



FUNDAMENTAREA SOLUȚIEI TEHNICE ȘI MODELAREA 3D A UNUI TOCĂTOR PENTRU RESTURI VEGETALE

Autori: Dragoș Iulian ROTARU , anul IV , M.I.A.I.A.

Îndrumător științific: Conf. Dr. Ing. Petru DUMITRACHE

Facultatea de Inginerie și Agronomie din Brăila, Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați

dragosiulian.rotaru@yahoo.com

Rezumat: Prezentă lucrare tratează fundamentarea soluției tehnice și modelarea 3D a unui tocător de resturi vegetale. În prima parte a lucrării sunt prezentate principalele aspecte vizând tocarea resturilor vegetale precum și gestionarea acestora. În continuare se prezintă fundamentarea soluției tehnice și modelarea tridimensională cu ajutorul unui soft de proiectare 3D, a unui tocător de resturi vegetale. La final sunt prezentate concluziile autorului lucrării.

Cuvinte cheie: resturi vegetale, tocător resturi vegetale, soluție tehnică, modele CAD.

1. GENERALITĂȚI

Gestionarea deșeurilor rămâne a fi o problemă actuală în majoritatea țărilor din lume. Formarea deșeurilor este în mare măsură rezultatul folosirii ineficiente a materiei prime și energiei în procesele de producere, ceea ce conduce la pierderi economice, după care sunt necesare cheltuieli suplimentare pentru colectarea, prelucrarea și eliminarea deșeurilor.

Resturile alimentare și resturile vegetale constituie până la 60% din deșeurile menajere din zonele suburbane din orașe și în localitățile rurale.

Prin resturi vegetale se înțelege totalitatea materialelor nepericuloase compostabile de proveniență naturală.

Resturile vegetale pot fi împărțite în câteva mari categorii, cum ar fi:

- resturi vegetale provenite din gospodărie: coji și resturi de legume, pulpă de fructe, frunze, crengi, flori veștejite etc.
- resturi vegetale rezultate în urma lucrărilor agricole: paie de cereale, coceni de porumb, tulpini și calatidii de floarea soarelui, frunze de sfeclă de zahăr etc.
- resturi vegetale rezultate în urma lucrărilor forestiere: rumeguș, crengi, frunze, scoarță etc.

Gestionarea resturilor vegetale, se referă la colectarea, transportul, tocarea, reciclarea și depozitarea acestora. De obicei, termenul se referă la materialele rezultate din activități umane și la reducerea efectului lor asupra sănătății oamenilor, a mediului, sau a aspectului unui habitat.

Resturile vegetale nu sunt poluante în sine, cu excepția cazurilor în care nu sunt folosite sub forma naturală.

Transformarea acestora în compost îmbunătățesc solul, iar microorganismele pe care le conțin adaugă cantități de nitrogen, potasiu și fosfor, astfel încât nu mai este nevoie de utilizarea îngrășămintelor chimice. Nu în ultimul rând, prin reciclarea lor se contribuie la reducerea cantității deșeurilor.

Avantaje ale valorificării resturilor vegetale:

- reciclarea materialelor vegetale;
- realizarea de noi locuri de muncă;
- valorificarea produsului rezultat prin comercializarea sa pe piața internă cât și în afară;
- realizarea unei alternative simple prin folosirea peletilor pentru producerea căldurii în

- domeniul casnic sau în întreprinderi din mică industrie;
- obținerea unor produse agricole sănătoase prin folosirea compostului ca îngrășământ în locul celor chimice;
 - reducerea necesarului de lemn prin folosirea în construcții a plăcilor PAL, MDF etc. obținute din resturi lemnoase în locul scândurilor obținute prin debitarea arborilor.

Mărunțirea resturilor vegetale este o fază foarte importantă și delicată, întrucât sunt facilitate atât procesele de degradare și transformare a acestora în substanțe organice cât și posibilitatea refolosirii lor în diverse industrii.

