

Rezumat al tezei:

STUDII ȘI CERCETĂRI PRIVIND PERFECTIONAREA
CONSTRUCTIVĂ ȘI FUNCȚIONALĂ A MORILOR DE MĂCINAT GRÂU
DESTINATE GOSPODĂRIILOR PRIVATE

Măcinarea cerealelor este una din cele mai vechi îndeletniciri, de-a lungul timpului, iar echipamentele din componența liniilor tehnologice pentru măcinarea grâului au evoluat concomitent cu progresul general al omenirii, prin aplicarea unor procedee și tehnologii de fabricație performante.

Pe plan național și internațional cercetările teoretice și experimentale referitoare la corelarea parametrilor funcționali cu parametrii energetici și constructivi ai utilajelor din industria morăritului au luat o amploare deosebită. Calitatea și siguranța produselor alimentare este un obiectiv major pentru producători și un drept al consumatorilor. Înscriindu-mă în această tendință de obținere a unor produse finite de calitate superioară și cu costuri minime, lucrarea de doctorat și-a propus ca obiectiv principal perfecționarea constructivă și funcțională a morilor de măcinat grâu destinate gospodăriilor private.

Lucrarea, elaborată ca teză de doctorat, cuprinde rezumatul tezei, cinci capitole și o listă bibliografică cu lucrări reprezentative în domeniu, cuprinzând și lucrări publicate de autor. Cele cinci capitole conțin 221 de pagini, în care sunt incluse 172 de figuri și 48 de tabele.

Lucrarea este structurată în **introducere**, *partea I*, cuprinzând stadiul actual privind procesele și utilajele de morărit, și *partea a II-a*, care cuprinde morile de măcinat grâu realizate, tehnicile de măsurare și concluziile.

Capitolul II are ca obiect **“Stadiul actual pe plan mondial și național, privind procesele și utilajele din morărit”** și se bazează pe studiul bibliografiei, a discuțiilor purtate cu unele persoane de specialitate și a contactului direct cu persoane care deserveșc unități de morărit.

Aspectele principale abordate în acest capitol sunt prezentate în continuare.

- Procese și utilaje pentru curățarea și sortarea grâului:
 - o Separarea impurităților după dimensiuni;
 - o Separarea impurităților după proprietăți aerodinamice;
 - o Separarea combinată a impurităților după dimensiuni și proprietăți aerodinamice;
 - o Separarea impurităților după masa volumică;

- Separarea impurităților după proprietăți magnetice;
- Separarea impurităților existente pe suprafața boabelor;
- Separarea impurităților cu mașini combinate.
- Prelucrarea hidrică a cerealelor în industria morăritului:
 - Rolul și efectele prelucrării hidrice;
 - Metode de prelucrare hidrică.
- Scheme tehnologice de pregătire a cerealelor în vederea măcinării.
- Procesul de măcinare:
 - Măcinarea cu ajutorul valțurilor;
 - Elemente de calcul și construcția valțurilor;
 - Mașini auxiliare utilizate în procesul de măcinare.
- Sortarea produselor măcinate:
 - Sortarea prin cernere;
 - Sortarea cu mașini de griș.
- Transportul produselor în moară:
 - Transportul gravitațional;
 - Transportul mecanic;
 - Transportul pneumatic.
- Aspirația în moară:
 - Aspirația în secția de curățare a grâului;
 - Aspirația în secția de măcinare-cernere.
- Diagrame tehnologice:
 - Elemente specifice ce stau la baza întocmirii diagramelor de măciniș;
 - Calculul lungimii cilindrilor, suprafeței totale a sitelor și a lățimii mașinilor de griș;
 - Exemple de diagrame de măciniș.
- Exemple de amplasare a unor mori pentru măcinat grâu.
- Morile satești existente în România.

În *capitolul III “Perfecționarea constructivă și funcțională a morilor de măcinat grâu”* sunt prezentate morile de măcinat grâu proiectate. Măcinarea grâului este un proces tehnologic complex care necesită un flux riguros, respectiv o linie tehnologică performantă.

