in dust collector system of cross flow fan.

Presented harvester has found application in the farms engaged in the harvesting and processing of tall-stalked crops, including for energy purposes. This will contribute to the solution of the problem of energy security of the Republic of Moldova and other countries.

RAICOV VICTOR

**FUNDAMENTAREA TEORETICĂ ȘI
EXPERIMENTALĂ A PARAMETRILOR ORGANELOR
DE LUCRU A COMBINEI DE RECOLTAT SORG
ZAHARAT**

**Specialitatea 255.01 (Tehnologii și mijloace tehnice în
agricultură și dezvoltarea rurală)**

Autoreferatul tezei de doctor în tehnica

Aprobat spre tipar:

Coli de tipar: 2

Tiraj 50 ex.

Hârtie ofset. Tipar digital.

Formatul hârtiei A4

Comanda nr. 16
