

UNIVERSITATEA AGRARĂ DE STAT DIN MOLDOVA

Cu titlu de manuscris

C.Z.U: 631.331.85

NASTAS ANDREI

**ARGUMENTAREA PARAMETRIILOR CONSTRUCTIVI-FUNCȚIONALI
AI ORGANELOR DE ÎNCORPORARE ÎN SOL A SEMINTELOR PENTRU
SEMĂNĂTORI**

**255.01 – TEHNOLOGII ȘI MIJLOACE TEHNICE PENTRU
AGRICULTURĂ ȘI DEZVOLTAREA RURALĂ**

Rezumatul tezei de doctor în științe tehnice

CHIȘINĂU, 2019

Teză a fost elaborată în laboratorul pentru cercetări științifice a catedrei Mecanizarea agriculturii din cadrul Universității Agrare de Stat din Moldova

Conducător științific:

SERBIN Vladimir, dr. hab. în științe tehnice, prof. univ., UASM

Consultant științific:

STOICEV Petru, dr. hab. în științe tehnice, prof. univ., UTM

Consiliul Științific Specializat a fost aprobat de către Consiliul de Conducere al ANACEC prin decizia nr. 4 din 09.07.2019, în următoarea componență:

Referenți oficiali:

1. **CEREMPEI Valerian**, dr. hab. în științe tehnice, conf. univ. inter., UASM;
2. **PASAT Igor**, dr. în științe tehnice, ITA „MecAgro”.

Componența consiliului științific specializat:

1. **MARIAN Grigore**, dr. hab. în științe tehnice, prof. univ. UASM – *președinte al CȘS*
2. **NAZAR Boris**, dr. în științe tehnice, conf. univ. inter. UASM – *secretar științific al CȘS*
3. **DULGHERU Valeriu**, dr. hab. în științe tehnice, prof. univ., UTM – *membru al CȘS*
4. **MELNIC Iurie**, dr. în științe tehnice, conf. univ. UASM – *membru al CȘS*
5. **SALAU Vasile**, dr. în științe tehnice, conf. univ. UASM – *membru al CȘS*

Suținerea va avea loc la 22 octombrie 2019, ora 14⁰⁰, aula 04
în ședința Consiliului Științific Specializat DH 255.01-77
din cadrul Universității Agrare de Stat din Moldova, MD-2049, Chișinău, str. Mircești 56.

Teza de doctor și rezumatul pot fi consultate la Biblioteca Republicană științifică agricolă a UASM, și pe pagina web CNAA (www.cnaa.md).

Rezumatul a fost expediat la 17 septembrie 2019

Secretar științific al
Consiliului științific specializat,
dr. în științe tehnice, conf. univ. inter.



NAZAR Boris

Conducător științific
dr. hab. în științe tehnice, profesor universitar




SERBIN Vladimir

Consultant științific
dr. hab. în științe tehnice, profesor universitar



STOICEV Petru

Autor



NASTAS Andrei

REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

Actualitatea temei: Tema tezei de doctorat se înscrie în prevederile *Strategiei de Dezvoltare a Agriculturii și Mediului Rural din Moldova 2014 – 2020* și Direcției strategice din sfera științei și inovării pentru anii 2013 -2020 *Materiale, tehnologii și produse inovative*.

Importanța problemei abordate: Una dintre metodele efective de sporire a productivității muncii în agricultură este intensificarea proceselor tehnologice, în special majorarea vitezelor de lucru ale agregatelor, inclusiv și ale celor de semănat. Gospodăriile agricole sunt dotate cu surse energetice ce asigură executarea operațiilor tehnologice la viteze majorate. Ce privește mașinile și echipamentele agricole, este necesar să se lucreze asupra verificării calității și fiabilității operațiilor tehnologice îndeplinite de organele lor de lucru în condiții de funcționare la viteze majorate.

Majorarea vitezei de semănat este limitată de construcția aparatelor de distribuție și a brăzdarelor ce formează rigola pentru semănatul culturilor prășitoare, răsfrângându-se în mod considerabil asupra indicatorilor energetici și calitativi de lucru ai organelor de încorporare. Astfel, pentru a putea executa lucrările de semănat la viteze majorate, sunt necesare mașini cu construcții conceptuale noi. Pentru lucrările de semănat a culturilor prășitoare, o alternativă este utilizarea *mașinilor de semănat de tip rotativ* (MSR).

Analiza procesului și a vitezei de lucru a MSR, acestea demonstrează un avantaj considerabil față de mașinile de semănat cu brăzdar, fiind posibilă utilizarea primelor în cadrul tehnologiilor de lucrare minimă a solului cu distribuția precisă a semințelor de-a lungul rândului. MSR, fiind, conceptual, construcții cu alt principiu de lucru, pentru a putea fi utilizate la regimuri de viteze înalte în cadrul tehnologiilor conservative de lucrare a solului, sunt necesare investigații științifice ale fazelor de lucru și de modernizare constructivă ale acestora.

Culturile prășitoare ocupă suprafețe considerabile din terenurile cu destinație agricolă a R. Moldova. Conform datelor statistice prezentate de Biroul Național de Statistică acestea constituie aproximativ 40 %, dintre care suprafețe cultivate cu: porumb pentru boabe – 23,2%, sau circa 460 *mii ha*; sfecla de zahar – 1,2%, sau circa 24,9 *mii ha*; floarea soarelui – 15,3 %, sau circa 303,8 *mii ha* (sunt prezentate valorile medii pentru anii 2008 – 2018).

Tema tezei de doctorat se înscrie în prevederile *Strategiei de Dezvoltare a Agriculturii și Mediului Rural din Moldova 2014 – 2020* și ale Direcției strategice din sfera științei și inovării pentru anii 2013–2020. *Materiale, tehnologii și produse inovative*.

Ridicarea calității semănatului culturilor prășitoare cu ajutorul mașinilor de semănat de tip rotativ este o temă cercetată de colective științifice din țară precum și peste hotare. Astfel de cercetări au efectuat: firma „Huard” (Franța), Universitatea din Bonn, școala doctorală Brinkmann (Germania), Departamentul Biological Systems Engineering al Universității din Nebraska (SUA) etc. unde au fost elaborate diverse construcții ale MSR, axate pe distribuția semințelor de-a lungul rândului. În Republica Moldova, prioritar la UASM, această problemă a fost studiată de către: P. Sclear, V. Levenet, V. Serbin, V. Bumacov, care au propus aplicarea diametrului variabil pentru roata de lucru a MSR. Colectivul de cercetare al catedrei ”Mecanizarea agriculturii” a obținut o serie de brevete și a elaborat modele experimentale a le

secțiilor mașinilor de semănat de tip rotativ, au fost susținute o serie de teze de doctor și doctor habilitat pe această temă. În studiile menționate o atenție mai mică a fost atrasă organelor de încorporare, formei și parametrilor acestora.

Reieșind din cele menționate, **problema științifică a cercetărilor** constă în elaborarea și optimizarea parametrilor constructiv-funcționali ai organelor de încorporare în sol a semințelor pentru semănători.

Scopul lucrării: Îmbunătățirea indicatorilor tehnologici ai calității semănatului de precizie prin optimizarea parametrilor constructivi-funcționali ai organelor de încorporare a semințelor a semănătorilor de tip rotativ.

Obiectivele cercetării:

1. Analiza stadiului actual privind metodele și mijloacele tehnice pentru desfășurarea semănatului culturilor prășitoare, clasificarea lor, precum și evaluarea capacităților lor funcționale conform cerințelor agrotehnice impuse mașinilor de semănat, operației de semănat și culturilor prășitoare.
2. Elaborarea metodologiei, și alegerea metodelor de cercetare.
3. Argumentarea teoretică:
 - a) a funcționării MSR și organelor de încorporare în sol a semințelor;
 - b) a procesului de formare a cuiburilor de către organele de încorporare în condiții de lucru la viteze majorate.
4. Cercetarea parametrilor tehnologici ai organelor de încorporare a semințelor culturilor prășitoare în condiții de laborator.
5. Elaborarea, în baza rezultatelor cercetărilor, a mostrelor experimentale și efectuarea încercărilor de laborator și de câmp, cu evaluarea indicilor agrotehnici și energetici.
6. Determinarea eficacității economice a operației de semănat, utilizând organele de încorporare cercetate.
7. Elaborarea recomandărilor, privind proiectarea și exploatarea organelor de încorporare și a MSR.

Ipoteza de cercetare: posibilitatea îmbunătățirii indicatorilor calității semănatului de precizie prin modificarea și optimizarea organelor de încorporare a MSR cu plasarea forțată a semințelor în patul germinativ.

Sinteza metodologiei de cercetare și justificarea metodelor de cercetare alese: metoda empirică care prevede verificarea experimentală a teoriei și urmărirea evoluției proceselor naturale și tehnice a fost realizată în laboratorul de cercetare a catedrei "Mecanizarea Agriculturii" a Universității Agrare de Stat din Moldova, utilizându-se: studiu bibliografic cu evidențierea problemelor nesoluționate în domeniu; cercetări teoretice cu utilizarea legilor "Mecanicii teoretice"; simularea la calculator a procesului de funcționare a secției MSR cu ajutorul softului SolidWorks; petrecerea experimentelor utilizând planurile Box-Behnken; prelucrarea matematică și statistică a datelor experimentale obținute cu utilizarea softurilor Minitab, și Excel; folosirea metodelor standard și aprobate de măsurare a factorilor de răspuns; folosirea la realizarea încercărilor a mijloacelor de măsurare etalonate și atestate conform normelor legale, stabilite de către Institutul de Standardizare din Moldova.

Inovația științifică:

1. Argumentarea experimentală a construcției secției MSR pentru semănatul de precizie cu un consum minim de energie.
2. Obținerea modelelor matematice pentru estimarea rezistenței la tracțiune în funcție de factorii tehnologici.

3. Realizarea cercetărilor de laborator și de câmp, obținerea relațiilor analitice și experimentale, care au oferit posibilitatea optimizării parametrilor constructivi și tehnologici ai organelor de încorporare în sol a semințelor culturilor prășitoare.

Importanța practică și valoarea aplicativă a lucrării constă în elaborarea schemelor constructive ale MSR cu organele de lucru, care asigură implementarea în agricultură a tehnologiilor energo-economice.

Rezultatele cercetărilor științifice au fost materializate în elaborarea unor noi tipuri constructive de organe de încorporare a semințelor ale mașinilor de semănat, care, în procesul încercărilor de producere, au demonstrat indici tehnico-economici înalți, și reducerea costului de producție, inclusiv cantității materialului semincer, sporirea productivității muncii, majorarea recoltei culturilor prășitoare.

Cercetările teoretice și experimentale au permis stabilirea parametrilor constructivi și funcționali pentru organele de încorporare a semințelor în sol, care pot fi folosiți în procesul de proiectare a mașinilor de semănat și în procesul didactic.

Implementarea rezultatelor cercetărilor:

Organele de lucru pentru încorporarea semințelor în sol, elaborate, au fost încercate de către reprezentanța AGCO Ltd Ucraina (com. Ciabanâ, reg. Kiev).

Implementarea în procesul didactic la disciplina „Proiectarea mașinilor agricole de lucrat solul, semănat și întreținerea plantelor”, pentru studenții specialității Construcții de Echipamente și Mașini Agricole, UTM.

Aprobarea rezultatelor:

Teza în întregime și principiile de bază ale lucrării au fost prezentate într-o serie de publicații, expoziții și conferințe: 1 articol publicat în revista „Intellectus”, AGEPI, 1 articol publicat în revista „Meridian Ingineresc”, UTM, 1 articol publicat în revista „Știința Agricolă”, UASM, 2 brevete de invenție de scurtă durată BOPI, expunerea brevetelor și a mostrelor în cadrul „Salonului internațional de invenție PRO INVENT”, ediția a XII-a, 2014, Cluj-Napoca, România, fiind apreciate cu diploma de excelență și medalia de bronz, în cadrul expoziției internaționale specializate „INFOINVENT”, ediția a XIV-a, 25–28 noiembrie 2015, Chișinău, R. Moldova, fiind apreciate cu o diplomă și medalia de bronz, prezentări în cadrul Conferinței tehnico-științifice a studenților, masteranzilor și cadrelor didactice ale UTM (17 noiembrie 2017), în materialele Simpozionului Științific Internațional „Realizări și perspective în ingineria agrară și transportul auto”, dedicat aniversării a 85 de ani de la fondarea UASM, 2018, în cadrul ședințelor departamentului Inginerie și Management Industrial al facultății Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi a UTM (2016–2018), în cadrul ședințelor Consiliului științifico-metodic al Facultății de Inginerie Agrară și Transport Auto a UASM (2016–2018).

Publicații la tema tezei: Conținutul de bază al tezei de doctorat este reflectat în 9 lucrări științifice publicate, dintre care: 3 în reviste naționale, 2 la conferințe republicane internaționale, 3 de un singur autor.

Lucrarea este compusă din introducere, patru capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografia însumând 105 de titluri, 7 anexe, 122 de pagini de text de bază, 65 de figuri și 29 de tabele.

Cuvinte cheie: semănat, mașină de semănat, secție, organ de încorporare, cuib, parametru tehnologic, rezistență la tracțiune.

CONȚINUTUL TEZEI

Obiectivele propuse spre realizare în lucrare sunt expuse în patru capitole ale tezei, precum și cuprinsul, adnotarea în trei limbi, lista de abrevieri, introducere, concluzii generale și recomandări, referințe bibliografice și anexe.