Mărunțirea se realizează în funcție de duritatea, plasticitatea sau elasticitatea materialelor:

- prin concasare sau sfărâmare, când materia primă are duritate mare și dimensiuni mari, fiind sfărâmată în bucăți de mărime mijlocie;
- prin granulare, când materia primă este dură și cu mărime medie, fiind transformată în bucăți mici;
- prin dezintegrare, când din produsul cu duritate mică se obțin granule fine;
- prin măcinare, când se obțin granule mici sau pulberi;
- prin tăiere sau divizare, când din produsele cu consistență mare (carne, aluat, fructe) se obțin bucăți mici;
- prin tocare, când se obțin dimensiuni foarte mici, a unor produse cu consistență mare (nuci, carne, boabe de cacao).

După metoda folosită în procesul de mărunțire, mașinile de mărunțit se clasifică în următoarele categorii:

- mașini de mărunțit prin compresiune, numite și concasoare;
- mașini de mărunțit prin lovire/dezintegrare;
- mașini de mărunțit prin frecare (măcinare);
- mașini de mărunțit prin tăiere.

Tocătoarele de resturi vegetale sunt realizate în diferite soluții constructive, diferențiate prin productivitate și costuri de realizare, respectiv de mentenanță.

Proiectarea și realizarea unui tocător de resturi vegetale de uz casnic/semi-industrial, necesită, în primul rând, cunoașterea stadiului actual în domeniul tocătoarelor de resturi vegetale.

Tocătoarele de resturi vegetale se pot clasifica după mai multe criterii, cele mai importante fiind următoarele:

- criteriul modului de acționare a tocătorului;
- criteriul organului activ de lucru;
- criteriul capacității de prelucrare a tocătorului;
- criteriul modului de transportare a tocătorului;

După modul de acționare al tocătorului, sunt folosite următoarele utilaje:

- tocătoare de resturi vegetale acționate de un motor electric;
- tocătoare de resturi vegetale acționate de un motor termic;
- tocătoare de resturi vegetale acționate hidraulic;
- tocătoare de resturi vegetale acționate cardanic;
- tocătoare de resturi vegetale acționate manual.

2. FUNDAMENTARE SOLUȚIE TEHNICĂ

În continuare se vor prezenta tipurile de utilaje de uz casnic/semi-industrial folosite în prezent pentru tocarea resturilor vegetale acționate de un motor electric, precum și forțele care acționează

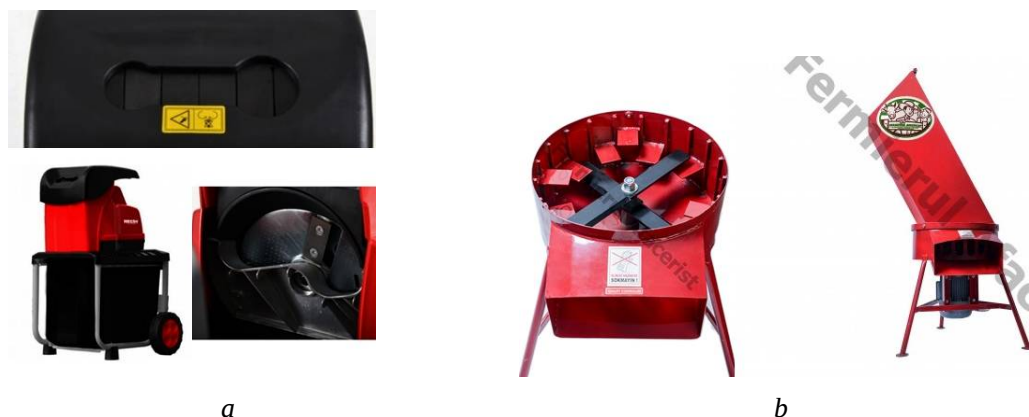
asupra resturilor vegetale în timpul tocării acestora.

Tocătoarele de resturi vegetale acționate de un motor electric se folosesc de regulă, pentru uz gospodăresc sau semi-industrial, pentru tăierea resturilor vegetale și a crengilor de dimensiuni mai mici de până la 50 mm.

Principalele avantaje ale acestor tocătoare sunt reprezentate de faptul că, sunt mai puțin zgomotoase în timpul utilizării și nu este necesară întreținerea motorului. Un inconvenient îl reprezintă faptul că, utilizarea acestora se face doar în apropierea unei surse de curent.