Am proiectat și analizat următoarele mori pentru măcinat grâu:

- MG 400, care conține în schema tehnologică un separator-aspirator, mașini de descojit, o mașină de periat, un valț dublu, compartimentat, cu cilindri de măcinare $\varnothing$ 250 mm

=====

(diametru) x 800 mm (lungime) și o sită plană cu patru pasaje de cernere. Valțul dublu compartimentat este alcătuit din două părți, așezate simetric față de un plan vertical. Prin compartimentare, pe fiecare parte a valțului s-au obținut două pasaje de măcinare;

- MG 10P, care conține în schema tehnologică un separator-aspirator, un trior cu manta alveolară, mașini de descojit, trei valțuri duble, cu cilindri de măcinare Ø 250 mm (diametru) x 400 mm (lungime) și o sită plană cu șase pasaje de cernere;

- MG 25P, care conține în schema tehnologică un separator-aspirator, un trior cu manta alveolară, mașini de descojit, trei valțuri duble, cu cilindri de măcinare Ø 250 mm (diametru) x 800 mm (lungime) și o sită plană cu opt pasaje de cernere;

- MG 30P, care conține în schema tehnologică un separator-aspirator, un trior cu manta alveolară, un separator de pietre, mașini de descojit, trei valțuri duble, cu cilindri de măcinare Ø 250 mm (diametru) x 800 mm (lungime) și o sită plană cu rame pătrate cu șase pasaje de cernere și un finisor de tărațe;

- MG 35P, care conține în schema tehnologică un separator-aspirator, un separator de pietre, mașini de descojit, patru valțuri duble, cu cilindri de măcinare Ø 250 mm (diametru) x 800 mm (lungime), o sită plană cu șase pasaje de cernere și o sită plană cu opt pasaje de cernere.

Experimentarea acestor mori pentru măcinat grâu, am efectuat-o în cadrul societății comerciale IMA S.A. Iași, unde activez, și la beneficiarii acestora:

- localitatea Gârbovi, județul Ialomița, pentru moara de grâu tip MG 400;
- localitatea Brăila, județul Brăila, pentru moara de grâu tip MG 10P;
- localitatea Grindu, județul Ialomița, pentru moara de grâu tip MG 25P;
- localitatea Tecuci, județul Galați, pentru moara de grâu tip MG 30P;
- localitatea Pucioasa, județul Dâmbovița, pentru moara de grâu tip MG 35P.

Morile de măcinat grâu funcționează în localitățile corespunzătoare, prezentate mai sus.

Capitolul IV “Experimentarea morilor pentru măcinat grâu proiectate și realizate”, cuprinde aparatura și instrumentele folosite la încercări, verificările funcționale preliminare și determinările efectuate la morile proiectate și realizate sau mai precis cercetările experimentale efectuate.

După realizarea reglajelor și corelarea capacităților de lucru ale utilajelor componente, la morile de măcinat grâu s-au efectuat următoarele determinări:

- gradul și capacitatea de curățare ;
- parametrii cinematici și efectul tehnologic ale mașinii de descojit;
- parametrii cinematici și constructivi ai mașinii de periat;

- reducerea conținutului de substanțe minerale la trecerea grâului prin separatorul de pietre;
- parametrii instalației de aspirație;
- eficacitatea separatorului magnetic;
- capacitatea de măcinare și parametri tehnologici realizați de valțul dublu compartimentat VD-00/C;
- parametri constructivi și de exploatare ai valțului tip VDU 825;
- capacitatea instalației de transport pneumatic;
- capacitatea de procesare și parametri tehnologici ai morii;
- consumurile energetice ale morii;
- costurile de investiție pentru realizarea morii.

La toate morile de măcinat grâu, pe care le-am proiectat și realizat am avut în vedere **implementarea sistemelor HACCP, (Hazard Analysis Critical Control Point), EHEDG (European Hygienic Engineering Design Group)**. Aceste concepte fac parte integrantă din sistemul de Management al Calității Totale (TQM). Implementarea sistemelor de asigurare a calității în unitățile de morărit are rolul de a crește siguranța alimentară, respectiv de a fabrica un produs finit sănătos pentru hrana oamenilor.

Diagrama procesului tehnologic de măcinare a grâului poate fi grupată în patru sectoare distincte (*fig.1*).