Primul capitol, „**Stadiul actual al cercetărilor și realizărilor în domeniul organelor de lucru ale mașinilor de semănat de tip rotativ**”, prezintă o analiză a cerințelor agrotehnice impuse operației de semănat, mașinilor și nemijlocit semințelor culturilor prășitoare.

Procesul de încorporare a semințelor în sol poate fi realizat prin mai multe metode, și anume: semănatul prin împrăștiere pe suprafața solului, semănatul în rigole și semănatul prin inserare în rânduri.

Semănatul prin împrăștiere pe suprafața solului se utilizează pentru ierburi și culturi furajere, necesitând acoperirea semințelor pentru un contact mai bun cu solul umed. Această metodă nu se utilizează pentru culturile prășitoare și, din acest motiv, nu ne vom opri la descrierea ei.

Procesele mecanico-funcționale de *semănare în rigole* și legitățile acestora sunt studiate foarte detaliat. Problemele nerezolvate și cele care apar în cadrul tehnologiilor noi mărturisesc că semănatul în rigole are mai puține rezerve de perfecționare și modernizare a mijloacelor tehnice, privind majorarea indicatorilor agrotehnici și de producere. Astfel, problemele de modificare a operației de semănat care, la momentul actual de dezvoltare a producerii agricole, devin destul de acute, nu pot fi rezolvate fără trecerea la elaborarea și implementarea unor metode noi de însămânțare.

O direcție de perspectivă în schimbarea procesului de semănat a culturilor prășitoare este trecerea la *metoda de inserare a semințelor*, care presupune încorporarea punctiformă locală a fiecărei semințe, iar în unele cazuri – a câtorva semințe, cu o precizie înaltă, și amplasarea prognozată a acestora în sol după coordonate.

Metoda de inserare a semințelor, din punctul de vedere economic și al calității lucrărilor, este evident avantajoasă. O astfel de metodă, pentru porumb, se utiliza în Republica Moldova, în perioada anilor 40–50 ai secolului XX, la semănatul în cuiburi, așezate în pătrat cu ajutorul mașinilor de semănat manuale de tipul PK-1 de către M. Ozernâi, N. Coșici și alții, care obțineau recolte mari de porumb, de 90 – 100 q/ha, pentru acele timpuri.

Această metodă este destul de atractivă, în comparație cu metoda formării rigolelor, deoarece se majorează un șir de indicatori tehnologici și economici. Analiza metodei de semănat prin inserare, în comparație cu metoda de semănat cu formarea rigolei, scoate în evidență următoarele avantaje:

- se micșorează considerabil cheltuielile energetice datorită lucrului ciclic al roții de încorporare, în comparație cu cel continuu al brăzdarelor;
- se asigură menținerea distanței dintre semințe și adâncimea de încorporare;
- pot fi aplicate viteze mari de lucru;
- realizarea semănatului prin inserare cu ajutorul mașinilor de semănat speciale poate sta la baza implementării și aplicării tehnologiilor noi de cultivare a culturilor prășitoare.

Avantajele enumerate anterior sunt evidente, însă numărul lucrărilor de cercetare în domeniul semănatului prin inserare este destul de modest, dintre care putem menționa:

– lucrările lui N. Ledin de cercetare a secției mașinii de semănat pneumatice fără brăzdar;

– lucrările de la Universitatea din Bonn, școala doctorală Brinkmann. Încercările mașinii de semănat experimentale cu inserare, elaborate de Universitatea din Bonn, au demonstrat cele mai performante rezultate în comparație cu alte mașini de semănat de acest gen. Astfel, la semănatul sfeclei de zahăr, cu distanța dintre semințe de 18 cm de-a lungul rândului, acesta s-a respectat în proporție de 75 – 80 %, iar capacitatea de germinație a semințelor a atins 75%. Motivele încolțirii și răsării bune a plantelor s-au datorat plasării semințelor în strat umed de sol, tasării și acoperirii ulterioare cu un strat de sol afânat de 1,8 – 2,0 cm;

– elaborările firmei „Huard” (Franța). Mașina de semănat cu încorporare prin inserare se utilizează pentru semănatul porumbului în strat de mulci din folie. Mașina de semănat perforează pelicula, apoi inserează în sol câte un bob cu ajutorul organelor de încorporare. Conform datelor acestei firme, semănatul sub strat de mulci din folie mărește recolta porumbului cu până la 30 q/ha, de asemenea se reduc cheltuielile de întreținere pe perioada de vegetație a culturii;

– cercetările privind elaborarea mașinilor de semănat prin inserare de tip rotativ efectuate în Republica Moldova, prioritar la UASM, printre care pot fi menționate lucrările prof. P. Sclear, care a cercetat operația de însămânțare a porumbului cu mașina de semănat de tip rotativ în teza sa de doctorat. La UASM au fost elaborate și obținute o serie de brevete pentru mașini de semănat și secții de tip rotativ prin inserare de către V. Levenet, V. Serbin, V. Bumacov. În teza sa de doctor habilitat, dl V. Serbin a argumentat bazele teoretice ale semănatului culturilor prășitoare și a elaborat mașina de semănat prin inserare de tip rotativ;

– încercări ale secțiilor de semănat prin inserare s-au efectuat și realizat și de către José P. Molin, doctorand la Departamentul Biological Systems Engineering al Universității din Nebraska, Lincoln. Astfel, au fost studiate roțile de inserare cu diametrele de 620, 825 și 1000 mm cu câte 15 organe de inserare, care distribuiau semințele la distanțe de 136, 165 și 210 mm. Vitezele de deplasare aplicate roților de inserare constituiau 1,5; 2,0 și 2,5 m/s – pentru culturile de porumb, de sorg și de soia.

A fost efectuat studiul construcțiilor și principiului de funcționare cu evidențierea avantajelor și dezavantajelor pentru o serie de mașini de semănat prin inserare, prioritar rotative.

Mașina de semănat pneumatică de precizie a firmei americane Renaldo Sales & Service, GVB 520. Mașina de semănat este de tip cu ciocuri cu inserare verticală a semințelor. Organul de inserare execută mișcări asemănătoare deplasării mașinii cu pași.

Semănătoare pentru însămânțat în cuiburi. Autor Levenet V. N. *Avantaje:* Posibilitatea reglării distanței dintre semințe de-a lungul rândului. *Dezavantaje:* Imposibilitatea reglării adâncimii de încorporare.

Semănătoare de tip rotativ pentru cuiburi cu parametri reglabili. Autori: Gaina A. V., Levenet V. N., Bumacov V. M. *Avantaje:* Posibilitatea reglării distanței dintre semințe de-a lungul rândului. *Dezavantaje:* Imposibilitatea reglării adâncimii de încorporare.

Mașina de semănat pentru teren bilonat. Autori: Iacimeniov V., Nosovschii V., Necras Iu. *Avantaje:* Distribuție precisă și inserarea forțată a semințelor în sol. *Dezavantaje:* Imposibilitatea reglării distanței dintre semințe de-a lungul rândului și adâncimii de încorporare; necesitatea semințelor calibrate; deservire complicată în caz de înfundare.

Secție a mașinii de semănat. Autor A. Makkink. *Avantaje:* Distribuție precisă a semințelor. *Dezavantaje:* Imposibilitatea reglării distanței dintre semințe de-a lungul rândului și adâncimii de încorporare; înfundarea organelor de încorporare.

Mașina combinată SMP (Seminatrice pneumatica) cu semănătoare pneumatică a firmei italiene SPAPPERI. *Avantaje:* Distribuție precisă a semințelor; posibilitatea utilizării la semănatul sub strat de folie. *Dezavantaje:* Imposibilitatea reglării distanței dintre semințe de-a lungul rândului și adâncimii de încorporare; destinat doar pentru semănatul porumbului.

Mașina de semănat Drum Punch Plastic Mulch Planter a firmei americane Specialty Sales Co. *Avantaje:* Distribuție precisă a semințelor; posibilitatea semănatului a diferitor culturi. *Dezavantaje:* Imposibilitatea reglării distanței dintre semințe de-a lungul rândului și adâncimii de încorporare; înfundarea organelor de încorporare.

Mașina de semănat Polyplanter Junior. *Avantaje:* Distribuție precisă a semințelor; posibilitatea montării a unui număr diferit de organe de încorporare. *Dezavantaje:* Imposibilitatea reglării distanței dintre semințe de-a lungul rândului și adâncimii de încorporare; înfundarea organelor de încorporare.

Mașina de semănat Haraka Rotary Punch Push Planter for Maize. *Avantaje:* Distribuție precisă a semințelor; posibilitatea semănatului pe câmpuri neprelucrate. *Dezavantaje:* Imposibilitatea reglării distanței dintre semințe de-a lungul rândului și adâncimii de încorporare; înfundarea organelor de încorporare; aruncarea semințelor din semănătoare; destinată doar pentru o cultură.

Efectuând analiza constructivă a mașinilor de semănat de tip rotativ, putem menționa organele de lucru tipice ale acestora, care sunt: *aparatură de distribuție* a semințelor, *roata de lucru* și *organele de încorporare* a semințelor.

Aparatele de distribuție utilizate la mașinile de semănat de tip rotativ sunt aceleași ca și la mașinile de semănat tradiționale, utilizându-se diferite variante de tip mecanic sau pneumatic.

Roata de lucru este, de obicei, o construcție rigidă de tip circular sau poligon, cu numărul de laturi egal cu numărul organelor de încorporare. De asemenea, se întâlnesc construcții ale roților cu diametrul variabil, unde se modifică pasul dintre organele de încorporare, astfel schimbându-se norma de însămânțare.

Organele de încorporare pentru mașinile de semănat de tip rotativ pot fi divizate în mai multe categorii, și anume:

– după numărul organelor amplasate pe roată. Acest parametru este condiționat de cerințele agrotehnice ale culturii (distanța dintre plante pe rând) și diametrul roții de încorporare. Având roata de lucru cu diametrul fix și montând un număr mare de organe de lucru, vom obține o distanță dintre semințe de-a lungul rândului mică, și invers, numărul mic de organe de încorporare conduce la mărirea

distanței dintre semințe. Roțile de lucru sunt dotate de obicei cu un număr par de organe de încorporare – 6, 8, 10, 12 bucăți, dar există și modele cu număr impar – 15 bucăți;

– după lungimea organelor de încorporare. Acest parametru, la fel, este condiționat de cerințele agrotehnice ale culturii, și anume adâncimea de plantare (pentru **porumb** – 4 ... 10 cm, pentru **floarea-soarelui** – 5 ... 8 cm, pentru **sfecla de zahăr** – 2 ... 4 cm). Lungimea organelor de încorporare întâlnită este de 4, 6, 8 și 10 cm;

– după forma organelor de încorporare, acestea pot fi: cilindrice, conice, prismatice, cu secțiune rombică etc.;

– după construcție, se disting două tipuri pronunțate: organe de încorporare de tip supapă și organe de încorporare cu ciocuri.

În urma analizei construcției și principiului de funcționare a mașinilor și secțiilor de semănat de tip rotativ au fost elaborate mai multe scheme funcționale noi pentru MSR. Două din schemele propuse au fost perfectate și înaintate spre brevetare. Ulterior pentru acestea au fost obținute brevete de invenție de scurtă durată.

Semănătoare manuală. Autori: Nastas A., Botez I., Stoicev P., Bezeid J. (2014) [4, 8] (figura 1).

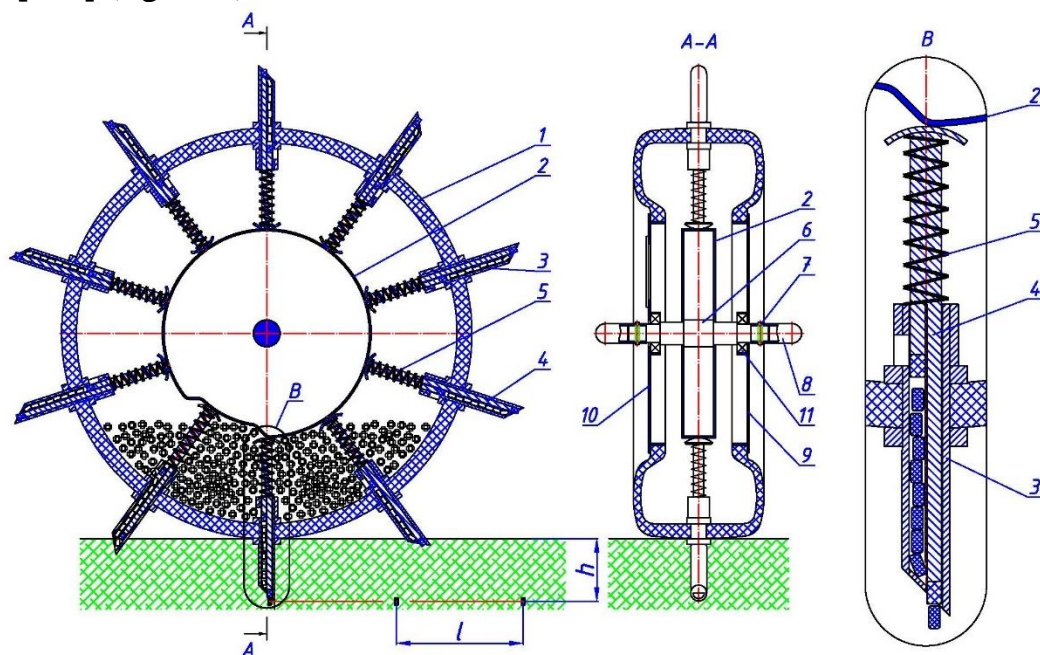


Fig. 1. Semănătoare manuală B. I. 728 MD (2014)

Principiu de funcționare este următorul: în procesul de lucru roata 1 cu capacele laterale 9 și 10 se rotește pe rulmenții 11, în timp ce cama 2 sudată pe axul 6, fiind unită de mânerul de tragere 8, are o poziție neschimbată. Roata 1 se rotește apăsând tubul 3 în sol. Când tubul 3 de jos atinge poziția verticală, tachelul 4 din el se deplasează, datorită profilului camei 2, și împinge o sămânță, la capătul de jos al tubului 3, lăsând-o în sol, totodată tachelul 4 împinge o sămânță nimerită prin gaura laterală la capătul tubului 3 din interiorul roții 1. După trecerea poziției verticale tachelul 4 închide gaura laterală și capătul liber al tubului 3 teșit, parțial orb, datorită

profilului camei și arcului 5, păstrând poziția pe parcursul rotirii roții la 315° , până când aceasta ajunge la profilul cu diametrul mai mic de pe sectorul camei 2. Când tachelul 4 ajunge în această poziție, arcul 5 îl deplasează, și se deschide gaura laterală, astfel încât semințele nimeresc în tubul 3 și prin capătul liber al acestuia o sămânță iese, ulterior fiind presată în sol. Procesul se repetă pentru fiecare tub 3, când acesta ajunge în partea de jos în poziție verticală. Lungimea tuburilor 3 determină adâncimea de semănare h , iar numărul tuburilor 3, fixate pe roata 1, determină distanța l dintre semințe pe rând.