În această categorie distingem două tipuri:

- alimentate de la o tensiune nominală de 220 V (vezi figura 2.1 a și b): diametrul de prelucrare de până la 45 mm, sunt cele mai comune în domeniul casnic, puterea motorului oscilează între (1200...3000) W;



*Fig. 2.1–Tocător resturi vegetale alimentat la 220 V
a – tocător 2800 W; b – tocător 2200 W*

- alimentate de la o tensiune nominală de 380 V (vezi figura 2.2): pentru funcționare necesită o rețea trifazică de alimentare, echipate cu un motor cu o putere de cel puțin 7 kW. Pot fi echipate și cu o turbină de tip ciclon, ce trage materia tocată și o evacuează.



*Fig. 2.2 – Tocător resturi vegetale alimentat la 380 V,
a – cu alimentare verticală; b – cu alimentare orizontală*

În cele ce urmează sunt prezentate toate datele necesare fundamentării soluției tehnice, precum și caracterizarea generală a soluției tehnice.

Din prezentarea utilajelor de tocare a resturilor vegetale, făcută anterior în cadrul prezentei lucrări, rezultă că preocupările actuale în domeniul tocării resturilor vegetale cu ajutorul unui tocător de uz casnic/semi-industrial, sunt orientate mai mult către tocătoarele antrenate doar de la o singură sursă de putere, fie de un motor termic, fie de un motor electric și mai puțin către tocătoarele ce pot fi antrenate de la mai multe surse de putere, ce pot fi schimbate între ele în funcție de necesități (motor electric sau termic).

În plus, cercetarea stadiului actual sugerează că la ora actuală sunt puțini producători de acest tip de tocător, producția acestuia fiind de cele mai multe ori doar la comanda clientului.

Ca urmare, tocătorul propus prin tema de proiectare, este capabil să taie ramuri sau resturi vegetale rezultate în urma toaletării copacilor sau în urma curățeniei din gospodărie, cu un diametru de până la 40 mm, în funcție de umiditatea și speciile de lemn.

Ramurile tocate sunt combustibil ideal pentru cazanele de piroliză pe combustibil solid, seminee, sobe și alte aparate de încălzire, precum și pentru producerea cărbunelui, iar resturile vegetale pentru producerea compostului.

Poate fi utilizat pentru prelucrarea și reciclarea prin tăierea ramurilor, plăcilor și a altor deșeuri lemnoase.

Tocătorul transformă materiile prime în bucăți cu lungime de până la 60 mm, această dimensiune nu poate fi reglată, dar depinde de diametrul (grosimea) materiei prime.

Elementul de lucru al modului sunt cuțitele. Pe modul sunt instalate 8 cuțite (câte 4 pe fiecare ax) realizate din oțel.

Evaluarea principalilor parametri funcționali ai tocătorului

Observație:

În vederea efectuării calculelor, valorile tuturor coeficienților s-au adoptat pentru lemnul natural de esență tare de tip salcâm pentru umiditatea de echilibru de 12%, întrucât este cel mai întâlnit în gospodărie. Valorile rezultate din calcule sunt valorile maxime ce pot fi prelucrate. De asemenea, s-a avut în vedere diametrul maxim impus prin tema de proiectare și anume 40 mm.

Calculul rezistenței lemnului la forfecare în plan perpendicular pe direcția fibrelor

Rezistența caracteristică a lemnului natural $R_{f\perp}$

Se adoptă:

- rezistența caracteristică la forfecare în plan normal a salcâmului se adoptă conform normei NP 005-03

$$R_{f\perp\text{salcâm}} = 24 \frac{N}{mm^2} \quad (2.1)$$

Rezistența caracteristică a lemnului natural de tip salcâm se va mări cu 15% față de valorile normei NP 005-03, întrucât lemnul prelucrat are secțiunea rotundă.

$$R_{f\perp} = R_{f\perp\text{salcâm}} \cdot 0,15 + R_{f\perp\text{salcâm}} = 24 \cdot 0,15 + 24 = 27,6 \frac{N}{mm^2} \quad (2.2)$$

Se adoptă:

- valoarea coeficientului de lucru $m_{df\perp}$, corespunzătoare solicitării de forfecare pentru esență de lemn tare, la o durată a acțiunilor permanentă, conform normei NP 005-03.