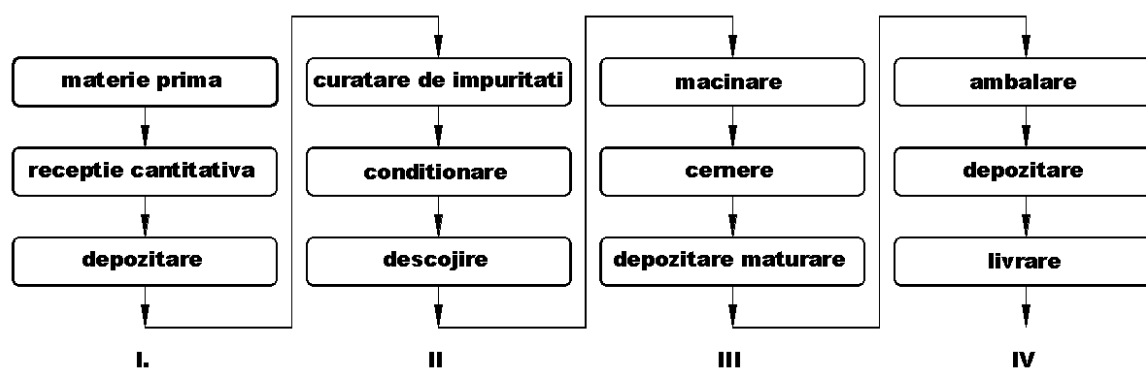


Fig.1. **Diagrama procesului tehnologic de măcinare a grâului:** **I** - sectorul de recepție și depozitare materie primă; **II** - sectorul pentru curățarea și condiționarea grâului; **III** - sectorul pentru măcinare-cernere și depozitare în vrac a produselor finite; **IV** - sectorul pentru ambalare, depozitare produse finite ambalate și livrare.

Fluxul tehnologic din zona de recepție–depozitare trebuie să includă, pe de o parte, mijloace de cântărire și de analiză a grâului, care să permită determinarea parametrilor: masa hectolitrică, conținutul de umiditate, cantitatea de corpuri străine, conținutul de gluten, sticlozitatea, conținutul de cenușă etc, iar pe de altă parte acest sector trebuie să fie dotat cu mai

=====

multe buncăre de depozitare, în vederea realizării unui stoc-tampon, dar și pentru izolarea acelor cantități de materii prime care sunt contaminate cu diferite boli și dăunători.

Utilajele și echipamentele au fost grupate și dispuse pe module, în funcție de operația tehnologică pe care o realizează.

Modulul pentru curățarea grâului include separator aspirator, descojitor intensiv, separator de pietre, trior cilindric, mașini de periat și turbo- separator. Acest modul tehnologic realizează separarea impurităților după dimensiuni și masă volumică, îndepărtează praful mineral, resturile de palei și bărbițele de pe suprafața boabelor de grâu.

Modulul de condiționare include: instalație pentru umectare, uniformizator de umiditate, buncăr cu celule pentru odihnă, descojitor intensiv și turboseparator. Instalația de umectare realizează corectarea umidității grâului în funcție de umiditatea inițială a produsului.

Secțiunile de măcinare și cernere s-au realizat sub forma a două module distincte.

Procesul de măcinare-cernere, are la bază trecerea succesivă a produselor prin fazele de măcinare (zdrobire, desfacere, măcinare), respectiv cernere, până la obținerea produselor finite.

Transportul produselor între valțurile de măcinare și sita de cernere se realizează pneumatic.

Analizând rezultatele testelor experimentale precum și comportarea acestor tipuri de mori pentru măcinat grâu în condiții de exploatare au rezultat o serie de **concluzii**, prezentate în *capitolul V*, cum ar fi:

1. Pentru a realiza creșterea performanțelor tehnice și tehnologice ale morilor pentru măcinat grâu existente în gospodăriile private, s-au efectuat studii de evaluare și s-au analizat prin prisma respectării procesului tehnologic de măcinare morile existente. În urma acestor analize au rezultat următoarele aspecte negative:

- produsul finit (făina) nu corespunde cerințelor actuale de calitate și siguranța alimentară;
- clădirile în care se amplasează morile au înălțimi de peste 11 m și ca urmare costurile de realizare a investițiilor sunt ridicate;
- supravegherea echipamentelor se realizează cu dificultate;
- accesul pentru intervenții este dificil și există pericolul de accidente;
- consumul specific de energie pentru unitatea de produs măcinat este ridicat;
- echipamentele din componența morilor prezintă performanțe tehnice reduse și fiabilitate scăzută.
- au impact negativ asupra mediului

2. Pe baza acestor considerente și urmărind îmbunătățirea performanțelor tehnice și tehnologice am reproiectat morile de măcinat grâu destinate gospodăriilor private cu capacități de 9÷35 tone grâu/24h , astfel încât toate echipamentele și instalațiile să fie amplasate în plan orizontal, pe o platformă betonată și fără fundații speciale.