Semănătoare. Autori: Nastas A., Botez Il., Botez Al., Gulco, V. (2015) (figura 2) [9].

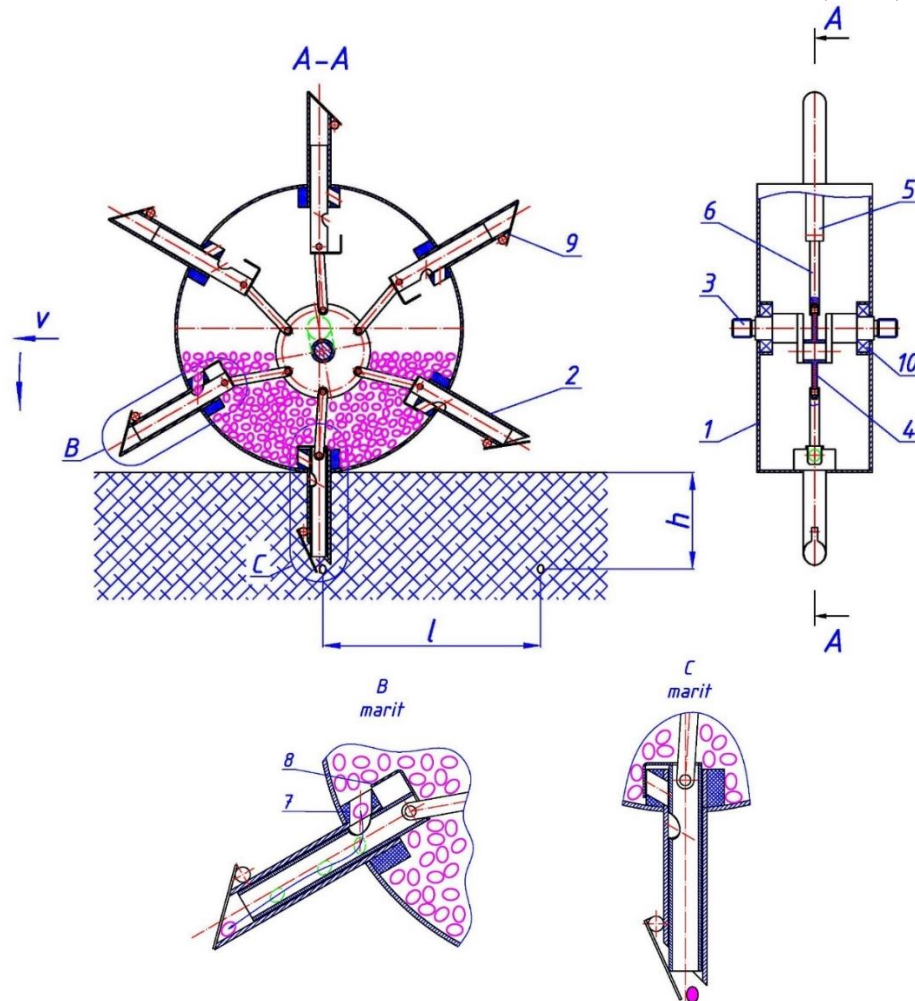


Fig. 2. Semănătoare B. I. 863 MD (2015)

Semănătoarea fiind acționată de subansamblul de tragere, pune corpul 1 în rotație și tuburile 2 intră în sol. Arborele cotit 3, care este fixat rigid pe subansamblul de tragere, permite corpului 1 și discului 4 să se rotească în jurul rulmenților 10. Datorită acestui fapt, pistoanele 5 execută mișcarea de du-te-vino în interiorul tuburilor 2 prin intermediul bielor 6. Pe fusul arborelui cotit 3 se rotește discul 4, amplasat astfel încât să asigure poziția cea mai de jos a pistonului 5, atunci când tubul 2, în care acesta se află, ocupă poziția verticală în sol. În bușele de admisie 7 și în capetele tuburilor 2 și pistoanelor 5 din interiorul corpului 1 este executată câte o gaură laterală înclinată, prin care trec semințele. Capătul liber al tuburilor 2 este

executat teșit pentru pătrunderea mai ușoară în sol și acoperit cu capacul 9 cu resort, care împiedică căderea prematură a seminței. Bucșele de admisie 7 sunt executate cu pereții groși, astfel încât să poată reține un număr minim de semințe în gaura laterală înclinată. Pistoanele 5 sunt executate în formă de tub, la un capăt al cărora sunt fixate limitatoarele 8 și biețele 6. În procesul de lucru, pistoanele 5 cu limitatoarele 8 închid și respectiv deschid găurile laterale înclinate, ceea ce limitează numărul de semințe care nimeresc în tuburi. Sămânța, care nimereste în gaura laterală, datorită executării înclinate a acesteia, tinde să cadă în jos, când găurile din tubul 2 și pistonul 5 coincid. Pistonul împinge capacul 9 cu resort și tubul 2, fiind deschis, sămânța cade în sol. Procesul este identic și se repetă pentru fiecare tub. Lungimea tuburilor 2 determină adâncimea de semănare h , iar numărul tuburilor, fixate pe corpul 1, determină distanța l dintre semințe pe rând.

Analiza cerințelor impuse mașinilor de semănat precum a construcției și principiului de funcționare a condus la următoarele concluzii:

✓ Au fost depistate problemele tipice ale operației de însămânțare a culturilor prășitoare: asigurarea distribuției uniforme a semințelor de-a lungul rândului, micșorarea rezistenței specifice pentru lucrarea de semănat, executarea lucrării de semănat la viteze majorate fără pierderea calității acesteia.

✓ S-a stabilit calea de soluționare a problemelor enumerate prin utilizarea mașinilor de semănat de tip rotativ pentru semănatul culturilor prășitoare, pentru care au fost stabilite neajunsuri precum: neuniversalitatea acestora (utilizarea uneia și aceleiași mașini de semănat pentru mai multe culturi); asigurarea diferitor distanțe dintre semințe (plante) de-a lungul rândului și a adâncimii de încorporare pentru diferite culturi. Neajunsurile depistate pot fi soluționate prin utilizarea MSR dotată cu roată de încorporare cu diametru variabil sau utilizarea organelor de încorporare schimbabile (cu lungimi și număr diferite de organe montate pe una și aceeași roată).

✓ În urma studiului construcțiilor și principiului de funcționare a mașinilor de semănat de tip rotativ au fost elaborate și obținute 2 brevete de invenție privind construcția acestora.

Capitolul doi, „Premisele teoretice (contribuții teoretice) privind modelarea procesului de încorporare a semințelor în sol”, include cercetări teoretice privind mișcarea roții de încorporare, utilizând legile mecanicii teoretice. În figura 3 este prezentată faza de pătrundere a organului de încorporare în sol, când componentele reacției solului Q și T , aplicate în vârful lui, conduce la frânarea roții. În anumite condiții, forța T își poate schimba direcția de orientare (în direcție opusă), în faza de adâncire a organului de încorporare în sol, aceasta e posibil dacă forța de frecare F_f , aparentă la contactul dintre janta roții și sol, este insuficientă pentru a învinge momentul reacțiunii solului, care apare la vârful organului de încorporare. Este evident că, la ieșirea organului de încorporare din sol, forța T tot timpul va fi orientată împotriva deplasării centrului roții. În această fază, organul de încorporare se manifestă ca element de angrenare cu solul, care generează momentul de rotație a roții M_n . În dependență de numărul organelor de încorporare amplasate pe roată, sunt posibile două scheme dinamice de rostogolire: *prima* – când cu solul contactează doar un singur organ de încorporare; *a doua* – când cu solul contactează nu mai puțin de două organe de încorporare, la care reacțiunile T sunt orientate opus și se echilibrează parțial sau total.

Conform figurii 3, numărul limită al organelor de încorporare, care delimitează prima schemă dinamică de a doua, se determină cu relația:

$$z_1 = \frac{2\pi}{2\alpha_0} = \frac{\pi}{\alpha_0}, \quad (1)$$

unde: α_0 este unghiul de poziționare a organului de încorporare la intrarea în sol.

S-a analizat procesul de formare a cuibului și traiectoria descrisă de vârful organului de încorporare. La construirea schemei procesului (figura 3), sunt admise următoarele ipoteze: adâncimea urmei formate de janta roții este neglijabil de mică; roata se rostogolește peste organul de încorporare cu alunecare. Conform teoriei roții, elaborate de către V. P. Goriacikin, coeficientul de alunecare se determină cu relația:

$$\varepsilon = \frac{\Delta r}{r + \Delta r}, \quad (2)$$

unde: r – raza roții; Δr – creșterea razei centrului instantaneu de rotație a roții.

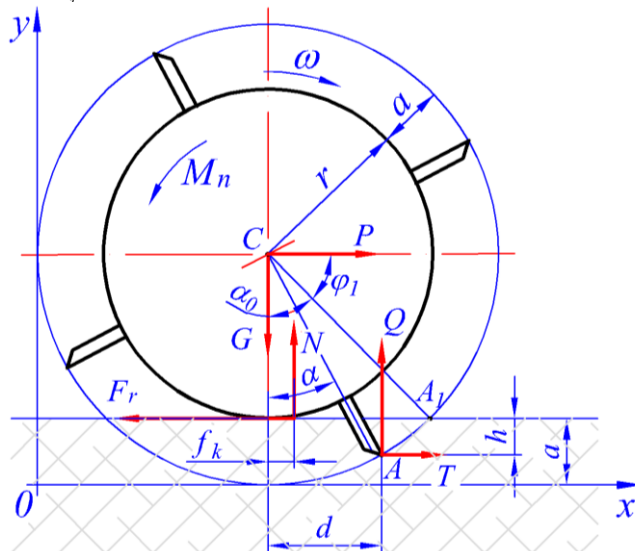


Fig. 3. Forțele de solicitare asupra organului de încorporare și roții MSR.

G – sarcina axială asupra roții; N – reacțiunea solului asupra jantei roții;
 Q – componenta verticală a reacției solului asupra vârfului organului de încorporare;
 T – componenta orizontală a reacției solului asupra vârfului organului de încorporare;
 F_f – forța de frecare; P – forța motrică; M_n – momentul mecanismului de acționare;
 f_k – coeficientul de rostogolire.

Din relația (2):

$$\Delta r = \frac{\varepsilon \cdot r}{1 - \varepsilon}. \quad (3)$$

În timpul rostogolirii roții, organele de încorporare execută o mișcare complicată de rotație cu viteza unghiulară ω , în jurul axei de translație, egală cu viteza de deplasare a mașinii v_m . În sistemul de coordonate acceptat, la rotirea organului de încorporare la unghiul ωt , roata se deplasează la distanța $v_m t$, iar punctul A_1 – va trece în poziția A . Coordonatele punctului A , în raport cu axele nemișcate, se vor aprecia cu relațiile:

$$x = v_m t + (r + a) \cos \omega t, \quad (4)$$

$$y = r + a - (r + a) \sin \omega t. \quad (5)$$

Aceste ecuații determină traiectoria deplasării absolute a vârfului organului de încorporare și reprezintă o cicloidă.

După efectuarea unor transformări ale ecuațiilor (4) și (5), la alunecarea roții, vitezele de translație și de rotație sunt prezentate cu relația:

$$v_m = \omega(r + \Delta r), \quad (6)$$

de unde: $\omega = \frac{v_m}{r + \Delta r}$. (7)

Notăm unghiul de rotație a roții:

$$\omega t = \varphi \text{ sau } \varphi = \frac{v_m \cdot t}{r + \Delta r}. \quad (8)$$

Luând în considerare acestea din urmă, ecuațiile de deplasare a vârfului organului de încorporare pot fi prezentate matematic în următoarea formă:

$$x = v_m t (r + a) \cos \varphi, \quad (9)$$

$$y = (r + a) \cdot (1 - \sin \varphi). \quad (10)$$

Forma traiectoriei deplasării vârfului organului de încorporare depinde de raportul vitezelor lui periferice și de translație. Acest raport poartă denumirea de *factor cinematic* și se determină cu relația:

$$\lambda = \frac{u}{v_m}, \quad (11)$$

unde: u – viteza periferică a vârfului organului de încorporare (m/s),

v_m – viteza de translație a organului de încorporare (m/s).