$$m_{df\perp} = 0,6 \quad (2.3)$$

- valoarea coeficientului de lucru $m_{uf\perp}$, corespunzătoare solicitării de forfecare în plan

normal pedirecția fibrelor, la foioase, la clasa 1 de exploatare, conform normei NP 005-03.

$$m_{uf\perp} = 1 \quad (2.4)$$

- valoarea coeficientului de lucru $\gamma_{f\perp}$, corespunzătoare solicitării de forfecare în plan normal pe direcția fibrelor, conform normei NP 005-03.

$$\gamma_{f\perp} = 1,1 \quad (2.5)$$

Rezistența de calcul la forfecare în plan normal se calculează cu ajutorul formulei

$$R_{f\perp}^c = \frac{m_{uf\perp} \cdot m_{df\perp} \cdot R_{f\perp}}{\gamma_{f\perp}} \quad (2.6)$$

Înlocuind cu valorile numerice, se obține:

$$R_{f\perp}^c = \frac{1 \cdot 0,6 \cdot 27,6}{1,1} = 15,05 \frac{N}{mm^2} \quad (2.7)$$

Aria secțiunii supusă la forfecare A_f

Conform cerinței impuse prin tema de proiectare, diametrul maxim de prelucrare este de 40 mm. Aria secțiunii de forfecare se calculează cu relația:

$$A_f = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \quad (2.8)$$

Înlocuind cu valorile numerice, se obține:

$$A_f = \frac{\pi}{4} \cdot 40^2 = 1256,63 \text{ mm}^2 \quad (2.9)$$

Solicitarea de tăiere de calcul V_r

Se adoptă:

- valoarea coeficientului de tratare a lemnului m_{Tf} , corespunzătoare lemnului netratat la clasa 1 de exploatare, conform normei NP 005-03.

$$m_{Tf} = 1 \quad (2.10)$$

Solicitarea de tăiere de calcul se compară cu valoarea capacității portante la forfecare (V_r), stabilită cu relația:

$$V_r = R_{f\perp}^c \cdot A_f \cdot m_{Tf} \quad (2.11)$$

Înlocuind cu valorile numerice, se obține:

$$V_r = 15,05 \cdot 1256,63 \cdot 1 = 18912,28 \text{ N} \quad (2.12)$$

3. MODELARE 3D

Pentru modelarea soluției constructive a tocătorului de resturi vegetale ales pentru studiu și a componentelor acestuia, s-a folosit platforma CAD Autodesk Inventor, una dintre cele mai folosite platforme CAD de utilizare generală.

Trebuie subliniat faptul că modelul CAD al echipamentului permite verificarea corectitudinii soluțiilor adoptate, precum și unele aspecte ale funcționalității acestuia.

În cele ce urmează se prezintă soluția constructivă a echipamentului și soluțiile constructive ale principalelor subansambluri componente, precum și modele virtuale ale acestora, generate pe

platforma Autodesk Inventor.

Tipulechipmentului de tocare a resturilor vegetale este redat în figura 3.1 a și 3.1 b.

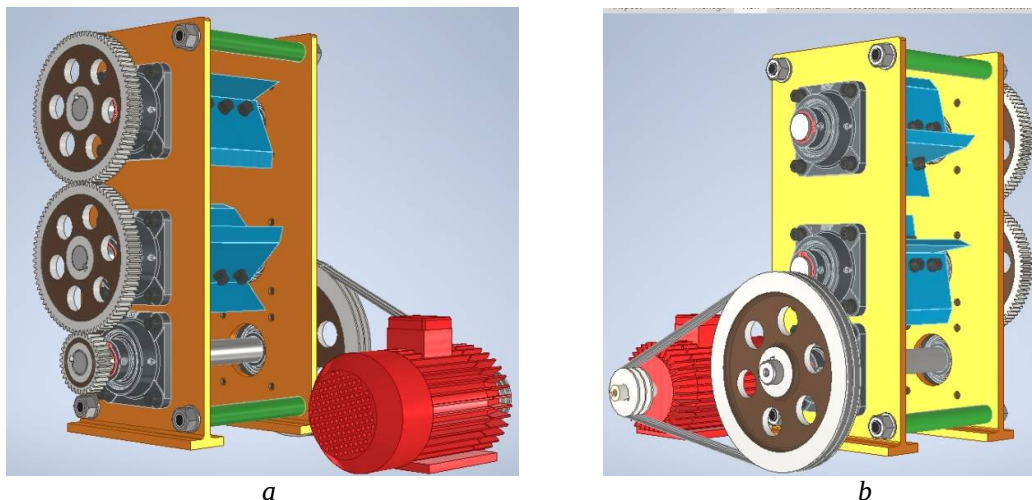


Fig. 3.1 – Tocător resturi vegetale soluție constructivă
a – vedete transmisie roți dințate; b – vedere transmisie curea