Construcția morilor de măcinat grâu sub formă de module dispuse orizontal, abordată în mod propriu, prezintă următoarele avantaje:

- costurile de realizare a clădirii unde se montează moara cu amplasare orizontală se reduce cu cel puțin 30%, deoarece scade înălțimea clădirii de la 11-12m la maximum 6,5 m;
- permite amplasarea acestor mori în clădiri deja existente, prin realizarea altor dispuneri ale utilajelor;
- durata montajului la beneficiar se reduce la jumătate;
- se reduc riscurile de apariție a accidentelor;
- se reduce numărul de personal pentru deservirea morii;
- supravegherea morii, întreținerea și repararea utilajelor se realizează mult mai comod, întrucât toată activitatea se desfășoară pe o singură platformă , față de morile clasice, care sunt montate pe cel puțin 2-3 nivele;
- secțiunile de măcinare și de cernere s-au realizat sub forma a două module distincte, iar transportul măcinșului între acestea se face pneumatic. Prin această soluție se asigură o răcire bună a cilindrilor în timpul lucrului și se evită condensul atât în valțuri cât și pe conductele de transport;
- calitatea făinii crește substanțial, datorită folosirii transportului pneumatic pentru transportul produselor intermediare, între valțuri și site;
- fluxul tehnologic flexibil, permite extinderea capacității de lucru fără costuri ridicate.

3. Valțul dublu, compartimentat tip VD-00/C cu cilindri de măcinare $\phi 250$ mm (diametru) x 800 mm (lungime), pe care l-am proiectat , realizat și experimentat înlocuiește cu succes utilizarea a două valțuri duble VDU400 cu cilindrii de măcinare $\phi 250$ mm x 400 mm lungime. Parametri tehnologici ai valțului dublu compartimentat nu sunt similari celor obținuți în cazul folosirii a două valțuri duble VDU400. S-a obținut un indice mediu de încărcare specifică cu produs de 61,32 [kg · 24 h / cm] lungime cilindru de măcinare, la un consum specific de energie electrică de 0,0344 [kWh / kg] grâu măcinat. La moara de măcinat grâu tip MG 400 prin folosirea unui singur valț dublu compartimentat tip VD-00/C s-a obținut un coeficient de extracție total făină albă pentru panificație de 70 %.

Pentru capacitatea de aproximativ 402 kg grâu/h ,acționarea a două valțuri duble tip VDU400 este obținută de la patru electromotoare cu puterea de 5,5 [kW] fiecare, iar acționarea valțului dublu compartimentat tip VD-00/C este realizată cu două electromotoare cu puterea de 7,5 [kW] fiecare, astfel că prin utilizarea valțului compartimentat s-a obținut o reducere a consumului de energie electrică cu 7 [kWh].

Costul pentru execuția unui valț dublu compartimentat tip VD-000/C reprezintă aproximativ 65 % din valoarea costurilor pentru execuția a două valțuri duble tip VDU 400.

Spațiul ocupat de un valț dublu compartimentat tip VD-00/C este mai mic decât spațiul ocupat de două valțuri duble VDU400.

4. La proiectarea și execuția morilor pentru măcinat grâu am efectuat optimizarea următorilor parametri constructivi și tehnologici:

- capacitatea de producție;
- componența și caracteristicile diagramei fluxului tehnologic;
- parametri constructivi și funcționali specifici fiecărui utilaj component;
- spațiul și condițiile concrete de amplasare a morii;
- modul de dispunere al utilajelor;
- coeficientul de extracție și calitatea produselor finite;
- modul de alimentare a morii;
- colectarea și modul de colectare a produselor finite;
- impactul investiției asupra mediului înconjurător;
- posibilitățile de montaj existente la beneficiar;
- consumul specific de energie pe unitatea de produs finit.

5. La morile de măcinat grâu proiectate și realizate am obținut următorii parametri tehnologici:

- productivități medii de lucru cuprinse între 402 și 1378 [kg/h] grâu măcinat pe oră;
- încărcări specifice medii de măcinare cuprinse între 42,3 kg și 62,5 [kg · 24 h / cm lungime cilindru de măcinare];
- încărcări specifice medii de cernere cuprinse între 944,9 și 1250 [kg · 24h / m² de suprafață de sită]
- consumuri specifice de energie electrică cuprinse între 0,057 și 0,071 [kWh / kg grâu măcinat];
- coeficienti de extracție total făină albă de panificație cuprinși între 70 % și 75 % .

=====

6. În urma analizei rezultatelor obținute la încercări se poate concluziona că morile proiectate și realizate, satisfac cerințele obținerii unor produse de calitate , cu consumuri energetice mici și respectarea normelor de igienă.

7. Ținând seama de toate precizările făcute anterior se poate spune că morile de măcinat grâu proiectate, realizate și experimentate sunt utilaje complexe care prezintă performanțe ridicate în exploatare, se întrețin ușor și se pretează foarte bine pentru gospodăriile private.