Deoarece $u = \omega(r + a)$, (12)

atunci $\lambda = \frac{\omega(r + a)}{v_m}$. (13)

Utilizând relația (6) obținem:

$$\lambda = \frac{r + a}{r + \Delta r}. \quad (14)$$

Din relația (14) se observă că valorile numerice ale factorului cinematic depind prioritar de Δr și influențează asupra formei traiectoriei de deplasare a organului de încorporare.

Este evident că mărirea dimensiunii razei centrului instantaneu de rotație a roții poate varia în limitele: $0 \leq \Delta r \leq a$.

Din acest motiv, valoarea factorului cinematic (λ), conform (14), se află în intervalul:

$$1 \leq \lambda \leq \frac{r + a}{r}.$$

În figura 4 este prezentată forma traiectoriilor vârfului organului de încorporare pentru cazul $\lambda = 1$.

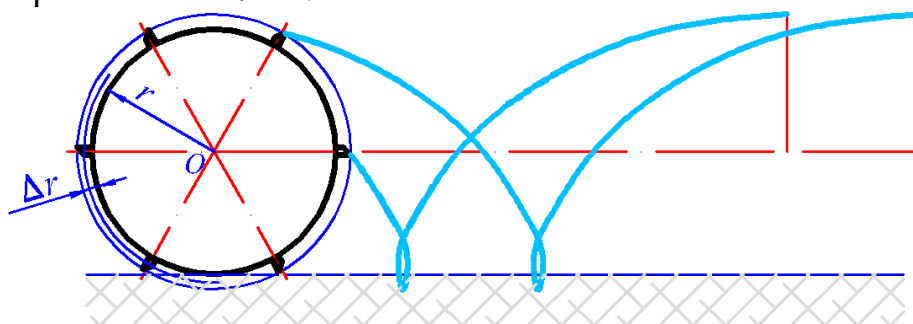


Fig. 4. Traiectoria deplasării organelor de încorporare

Conform programului de realizare a cercetărilor experimentale de laborator și de câmp, se propunea încercarea organelor de încorporare ale MSR de diferite forme și dimensiuni, pentru diferite viteze de lucru.

Cu ajutorul softului SolidWorks, au fost modelate în 3D mai multe variante ale organelor de încorporare pentru MSR, de diferite forme și lungimi. A fost simulat procesul de lucru al modelului 3D al secției MSR cu diferite organe de încorporare pentru o serie de viteze de lucru. Simularea mișcării secției MSR și traiectoria obținută a vârfului organului de încorporare este prezentată în figura 5.

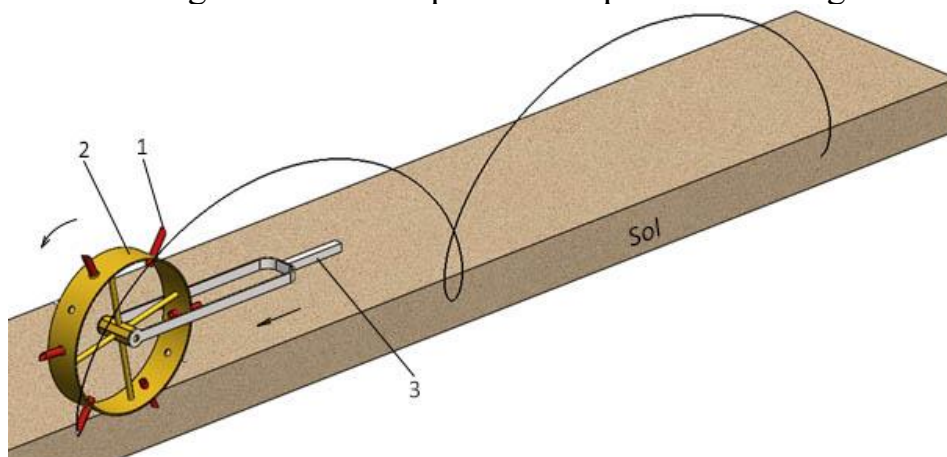
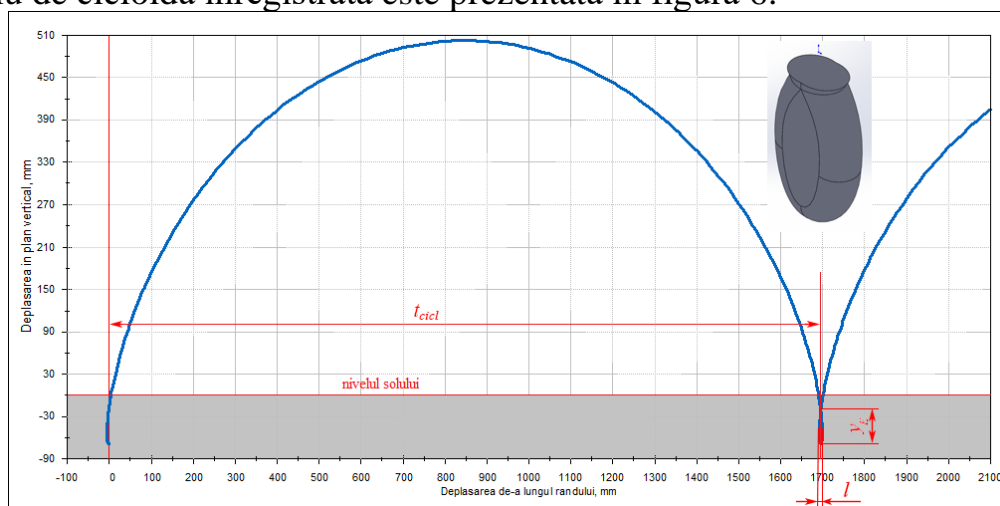


Fig. 5. Simularea mișcării secției MSR (cicloidă)

Trajectoriile mișcării vârfului organului de încorporare au fost înregistrate ca diagrame de deplasare pe verticală în funcție de deplasarea de-a lungul rândului. Exemplu de cicloidă înregistrată este prezentată în figura 6.



Lungimea organului de încorporare $a = 80 \text{ mm}$; viteza deplasării liniare (de-a lungul rândului) $v = 1,85 \text{ m/s}$; numărul de rotații ale roții $n = 65,43 \text{ rot/min}$; coeficientul de alunecare $\varepsilon = -20 \%$

Fig. 6. Exemplu de cicloidă înregistrată și condițiile simulării acesteia

Conform formelor buclelor cicloidelor și nivelului acestora față de suprafața solului, au fost modelate formele cuiburilor care se obțin în sol cu organe de încorporare de diferite lungimi. Exemple de forme ale cuibului, obținute ca modele 3D, sunt prezentate în figura 7.

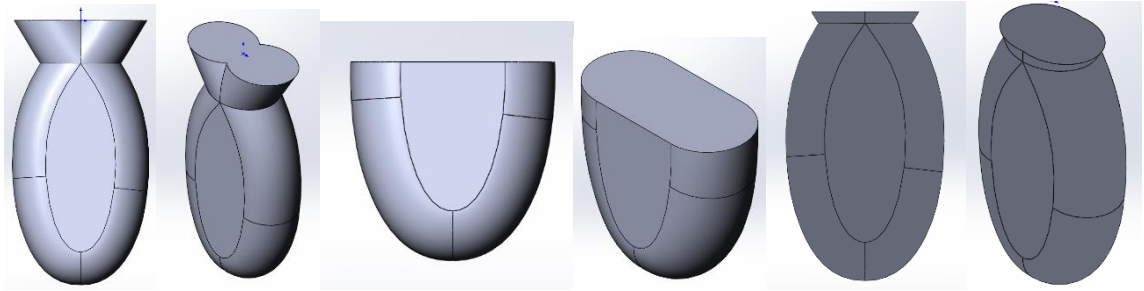


Fig. 7. Modele 3D ale formelor cuiburilor rămase în sol

Pentru a putea fi comparate rezultatele simulării la calculator cu parametrii dimensionali ai cicloidelor obținute pe instalația experimentală, construim dependențele înălțimii buclei (H) și lățimii buclei (S) cicloidei în funcție de coeficientul de alunecare (ε) al roții secției mașinii de semănat (figurile 8 și 9).

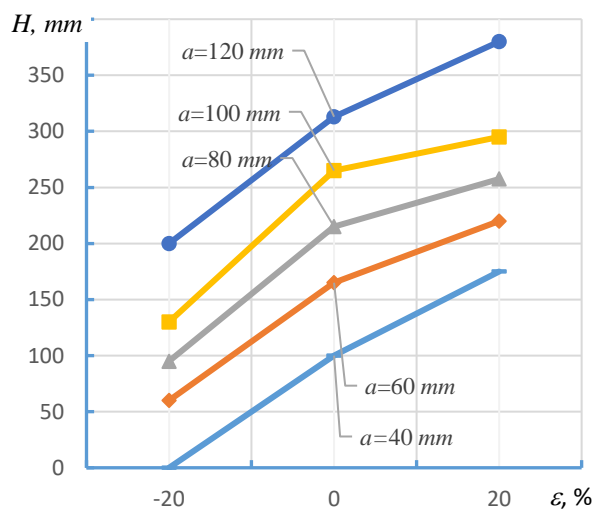


Fig. 8. Înălțimea buclei (H) cicloidei – funcție de coeficientul de alunecare (ε) al roții secției mașinii de semănat

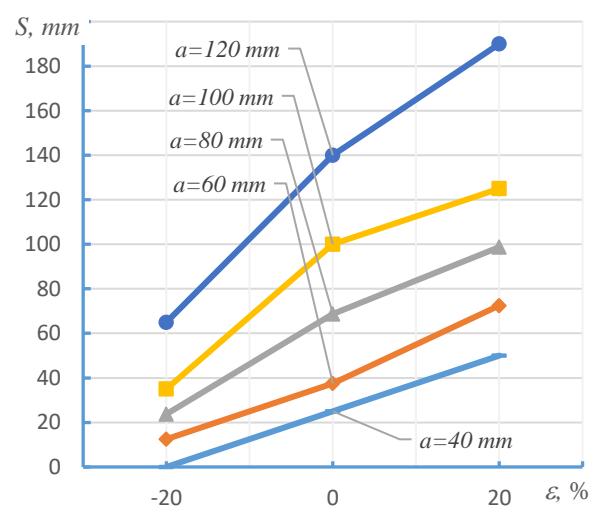


Fig. 9. Lățimea buclei (S) – funcție de coeficientul de alunecare (ε) al secției roții mașinii de semănat

Ca urmare a analizei cicloidelor înregistrate, s-a constatat că:

- la diferite viteze de înaintare (v) ale secției mașinii de semănat de-a lungul rândului, având un număr diferit de turații (n) ale roții de încorporare, se obțin cicloide identice;

- odată cu mărirea alunecării, parametrii dimensionali ai buclelor cicloidelor se micșorează (adică roata execută un număr de turații mai mic decât la rostogolirea ideală) și viceversa – parametrii dimensionali ai cicloidelor cresc atunci când numărul de turații este mai mare decât la rostogolirea ideală;

- parametrii dimensionali ai buclelor cicloidelor depind și de lungimea organului de încorporare. Așadar, cea mai mare buclă se obține pentru organul cu lungimea $a = 120 \text{ mm}$, pe când la organul cu lungimea de 40 mm , bucla cicloidei dispăre totalmente [6].

În baza cercetărilor teoretice putem face următoarele concluzii:

- ✓ S-a demonstrat că sunt posibile două scheme dinamice de rostogolire a secției mașinii de semănat prin inserare: *prima* – cu solul interacționează numai unul

dintre organele de încorporare montate pe roată; *a doua* – cu solul interacționează concomitent nu mai puțin de două organe de încorporare. Prioritatea aplicării practice o deține cea de-a doua schemă.

✓ Dintre factorii principali care determină procesul de formare a cuiburilor și de încorporare a semințelor în sol, prioritatea îi aparține sarcinii axiale sau masei secției. S-a demonstrat că valoarea limită a masei secției depinde de raza roții de inserare, de lungimea organelor de încorporare și de proprietățile mecanice ale solului. Rostogolirea roții pe sol se produce doar pentru anumite valori ale rapoartelor dintre raza roții și lungimea organelor de încorporare. La încorporarea semințelor la adâncimea de 4 ... 12 cm, valorile limită ale razei roții, în funcție de coeficientul de frecare ($f = 0,5 \dots 0,8$), se află în intervalul a 16 ... 40 cm. Zona valorilor optime pentru raza roții este mai mare de 24 cm.

✓ La rostogolirea roții pe câmp, organele de încorporare se deplasează pe o traiectorie de formă cicloidală, a cărei mărime depinde de raza roții și de lungimea organelor de încorporare. Zona acțiunii organelor de încorporare se stabilizează pentru o rază a roții cuprinsă între 35 ... 50 cm. Pentru aceste raze, având lungimea organelor de încorporare de 4 ... 12 cm, mărimea cuibului, în medie, este de 2 ... 10 cm. În toate cazurile, cuibul este mai mic decât lungimea organelor de încorporare.

✓ Rezistența la tracțiune a secției MSR depinde de sarcina aplicată pe roată, de diametrul și lățimea jantei roții, de lungimea organelor de încorporare, de adâncirea acestora în sol și de proprietățile mecanice ale solului. Rezistența la tracțiune poartă un caracter ciclic: la rostogolirea pe jantă, rezistența este minimă, la rostogolirea peste organul de încorporare, rezistența crește până la valoarea maximă, la care se ajunge atunci când organul de încorporare totalmente intră în sol.

Capitolul trei, „Metodologii și programe privind realizarea cercetărilor experimentale”, cuprinde informații privind: programa cercetărilor, elaborarea instalației de laborator, alegerea instrumentelor și a echipamentelor de măsurare, metodologia încercărilor experimentale.

În baza cercetărilor teoretice efectuate, concluzionăm că factorii de bază care influențează procesul de încorporare a semințelor în sol sunt: masa secției mașinii de semănat, raza roții și lungimea organelor de încorporare.

Analiza relațiilor obținute ne permite să argumentăm teoretic valorile limită ale masei și razei roții secției MSR. Reieșind din acestea, cercetările experimentale prevedeau executarea experimentelor confirmative ale concluziilor teoretice și argumentarea finală a parametrilor constructivi-funcționali ai MSR:

– influența lungimii organelor de încorporare asupra traiectoriei de deplasare a acestora în sol, asupra caracterului și parametrilor cuibului, asupra valorii alunecării și asupra rezistenței roții secției mașinii de semănat;

– influența masei (sarcinii) secției mașinii de semănat asupra parametrilor traiectoriei organelor de încorporare și asupra alunecării roții mașinii de semănat;

– influența vitezei de deplasare asupra alunecării și rezistenței la tracțiune a secției mașinii de semănat;

– caracterul deformării solului, reacția solului în urma acțiunii organelor de încorporare și a procesului de amplasare a semințelor în cuiburi;

– aprecierea agrotehnică a calității lucrărilor de semănat în condiții de câmp și a rezistenței la tracțiune a secției mașinii de semănat, comparativ cu indicatorii secțiilor mașinilor analogice și ai mașinilor de semănat în rigole.

Pe marginea capitolului 3 tragem următoarele concluzii:

✓ Metodologia cercetărilor experimentale se bazează pe teoria de planificare a experimentului utilizată în cercetarea științifică, aplicată pentru cercetarea secției MSR și organelor de încorporare a semințelor.

✓ Au fost elaborate instalații experimentale pentru înregistrarea traiectoriei vârfului organului de încorporare, pentru înregistrarea formei cuibului și deformării stratului de sol, la încorporarea semințelor cu diferite forțe de inserare.

✓ S-a elaborat modalitatea de estimare statistică a proceselor de funcționare a secției MSR în condiții de laborator și de câmp.

✓ Metodologia cercetărilor experimentale prevede analiza modelelor matematice prin utilizarea strategiei Box-Behnken.

Capitolul patru, „Rezultatele cercetărilor experimentale”

Prelucrarea datelor experimentale permite de a determina legități de comportare a obiectului luat în studiu, precum și de a trage anumite concluzii. De asemenea prelucrarea statistică a datelor experimentale permite reducerea efectelor negative datorate erorilor. Prelucrarea matematică și statistică a datelor s-a efectuat pentru:

– forma și dimensiunile cuiburilor formate de către organele de încorporare, precum și caracterul deformării și compactării solului;

– rezistența la tracțiune a secției MSR funcție de: lungimea organului de încorporare, a , (cm); numărul organelor de încorporare, z , (buc); masa secției MSR, m , (kg).

Prelucrarea imaginilor înregistrate în procesul încercărilor de laborator ne permite să constatăm următoarele: adâncirea organului de încorporare în sol este însoțită de distrugerea și deformarea acestuia, fiind provocată de forța de greutate a roții. În planul secțiunii verticale a cuibului se evidențiază două zone, care se deosebesc după caracterul deformării solului. Prima zonă, limitată de conturul profilului cuibului, are o structură a solului în straturi deteriorate parțial, sau total. Pentru aceeași zonă, se observă o compactare laterală a pereților verticali ai cuibului în planul deplasării roții. Zona a doua se evidențiază prin aceea că straturile de sol care se află mai jos de organul de încorporare se deplasează pe seama compactării solului. Urmărind deplasarea orizonturilor prăfuite, compactarea solului în cuib are loc la adâncimea de 6 – 8 cm mai jos de vârful organului de încorporare. S-a stabilit că mărimea stratului compactat de sub cuib nu depinde de lungimea organului de încorporare și poate fi considerat o mărime constantă.

Așadar, a fost demonstrat experimental că, la intrarea organului de încorporare în sol, sub vârful lui se formează un volum compactat de sol la o adâncime de până la 8 cm și cu o arie limitată de secțiunea orizontală a cuibului. Deformarea și deplasarea straturilor prăfuite unul față de altul ne permit să apreciem gradul de compactare a solului sub organul de încorporare. În urma măsurărilor efectuate, s-a stabilit că grosimea straturilor compactate se micșorează, în medie, de 2 ori în comparație cu grosimea lor inițială.

După rostogolirea roții, până la ieșirea organului de încorporare din sol, pe suprafața acestuia rămâne o adâncitură nu prea mare cu o urmă de penetrare, iar prin sticla transparentă se întrezărește conturul cuibului și straturile orizontale prăfuite deplasate în jos. Pentru cuiburile obținute cu organe de încorporare cu lungimea de 8 – 12 cm, se observă ruperea straturilor orizontale prăfuite în partea de sus.

Totodată, apare mișcarea solului în partea opusă direcției de mișcare a secției – circa 1,0 – 3,0 cm, provocată de ieșirea organului de lucru din sol. Organele de încorporare cu lungimea de până la 10 cm formează cuiburi cu lățimea de 7 – 8 cm, iar pentru organele cu lungimea de 12 cm, lățimea cuiburilor creștea până la 16 cm, astfel mărindu-se de 2 ori. Formarea acestor cuiburi nu este dorită, deoarece, conform cerințelor agrotehnice, adâncimea de încorporare nu trebuie să depășească 10 cm. Din acest motiv, nu se recomandă organe de încorporare mai lungi de 10 cm.

Deoarece traiectoriile obținute experimental aveau înclinarea buclei, se presupune că și formele cuiburilor vor avea formă înclinată. În cadrul experimentelor privind forma cuiburilor, această presupunere nu s-a adevărit. În majoritatea cazurilor, profilul conturului cuibului avea orientare verticală. La general, profilurile cuiburilor obținute în toate fazele experimentale aveau forma unei adâncituri cilindrice. Această formă a cuiburilor este caracteristică numai în condițiile în care mișcarea de intrare și de ieșire a organului de încorporare în/din sol are, prioritar, orientare verticală.

Așadar, au fost confirmate în mod experimental presupunerile teoretice ale caracteristicilor cinematice ale organelor de încorporare, amplasate pe cerc, care se manifestau prin deformarea și compactarea locală a solului și formarea patului germinativ pentru sămânță.

Mărimile înregistrate ale rezistențelor la tracțiune ale secției MSR (experimentală) și ale secției mașinii de semănat cu brăzdar (standard SPC-6) au fost analizate și apoi determinate valorile medii.

Cu ajutorul softului specializat Minitab (versiunea 17), au fost obținute ecuațiile de regresie pentru secția MSR pentru trei viteze de lucru.

Ecuția de regresie pentru treapta I ($v_I = 0,47 \text{ m/s} = 1,7 \text{ km/h}$) are forma:

$$\begin{aligned} \text{codată} \quad Y_I &= 738 - 30,2X_1 - 125,6X_2 - 13,4X_3 + 2,61X_1^2 + 5,37X_2^2 + \\ &+ 0,227X_3^2 + 2,86X_1X_2 - 0,767X_1X_3 + 1,263X_2X_3, \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} \text{naturală} \quad P_I &= 738 - 30,2a - 125,6z - 13,4m + 2,61a^2 + 5,37z^2 + \\ &+ 0,227m^2 + 2,86az - 0,767am + 1,263zm. \end{aligned} \quad (16)$$

Ecuția de regresie pentru treapta a II-a ($v_{II} = 0,91 \text{ m/s} = 3,3 \text{ km/h}$) are forma:

$$\begin{aligned} \text{codată} \quad Y_{II} &= 569 - 3,0X_1 - 85,5X_2 - 16,4X_3 + 0,54X_1^2 + 3,48X_2^2 + \\ &+ 0,342X_3^2 + 3,52X_1X_2 - 0,76X_1X_3 + 0,58X_2X_3, \end{aligned} \quad (17)$$

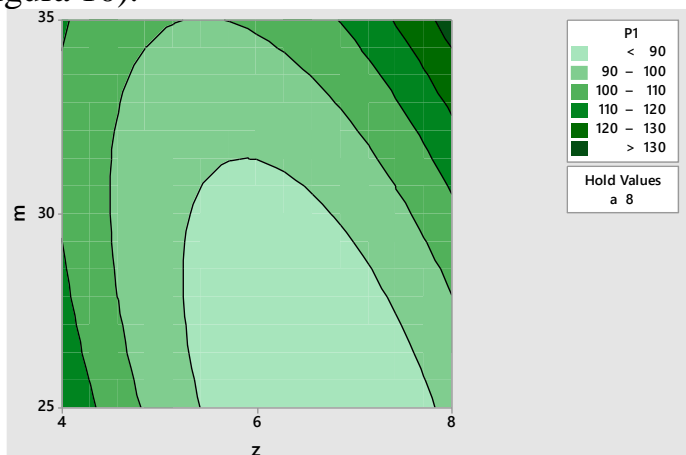
$$\begin{aligned} \text{naturală} \quad P_{II} &= 569 - 3,0a - 85,5z - 16,4m + 0,54a^2 + 3,48z^2 + \\ &+ 0,342m^2 + 3,52az - 0,76am + 0,58zm. \end{aligned} \quad (18)$$

Ecuția de regresie pentru treapta a III-a ($v_{III} = 1,7 \text{ m/s} = 6,1 \text{ km/h}$) are forma:

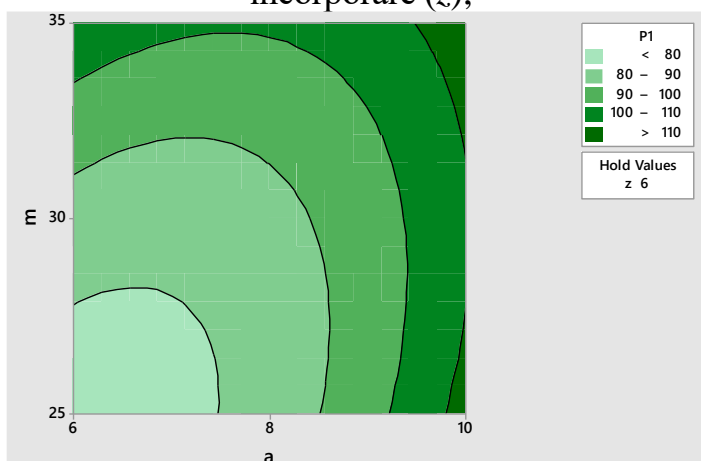
$$\begin{aligned} \text{codată} \quad Y_{III} &= 489 - 10,3X_1 - 126,5X_2 - 2,0X_3 - 0,07X_1^2 + 6,09X_2^2 + \\ &+ 0,007X_3^2 + 3,34X_1X_2 - 0,165X_1X_3 + 0,930X_2X_3, \end{aligned} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} \text{naturală} \quad P_{III} &= 489 - 10,3a - 126,5z - 2,0m - 0,07a^2 + 6,09z^2 + \\ &+ 0,007m^2 + 3,34az - 0,165am + 0,930zm. \end{aligned} \quad (20)$$

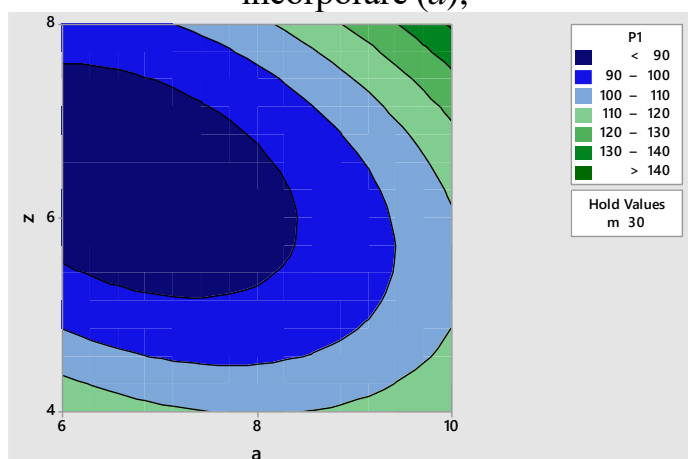
În baza ecuațiilor de regresie s-au realizat reprezentările grafice ale funcțiilor de răspuns pentru diferite secțiuni (exemplu pentru viteza $v_I = 0,47 \text{ m/s} = 1,7 \text{ km/h}$ este prezentat în figura 10).



a – rezistența la tracțiune (P_s) în funcție de masa secției (m) și de numărul organelor de încorporare (z);



b – rezistența la tracțiune (P_s) în funcție de masa secției (m) și de lungimea organelor de încorporare (a);



c – rezistența la tracțiune (P_s) în funcție de numărul organelor de încorporare (z) și de lungimea organelor de încorporare (a).

Fig. 10. Reprezentarea grafică a funcției de răspuns a ecuației de regresie pentru $v_I = 0,47 \text{ m/s} = 1,7 \text{ km/h}$.

Analizând reprezentările grafice, putem concluda că:

– valoarea minimă a rezistenței $P_s < 90 N$ se atestă pentru masa secției $m = 25 kg$ și numărul organelor de încorporare $z = 6$ buc;

– valoarea minimă a rezistenței $P_s < 80 N$ se atestă pentru masa secției $m = 25 kg$ și lungimea organelor de încorporare $a = 6 cm$;

– valoarea minimă a rezistenței $P_s < 90 N$ se atestă pentru numărul organelor de încorporare $z = 6$ buc. și lungimea organelor de încorporare $a = 6 cm$.

Finalmente, constatăm că valorile optime ale factorilor de influență sunt: masa secției $m = 25 kg$, numărul organelor de încorporare $z = 6$ buc. și lungimea organelor de încorporare $a = 6 cm$.

Pentru rezistențele la tracțiune a secției MSR și a secției mașinii de semănat cu brăzdar s-a construit graficul comparativ pentru cele 3 viteze (figura 11).

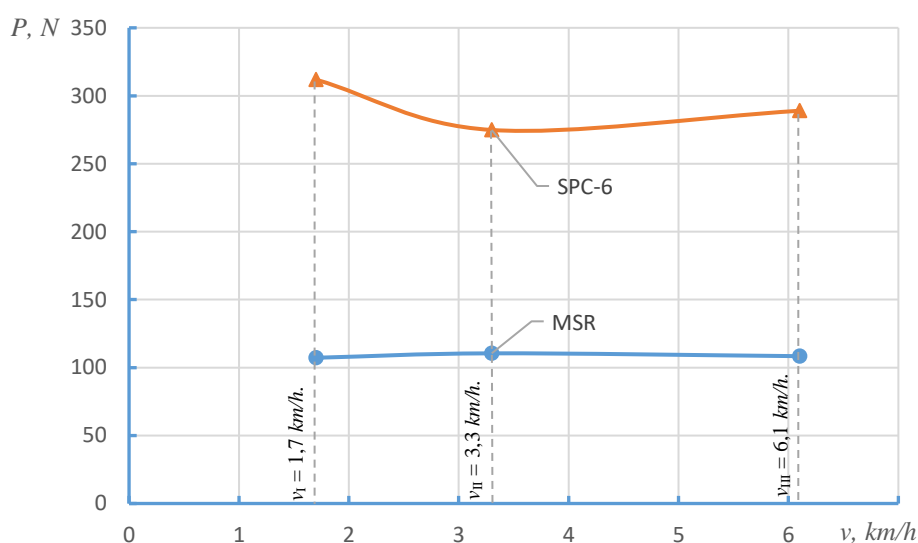


Fig. 11. Rezistența la tracțiune a secției MSR și a secției mașinii de semănat cu brăzdar patină (SPC-6)

Din graficul comparativ al rezistențelor la tracțiune se observă că, pentru secția MSR, rezistența la tracțiune este în zona de $100 N$ și este aproximativ de 2 ori mai mică decât rezistența la tracțiune a secției mașinii de semănat cu brăzdar (SPC-6), stabilită în zona de $300 N$ [3].

Caracterul desfășurării procesului de funcționare a MSR în baza înregistrării variației rezistenței la tracțiune poate fi observat mai evident la analiza funcțiilor de corelație și densității spectrale, prezentate în figurile 12, 13.

Analizând datele din tabelul 1 și luând în considerare ipoteza repartiției normale a variabilei aleatorii $y = f(t, x)$, constatăm că pentru secția de lucru standard, coeficientul de asimetrie are o deplasare spre stânga ($A_y = -0,22 \dots -0,12$, pe când repartiția normală standard se caracterizează prin valoarea coeficientului $A_y = 0$), speranța matematică, la fel, este deplasată în stânga (valoarea maximă a probabilității repartiției). Astfel, valorile mici ale variabilei aleatorii au o pondere majoră comparativ cu valorile mari. Acest fapt se explică prin tendința de desfundare a secției de lucru cu brăzdar din cauza componentei

reacției verticale a solului, prin urmare, putem considera că secția de lucru standard încorporează semințele preponderent la adâncimi mai mici decât valoarea agrotehnică, ceea ce poate provoca uscarea nodurilor de încolțire a semințelor (semințele nimeresc în stratul de sol cu o umiditate redusă) și o răsărire a plantelor mai puțin uniformă. Valorile dispersiilor ne demonstrează o împrăștiere a mărimilor variabilei într-un spectru destul de larg. Odată cu creșterea vitezei de lucru, gradul de împrăștiere se mărește ($\sigma_y = 86 \dots 100 N$). Din cauza valorilor mari ale dispersiilor, repartiția probabilității variabilei aleatorii este mai turtită decât repartiția normală standard (valoarea coeficientului E_y se află în limita a $2,2 \dots 2,28$, pe când repartiția normală standard se caracterizează prin valoarea $E_y = 3$). Deci, putem constata că valorile aleatorii ale procesului de funcționare oscilează în limite destul de mari din motivul că secția de lucru este esențial influențată de variația proprietăților fizico-mecanice ale solului și de componenta verticală a reacției solului, care impune secția să vibreze și, astfel, funcționarea ei este instabilă, ceea ce provoacă, în final, o încorporare mai puțin uniformă a semințelor în sol.

Tabelul 1. Caracteristicile numerice ale proceselor de funcționare ale secțiilor de încorporare cercetate

Tipul secției de lucru	Regimul de lucru	m_y	σ_y	V_y	A_y	E_y
Secția standard (SPC-6)	$v = 0,47 \text{ m/s}, a = 6 \text{ cm}$	306,5	86,7	28	-0,22	2,20
	$v = 0,91 \text{ m/s}, a = 6 \text{ cm}$	316	88,79	28,1	-0,16	2,28
	$v = 1,71 \text{ m/s}, a = 6 \text{ cm}$	323	100	31	-0,12	2,23
Secția experimentală cu 6 organe de lucru și cu $m = 35 \text{ kg}$ (MSR)	$v = 0,47 \text{ m/s}, a = 6 \text{ cm}$	132,5	25	19	0,68	2,44
	$v = 0,91 \text{ m/s}, a = 6 \text{ cm}$	140,5	31	22	0,71	2,35
	$v = 1,71 \text{ m/s}, a = 6 \text{ cm}$	143,5	34	23,85	0,76	2,55

Legendă: m_y – speranța matematică; σ_y – abaterea medie pătratică; V_y – coeficientul de variație; A_y – coeficientul de asimetrie; E_y – coeficientul de boltire (aplatizare).

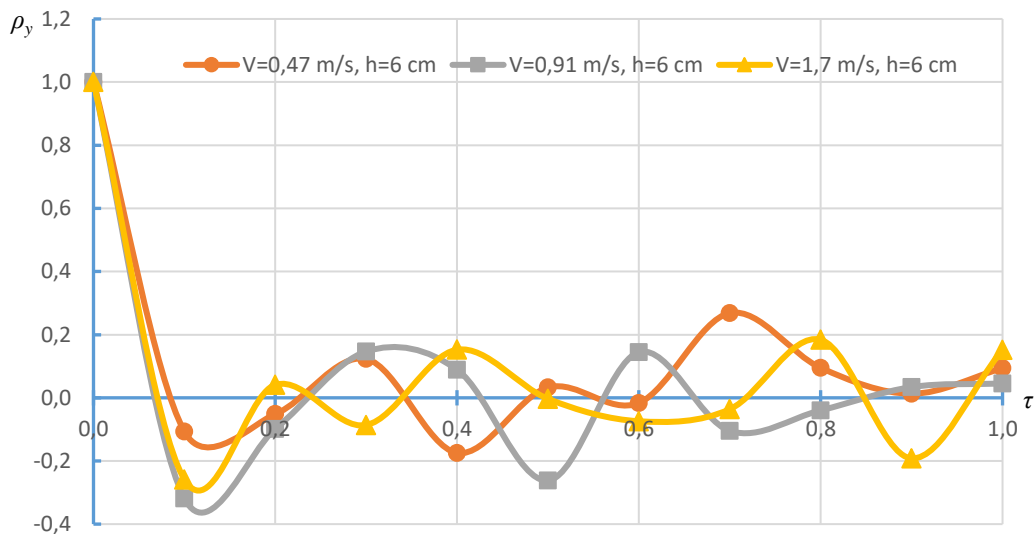


Fig. 12. Reprezentarea grafică a funcției de corelație normalizate a procesului de funcționare a secției experimentale a MSR

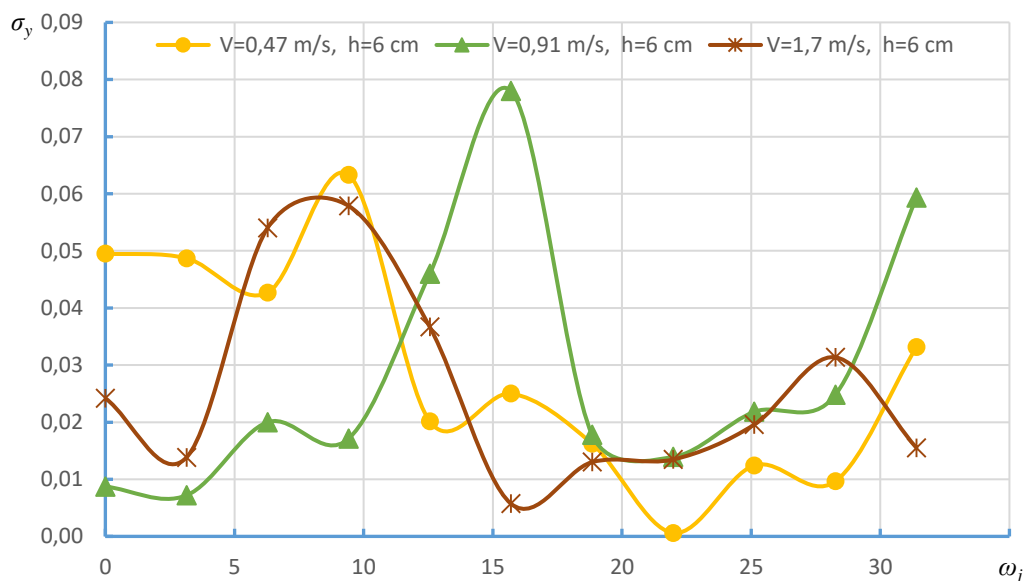


Fig. 13. Reprezentarea grafică a funcției densității spectrale normate a procesului de funcționare a secției experimentale a MSR

Totodată, din tabelul 1 se observă că, pentru secția de lucru a MSR (experimentală) repartiția probabilității variabilei aleatorii $y = f(t, x)$ are o asimetrie de dreapta (valoarea coeficientului $A_y = 0,68 \dots 0,76$), speranța matematică în acest caz este deplasată în dreapta față de valoarea modală. Deci, ponderea valorilor mari ale variabilei este mai semnificativă decât ale valorilor mici. Acest fapt se explică prin tendința de înfundare a roții, care este provocată de masa secției și, deci, factorul decisiv este forța gravitațională a secției. Așadar, se poate presupune că, pentru cazul cercetat, forța gravitațională a secției este mai mare decât reacția verticală a solului asupra organului de încorporare a semințelor. Din acest motiv, putem cu fermitate constata că o bună parte din semințe vor fi încorporate la adâncimi mai mari decât adâncimea agrotehnică și, deci, vor nimeri în stratul de sol cu o umiditate mai ridicată. În acest caz, condițiile de încolțire a semințelor nu se înrăutățesc (ca în cazul secției standard) ci, dimpotrivă, se vor îmbunătăți și răsărirea plantelor va fi mai favorabilă.

În baza celor expuse, putem concluziona că un neajuns esențial al secțiilor de lucru (atât al secției standard, cât și al celei experimentale) supuse încercărilor este abaterea adâncimii de lucru de la valoarea agrotehnică. Însă, dacă în cazul secției standard acest indice conduce la o înrăutățire a condițiilor de încolțire a semințelor, atunci pentru secția experimentală, dimpotrivă, contribuie la o îmbunătățire a condițiilor de încolțire. În afară de aceasta, dacă considerăm adâncimea de încorporare mai mare decât adâncimea agrotehnică drept neajuns, atunci în cazul secției experimentale el poate fi înlăturat prin elemente constructive simple, comparativ cu cazul secției standard, la care instabilitatea de funcționare este imposibil de înlăturat prin elemente constructive. Efectul de înfundare a secției experimentale va fi mai accentuat în condițiile în care solul este bine afânat și, mai puțin, în solurile slab afânate, iar pentru solurile neprelucrate înainte de semănat (tehnologiile conservative no till sau mini till), efectul de înfundare va dispărea de la sine sau va fi stopat de densitatea acestor soluri.

Funcționarea mai stabilă a secției experimentale este demonstrată și de valorile dispersiilor, care pentru secția experimentală este de 2 ... 3 ori mai mică decât pentru secția standard. Faptul acesta a contribuit la o mărire a coeficientului de exces (boltire) a cărui valoare este mai aproape (la secția experimentală) de valoarea acestui coeficient pentru o repartiție normală standard, la care trebuie să pretindem prin perfecționarea procesului de funcționare și a construcției secției de lucru.

Caracterul desfășurării procesului de funcționare a secțiilor de lucru poate fi apreciat din analiza caracteristicilor probabilistice (funcției de corelație și densității spectrale).

Caracterul desfășurării funcțiilor de corelație (figurile 12 și 13) este practic identic pentru toate cele trei regimuri de funcționare atât la secția experimentală, cât și la secția standard, însă un caracter oscilatoriu armonic mai esențial se observă la secția experimentală și mai puțin armonic – la secția standard. Acest fapt se explică prin influența mai accentuată a factorilor aleatorii asupra procesului de funcționare a secției standard, care provoacă unele perturbații în procesul de lucru. O corelație mai bună se observă la brăzdarul standard pentru viteza de lucru $v = 0,47 \text{ m/s}$. Odată cu mărirea vitezei de lucru, corelația dintre ordonate scade neesențial și se află în limitele suficiente pentru agregatele agricole ($\rho_x(\tau) \geq 0,05$). Acest lucru se observă și la brăzdarul experimental, însă oscilațiile sunt mai armonice, iar valorile corelației, atât cele pozitive cât și cele negative, sunt în limita valorilor considerate suficiente pentru agregatele agricole pe tot intervalul de deplasare ($\tau = 0,1 \dots 1,0 \text{ s}$). La secția experimentală, cea mai mare corelație o avem pentru $\tau_k < 0,08$ și ea atinge valoarea maximă $\rho_x(\tau) = 1$ pentru $\tau_k = 0$. Deci, putem afirma că pentru $\tau_k < 0,08$, vom avea o corelație liniară, începând cu $\tau_k > 0,08$, modul de corelație ar putea fi determinat numai printr-o analiză regresională.

Parametrii cu influență majoră asupra procesului tehnologic și de calitate a lucrării de semănat sunt următorii: masa secției de însămânțare, diametrul roții de lucru, numărul organelor de încorporare, pasul dintre organele de încorporare, lungimea organelor de încorporare, lățimea și grosimea jantei.

Masa secției mașinii de semănat trebuie să asigure reacțiunea suficientă a solului care influențează aderența roții cu solul. Masa limită a secției mașinii de semănat de tip rotativ se determină cu relația:

$$G_{op} \geq qSa + \frac{qSh_e \cdot \sqrt{(a-h_e)(2r+a+h_e)} + M_n}{f \cdot r - f_k} \quad m_p \geq m_{min} = qSa \frac{r+a}{g \cdot f \cdot r}. \quad (21)$$

Valoarea optimă a masei secției mașinii de semănat de tip rotativ constituie (45 ... 55) kg.

Diametrul exterior de amplasare al vârfurilor organelor de încorporare și numărul organelor de încorporare cu pasul stabilit sunt legate prin relațiile:

$$L = \frac{n \cdot 10^4}{N \cdot b}, [m], \quad (22)$$

$$D = \frac{L \cdot z}{\pi} = \frac{n \cdot z \cdot 10^4}{\pi \cdot N \cdot b}, [m], \quad (23)$$

unde: L – pasul (distanța) dintre semințe, m ;
 n – numărul de semințe în cuib;

N – densitatea normativă a plantelor, *mii/ha*;

b – distanța dintre rânduri, *m*;

z – numărul organelor de încorporare;

D – diametrul exterior de amplasare al vârfurilor organelor de încorporare, *m*.

Diametrul exterior de amplasare al vârfurilor organelor de încorporare și pasul dintre semințe depind de variația coeficientului de alunecare, deoarece intervalul real dintre cuiburi este determinat de alunecarea roții de însămânțare. Incluzând coeficientul de alunecare obținem:

$$D = \frac{L \cdot z}{\pi} \varepsilon = \frac{n \cdot z \cdot 10^4}{\pi \cdot N \cdot b} \varepsilon, [m], \quad (24)$$

unde: ε – coeficientul de alunecare (pentru secția mașinii de semănat de tip rotativ cu masa de 45 ... 55 kg și lungimea organelor de încorporare de 4 ... 12 cm, valoarea coeficientului de alunecare este de $\varepsilon = 0,96 \dots 0,85$).

Conform cerințelor agrrotehnice, mărimea distanței dintre semințele de porumb trebuie să fie de 20 ... 70 cm. Respectiv, lungimea arcului de circumferință dintre organele de încorporare alăturate trebuie să fie același. Reieșind din această condiție și considerând că pe roata de însămânțare vor fi montate 4 sau 6 organe, de asemenea, luând în considerare coeficientul de alunecare, diametrul exterior de amplasare al vârfurilor organelor de încorporare, calculat cu relația (24), va fi $D = 0,85 \dots 0,75$ m.

Lățimea jantei roții de însămânțare depinde de gradul admisibil al compactării solului, de parametrii organului de încorporare (diametru, lățime, diagonală) și de lățimea zonei de protecție a rândului de plante:

$$B = d_1 \cdot k \leq 0,14 \dots 0,17 \text{ m}, \quad (25)$$

unde: d_1 – diametrul organului de încorporare, *m*;

k – coeficientul raportului dintre lățimea jantei roții și diametrul organului de încorporare;

0,14 ... 0,17 – lățimea zonei de protecție, *m*.

Adâncimea urmei formate de roata secției pentru roțile conduse se determină conform relației Grandvuane-Goriacikin:

$$h_k = 1,313 \sqrt{\frac{G^2}{B^2 \cdot q^2 \cdot D}}, [m], \quad (26)$$

unde: G – forța de greutate a secției mașinii de semănat de tip rotativ, *N*;

B – lățimea jantei roții, *m*;

q – coeficientul redus al compactării volumetrice a solului, *N/cm³* (pentru solul arat $q = 2 \dots 5$ *N/cm³*);

D – diametrul exterior de amplasare al vârfurilor organelor de încorporare, *m*.

$$h_k = 1,313 \sqrt{\frac{(450 \dots 550)^2}{(0,14 \dots 0,17)^2 (2 \cdot 10^5 \dots 5 \cdot 10^5)^2 (0,75 \dots 0,85)}} = 0,021 \dots 0,0055 \text{ m}.$$

În baza cercetărilor experimentale de laborator și de câmp s-a stabilit că, pentru evitarea pătrunderii solului în partea interioară a jantei roții, grosimea jantei roții de însămânțare, împreună cu protectorul, nu trebuie să depășească 2,2 ... 2,5 cm.

Lungimea organelor de încorporare sau diametrul maxim exterior față de diametrul jantei roții se alege pornind de la cerințele agrotehnice pentru cultura însămânțată și se află în limitele a 4 ... 12 cm.

Diametrul conductei din interiorul organului de încorporare reiese din parametrii dimensionali ai seminței de porumb:

$$D_e = 1,24\sqrt[3]{V_s}, [cm], \quad (27)$$

unde: D_e – diametrul echivalent al unei semințe de porumb, mm;

V_s – volumul unei semințe, cm^3 ($V_s = 0,35 \dots 0,45 \text{ cm}^3$).

Pentru sămânța de porumb:

$$D_e = 1,24\sqrt[3]{(0,35\dots0,45)} = 0,88\dots0,95 \text{ cm} = 0,0088\dots0,0095 \text{ m}.$$

Pentru introducerea într-un cuib a 2 ... 3 semințe, diametrul maxim al alezajului organului de încorporare va fi:

$$d_0 = (2\dots3)D_e = 2,6\dots2,8 \text{ cm}.$$

Valorile parametrilor mașinii de semănat de tip rotativ sunt prezentate în tabelul 2 [7].

Tabelul 2. Parametrii secției mașinii de semănat de tip rotativ MSR

Indicator	Unitate de măsură	Formula de calcul	Valoarea indicatorului
Masa secției semănătoarei	kg	$m_p \geq m_{\min} = qSa \frac{r+a}{g \cdot f \cdot r}$	45 – 55
Diametrul exterior de amplasare a vârfurilor organelor de încorporare	m	$D = \frac{L \cdot z}{\pi} \varepsilon = \frac{n \cdot z \cdot 10^4}{\pi \cdot N \cdot b} \varepsilon$	0,75 – 0,85
Lățimea jantei roții	m	$B = d_1 \cdot k$	0,14 – 0,17
Diametrul găurilor de însămânțare ale organului de încorporare	m	$d_0 = (2\dots3)D_e$	0,026 – 0,028

Eficiența tehnico-economică a MSR include calculele eficienței economice a implementării în producere a organelor de lucru ale MSR. La baza procesului tehnico-economic stă metoda de determinare a eficienței economice a utilizării în agricultură a invențiilor, a tehnicii noi și a raționalizărilor.

În urma prelucrării rezultatelor experimentale putem concluziona:

✓ Studiul grafic comparativ, a stabilit valorile optime ale parametrilor constructivi care constituie: numărul organelor de lucru (z) este în limita de 7 – 8 buc; masa secției (m) în limita a 18 – 25 kg. Din punct de vedere energetic, este recomandată reducerea masei secției până la 18 kg, însă nu din contul reducerii numărului organelor de lucru (z).

✓ Pentru adâncimea de lucru maximă stabilită de cerințele agrotehnice, valoarea optimă a rezistenței la tracțiune se obține pentru valorile parametrilor $X_1 = z = 7 \text{ buc}$, $X_3 = m = 26 \text{ kg}$.

✓ Cunoașterea stabilității în lucru a mașinilor de semănat prezintă importanță practică pentru asigurarea unei lucrări de calitate, pe de o parte, pe de altă parte, pentru alegerea celor mai bune soluții constructive ale echipamentelor de monitorizare a indicilor funcționali ai procesului de lucru executat de mașinile de semănat.

✓ În baza studiului procesului de lucru al secțiilor experimentale și standard, s-a stabilit că rezistența la tracțiune în limita valorilor vitezei de lucru de 0,47 – 1,71 *m/s*, pentru secția standard, variază în intervalul a 300 ... 320 *N*, cu o abatere standard de până la 100 *N*; pentru secția experimentală, aceasta variază în limitele a 130 ... 145 *N*, cu o abatere standard de până la 35 *N*.

✓ În baza analizei caracteristicilor numerice, s-a stabilit că rezistența la tracțiune a secției experimentale este de 2 ... 2,5 ori mai mică decât a secției standard cu caracteristici numerice mai bune, datorită principiului de penetrare ciclică a solului în comparație cu formarea continuă a rigolei [3].

✓ În baza studiului coeficienților de asimetrie, putem constata: secția standard funcționează cu tendința de desfundare ce se datorează influenței reacției verticale a solului asupra secției; secția experimentală funcționează cu tendința de înfundare ce se datorează acțiunii masei secției.

✓ Studiul funcțiilor de corelație a proceselor de funcționare ne-a permis să stabilim caracterul identic al acestor procese, însă un caracter oscilatoriu mai esențial se observă la secția experimentală, fapt ce denotă o influență mai slabă a factorilor externi asupra secției de lucru.

✓ S-a evidențiat spectrul de frecvențe al dispersiilor procesului de funcționare a secțiilor, în vederea folosirii acestora în alegerea și proiectarea elementelor de monitorizare a procesului de semănat (traductoare cu senzori, piezoelectrice etc).

✓ Avantajele semănatului cu MSR permit utilizarea acestora în cadrul metodei noi, avansate de cultivare a porumbului, precum și în cadrul semănării porumbului sub strat de mulci (strat de folie). Metoda propusă de semănare a porumbului permite să se reducă cheltuielile de exploatare cu 21,04 % și să se obțină un efect economic anual de 159,89 *lei* la 1 *ha*, datorită economiei de semințe prin distribuția strict determinată a acestora de-a lungul rândului.

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

1. În urma analizei bibliografice, au fost scoase în evidență unele neajunsuri ale procesului de semănat tradițională în rigole cu utilizarea mașinilor de semănat cu brăzdare, cum ar fi: distribuția neuniformă a semințelor de-a lungul rândului și pe înălțime, nerespectarea parțială a cerințelor agrotehnice privind distanța dintre plante pe rând și încorporarea pe adâncime, precum și imposibilitatea adaptării mașinilor de semănat cu brăzdar la tehnologiile moderne de cultivare a plantelor (semănatul direct, tehnologiile mini-till, no-till etc.) [5].

2. A fost argumentată o metoda alternativă de semănat în cuiburi, cu MSR care în comparație cu metoda de semănat tradițională în rigole, cu mașini de semănat cu brăzdar, permite distribuția mai precisă a semințelor – respectând distanța dintre plante pe rând de 29,5 ... 30,45 *cm* (intervalul conform cerințelor agrotehnice fiind

de 26 cm \pm 30% sau 18,2 – 33,8 cm), încorporarea pe adâncime fiind de 5,1 ... 6,0 cm (intervalul conform cerințelor agrotehnice fiind de 6 cm \pm 15% sau 5,1 – 6,9 cm).

3. În baza analizei literaturii de specialitate în domeniul mijloacelor tehnice de semănat în cuiburi, au fost propuse și brevetate 2 concepte ale schemelor constructive pentru MSR cu distribuția și transportarea mecanică a semințelor care constă în plasarea forțată a semințelor în patul germinativ de către organele de lucru [8, 9].

4. Modelarea la calculator și experimentală în condiții de laborator și în câmp a procesului de lucru al secției MSR, a reconfirmat că dimensiunile și calitatea cuiburilor sunt determinate de forma traiectoriei deplasării în stratul de sol a vârfului organului de încorporare (cicloida) fiind dependente de coeficientul de alunecare al roții de lucru, valorile limită ale cărora nu trebuie să depășească 10 ... 12 % [6].

5. În cadrul cercetărilor realizate pe instalația experimentală pentru cercetarea procesului de formare a cuiburilor, s-a stabilit că, sub acțiunea organului de lucru elaborat, stratul subsemencer de sol în cuiburi se compactează la adâncimea de 6 ... 8 cm, creând condiții optime pentru formarea sistemului capilar care facilitează transportarea apei către zona de încorporare a seminței [6].

6. Au fost determinați factorii ce influențează caracterul dinamicii roții (secției) MSR, cum ar fi: sarcina axială aplicată pe roată, diametrul roții, adâncimea de încorporare sau lungimea organelor de lucru și viteza de lucru. S-a stabilit că cu creșterea lungimii organelor de încorporare, se atestă neuniformitatea rotirii (alunecări) roții, care parțial poate fi compensată prin majorarea sarcinii axiale sau a diametrului roții. În baza analizei regresionale au fost stabiliți **parametrii optimi: sarcina axială normală pe roata de lucru se 350 ... 550 N, diametrul roții de lucru 500 ... 800 mm, coeficientul de alunecare a roții secției MSR 10 ... 12 %** [7].

7. Testările MSR pentru porumb în condiții de câmp au demonstrat o dispersie, practic, nulă a distanței dintre semințe pe rând, respectând astfel, în totalitate, cerințele agrotehnice. În același timp, datorită principiului de penetrare ciclică a solului în comparație cu formarea continuă a rigolei, **cheltuielile energetice pentru executarea lucrării de semănat cu MSR s-au micșorat de 1,5 ... 2,0 ori în comparație cu mașinile de semănat cu brăzdar de tip patină** [3].

8. Folosirea organelor de lucru elaborate în cadrul tezei de doctorat asigură reducerea cheltuielilor de exploatare cu 21,04 % cu un efect economic anual de 159,89 lei la 1 ha.

RECOMANDĂRI PRACTICE

✓ Pentru asigurarea condițiilor optime de dezvoltare a seminței în sol bucla descrisă de către vârful organului de încorporare trebuie să aibă amplasat nodul mai jos de nivelul solului sau la nivelul acestuia, astfel ca sămânța nimerită în cuib să fie acoperită cu un strat suficient de sol.

✓ Calitatea lucrului organului de încorporare este determinată de coeficientul de alunecare a roții de lucru, ale cărui valori limită nu trebuie să depășească 10 ...

12 %, în caz contrar nu se asigură amplasarea nodului buclei mai jos de nivelul solului.

✓ Valorile optime ale sarcinii axiale normale pe roata de lucru trebuie alese în limitele 350 ... 550 N, și a diametrului roții în intervalul 500 ... 800 mm.

Sugestii privind cercetările de perspectivă. Cercetările efectuate în lucrare, pot fi completate cu studii pe următoarele direcții:

- comportarea MSR în procesul de semănat sub strat de mulci;
- utilizarea MSR în cadrul tehnologiilor conservative precum no till și mini till.

LISTA PUBLICAȚIILOR LA TEMA TEZEI

Articole în reviste

1. **NASTAS, A., BOTEZ, A.** Echipamente agricole cu consum redus de energie. In: *Intelectus*. 2015, nr. 4. pp. 109-116. ISSN 1810-7079.
2. **NASTAS, A.** Mașini agricole pentru mulcire. In: *Meridian ingineresc*. 2017, nr. 3(66), pp. 45-48. ISSN 1683-853X
3. **NASTAS, A.** Rezistența la tracțiune a semănătoarelor rotative. In: *Știința agricolă*. 2018, nr. 2, pp. 149-153. ISSN 1857-0003.

Articole/teze în lucrările conferințelor

4. **NASTAS, A., TABARANU, A.,** Semănătoare manuală. In: *Lucrările conferinței științifice jubiliare studențești 50 ani UTM*, 20-21 octombrie, 2014. pp. 106-107, Vol. III, Ch.: Tehnica –UTM.
5. **NASTAS, A.** Elemente inovative în construcția semănătoarelor. In: *Lucrările Conferinței tehnico-științifice a colaboratorilor, doctoranzilor și studenților UTM*, 1-17 decembrie, 2017. pp. 492-493, Vol. 1 / Univ. Tehn. a Mold. – Ch.: Tehnica –UTM, 2017.
6. **NASTAS, A.** Simularea la calculator a procesului de lucru a secției mașinii de semănat rotative. In: *Vol. 51: Inginerie Agrară și Transport Auto: Materialele Simpozionului Științific Internațional "Realizări și perspective în ingineria agrară și transport auto"*, dedicat aniversării a 85 de ani de la fondarea Universității Agrare de Stat din Moldova. 2018. pp. 129-132. ISBN 978-9975-64-300-9.
7. **NASTAS, A.** Stoicev, P., Serbin, V. Argumentarea parametrilor constructiv-funcționali ai secției mașinii de semănat rotative. In: *Vol. 51: Inginerie Agrară și Transport Auto: Materialele Simpozionului Științific Internațional "Realizări și perspective în ingineria agrară și transport auto"*, dedicat aniversării a 85 de ani de la fondarea Universității Agrare de Stat din Moldova. 2018. pp. 139-141. ISBN 978-9975-64-300-9.

Brevete de invenție

8. **NASTAS, A., BOTEZ, I., STOICEV, P., BEZEID, J.** *Semănătoare manuală*, Brevet de invenție MD nr. 728, BOPI nr. 2/2014. p. 26.
9. **NASTAS, A., BOTEZ, IL., BOTEZ, AL., GULCO, V.** *Semănătoare*. Brevet de invenție MD nr. 863, BOPI nr. 1/2015, p. 40-41.

ADNOTARE

Nastas Andrei. „Argumentarea parametrilor constructiv-funcționali ai organelor de încorporare în sol a semințelor pentru semănători”. Teză de doctor în științe tehnice, Chișinău, 2019.

Teza este formată din: introducere, patru capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografia însumând 105 titluri, 7 anexe, 122 de pagini de text de bază, 65 de figuri și 29 de tabele. Rezultatele obținute sunt publicate în 9 lucrări științifice.

Cuvinte-cheie: semănat, mașină de semănat, secție, organ de încorporare, cuib, parametru tehnologic, rezistență la tracțiune.

Domeniul de studiu – tehnică.

Scopul lucrării: Îmbunătățirea indicatorilor tehnologici ai calității semănatului de precizie prin optimizarea parametrilor constructivi-funcționali ai organelor de încorporare a semințelor a semănătorilor de tip rotativ.

Obiectivele cercetării: sinteza informației privind metodele și mijloacele tehnice pentru desfășurarea semănatului culturilor prășitoare, clasificarea lor, precum și evaluarea capacităților lor funcționale în limitele cerințelor agrotehnice impuse mașinilor de semănat culturi prășitoare; studiul teoretic a procesului de funcționare a organelor de lucru pentru încorporarea în sol a semințelor culturilor prășitoare; elaborarea mostrelor experimentale și efectuarea încercărilor de laborator și de câmp, cu evaluarea indicilor agrotehnici și energetici; cercetarea caracteristicilor de exploatare ale organelor de încorporare a semințelor culturilor prășitoare; determinarea eficacității economice de la utilizarea organelor de încorporare cercetate pentru semănatul culturilor prășitoare; argumentarea, în baza rezultatelor obținute, a necesității modernizării operației de semănat culturi prășitoare.

Metodologia cercetării științifice: prevede utilizarea metodei empirice asociată cu verificarea experimentală a teoriei și urmărirea evoluției proceselor naturale și tehnice.

Noutatea și originalitatea științifică: au fost argumentate forma și parametrii constructivi-funcționali ai organelor de încorporare a semințelor în sol; în baza cercetărilor de laborator și de câmp, au fost obținute dependențele analitice și experimentale care oferă posibilitatea optimizării parametrilor constructivi-funcționali și a celor tehnologici ai organelor de încorporare în sol a semințelor culturilor prășitoare.

Rezultatele obținute: utilizarea organelor de lucru optimizate ale mașinilor de semănat de tip rotativ permit realizarea semănatului cu respectarea strictă a distanței dintre semințe (plante) de-a lungul rândului și pe adâncime a culturilor prășitoare la viteze de lucru majorate, în cadrul tehnologiilor de producere cu consum redus de energie.

Semnificația teoretică a lucrării constă în analiza teoretică a procesului de funcționare ale mașinilor de semănat de tip rotativ și modelarea interacțiunii organelor de încorporare cu solul.

Valoarea aplicativă a lucrării constă în elaborarea recomandărilor practice privind optimizarea și proiectarea organelor de lucru ale mașinilor de semănat de tip rotativ, precum și utilizarea acestor rezultate în procesul de instruire a studenților și specialiștilor din domeniul mașinilor agricole.

Implementarea rezultatelor științifice: rezultatele obținute au stat la baza elaborării modelului experimental, supus încercărilor de către reprezentanța AGCO Ltd Ucraina (com. Ciabană, reg. Kiev).

АННОТАЦИЯ

Настас Андрей. „Обоснование конструктивно - функциональных параметров органов заделывания семян в почву для сеялок”.
Диссертация на соискание учёной степени доктора (кандидата) технических наук, Кишинёв, 2019.

Диссертация состоит из: введения, четырех глав, общих выводов и рекомендаций, библиографии, содержащей 105 источника; 7 приложений; 122 страниц основного текста; 65 рисунков и 29 таблиц. По результатам исследований опубликованы 9 научных работ.

Ключевые слова: посев, сеялка, секция сеялки, заделывающий орган, лунка, технологический параметр, тяговое сопротивление.

Область исследования - техника.

Цель работы: Улучшение технологических показателей качества точного высева за счет оптимизации конструктивно-функциональных параметров заделывающих органов сеялок роторного типа.

Задачи работы: Сбор и анализ информации относительно методов и технических средств для посева пропашных культур, их классификацию, а также определение эксплуатационных параметров сеялок для пропашных культур в пределах агротехнических требований; теоретическое изучение рабочего процесса органов заделки в почву семян пропашных культур; разработка экспериментальных образцов, на основе результатов исследований, выполнение лабораторных и полевых исследований с оценкой агротехнологических и энергетических показателей; определение экономической целесообразности внедрения экспериментальных заделывающих органов для высева семян пропашных культур; обоснование на основе полученных результатов необходимости модернизации посевной операции.

Методология научного исследования: предусматривает использование эмпирического метода, связанного с экспериментальной проверкой теории и эволюцией природных и технических процессов.

Новизна и научная оригинальность: Обоснованы форма и конструктивно-функциональные параметры рабочих органов для заделки семян в почву; на основании лабораторных и полевых исследований получены аналитические и экспериментальные зависимости, позволяющие оптимизировать конструктивно-функциональные и технологические параметры заделывающих органов, предназначенных для внесения семян в почву.

Полученные результаты: использование оптимизированных заделывающих органов ротационных высевающих машин позволяет высеивать пропашных культур с четким соблюдением расстояния между семенами (растениями) вдоль ряда и по глубине на повышенных рабочих скоростях, в процессе энергосберегающих технологий.

Теоретическое значение диссертационной работы состоит в теоретическом анализе работы ротационных высевающих машин, и моделировании взаимодействия заделывающих органов с почвой.

Прикладное значение диссертации состоит в составлении практических рекомендаций по оптимизации и разработке органов заделки ротационных высевающих машин, а также использование этих результатов при подготовке студентов и специалистов.

Внедрение научных результатов: полученные результаты легли в основу экспериментальной модели, подвергнутой испытаниям представителем AGCO Ltd, Украина (пос. Чабаны, Киев).

ANNOTATION

Nastas Andrei. “The argumentation of constructive-functional parameters of punch planters’ organs for seeders”. The doctor’s thesis in technics, Chisinau, 2019.

The thesis is composed of introduction; four chapters; general conclusions and recommendations; bibliography of 105 titles; 7 annexes; 122 pages of essential text; 65 figures and 29 tables. The obtained results are published in 9 scientific works.

Key words: sowing, seeder, seeder section, punch planters’ organs; hole, technological parameter, traction resistance.

Field of study - technics.

The work goal: Improvement of the technological indicators of the quality of precision sowing by optimizing the constructive-functional parameters of the punch planters’ organs of the rotary type seeders.

The work task: synthesis of information on the methods and technical means for the sowing of the seed, their classification, as well as the assessment of their functional capacities within the limits of agrotechnical requirements imposed on sowing machines; the theoretical study of the working process of the working organs for soil incorporation of the seed; the development of experimental samples and laboratory and field trials, with the evaluation of agro-technical and energy indices; investigating the exploitation characteristics of the organs for the incorporation of the seed; determining the economic effectiveness of using new working organs for sowing seed; the argumentation, on the basis of the obtained results, of the need to modernize the sowing operation.

Methodology of scientific research: it provides for the use of the empirical method associated with the experimental verification of the theory and the evolution of natural and technical processes.

Scientific novelty and originality: the constructive-functional shape and parameters of the soil incorporation organs were argued; based on laboratory and field research, analytical and experimental dependencies have been obtained which offer the possibility of optimizing the constructive-functional and technological parameters of the soil incorporation organs of the seed.

Results: the use of optimized close-up organs of rotary sowing machines allows sowing of row crops with strict observance of the distance between seeds (plants) along the row and in depth at increased operating speeds, in the process of energy-saving technologies.

The theoretical value: of the thesis consists in a theoretical analysis of the work of rotary sowing machines, and modeling the interaction of the planter organs with the soil.

The applied value: of the thesis is in the elaboration of the practical recommendations for optimizing and design the planter organs of rotary sowing machines, as well as using these results in the process of training of students and specialists.

Implementation of scientific results: The obtained results are formed the basis of the experimental model, subjected to tests by the representative of AGCO Ltd Ukraine (Ciabany, Kiev).

NASTAS ANDREI

**ARGUMENTAREA PARAMETRILOR CONSTRUCTIVI-FUNCȚIONALI
AI ORGANELOR DE ÎNCORPORARE ÎN SOL A SEMINTELOR PENTRU
SEMĂNĂTORI**

**255.01 – TEHNOLOGII ȘI MIJLOACE TEHNICE PENTRU
AGRICULTURĂ ȘI DEZVOLTAREA RURALĂ**

Rezumatul tezei de doctor în științe tehnică

Aprobat spre tipar: 28.08.2019 Hârtie ofset. Tipar RISO. Coli de tipar: 2,0	Formatul hârtiei 60x84 1/16 Tiraj 40 ex. Comanda nr.
---	--

UTM, MD 2004, Chișinău, bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, nr. 168,
EDITURA TEHNICA - UTM, MD 2045,
Chișinău, str. Studenților, nr. 9/9.