Echipamentul este compus din două *plăci laterale* fixate între ele cu ajutorul unor *prezoane*. Distanța dintre cele două plăci este fixă, fiind asigurată de cele patru *distanțiere* montate pe cele patru colțuri ale plăcilor.

Fixarea echipamentului și a motorului electric se poate realiza cu ajutorul unor șuruburi pe un cadru suport, ulterior, în funcție de mediul de utilizare al acestuia.

Transmisia puterii și reducerea turației de la *motorul electric* către *arborii* pe care sunt montate câte 4 *cuțite*, se realizează prin intermediul unei transmisii cu roți dințate și a unei transmisii prin curele trapezoidale.

Transmisia prin curele trapezoidale se realizează între arborele de ieșire al motorului și arborele de intrare al tocătorului de resturi vegetale, cei doi arbori fiind paraleli. A fost adoptat acest tip de transmisie și datorită faptului că reprezintă un coeficient de siguranță în caz de blocaj al tocătorului, întrucât foia va patina pe curea în această situație. Soluția constructivă a transmisiei prin curele trapezoidale este redată în subansamblul prezentat în figura 3.2.

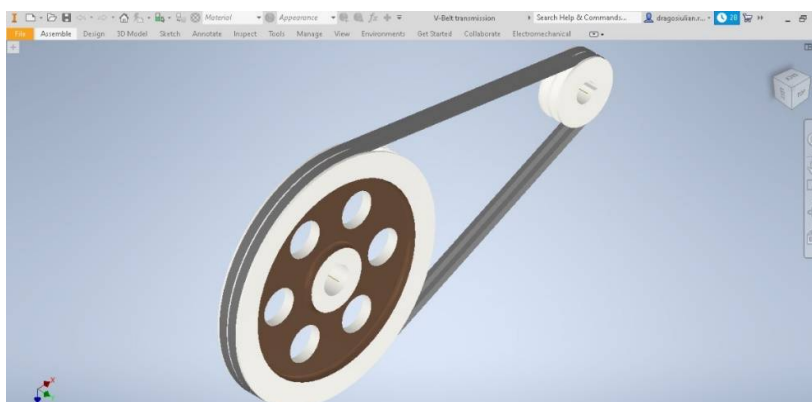


Fig. 3.2 – Soluție constructivă a transmisiei prin curele trapezoidale

Transmisia cu roți dințate se realizează între arborele de intrare al tocătorului și ceilalți doi

arbori pe care sunt montate câte 4 cuțite, cei trei arbori fiind paraleli între ei.

Soluția constructivă a transmisiei cu roți dințate este redată subansamblul prezentat în figura 3.3.

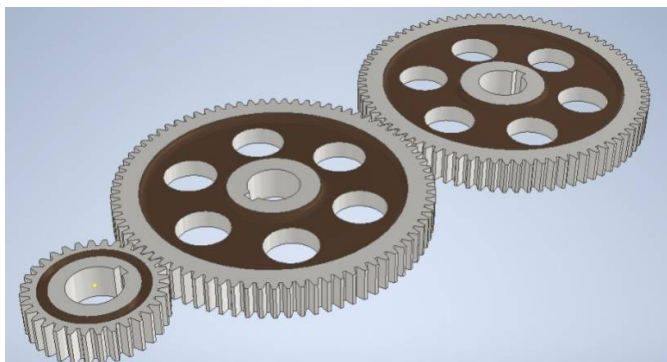


Fig. 3.3 – Soluție constructivă a transmisiei prin roți dințate

După cum se poate observa în figura 3.4, arborii sunt fixați prin intermediul unor flanșe cu rulmenți pe cele două plăci laterale. Fiecare flanșă este prevăzută cu câte un orificiu pentru gresare.

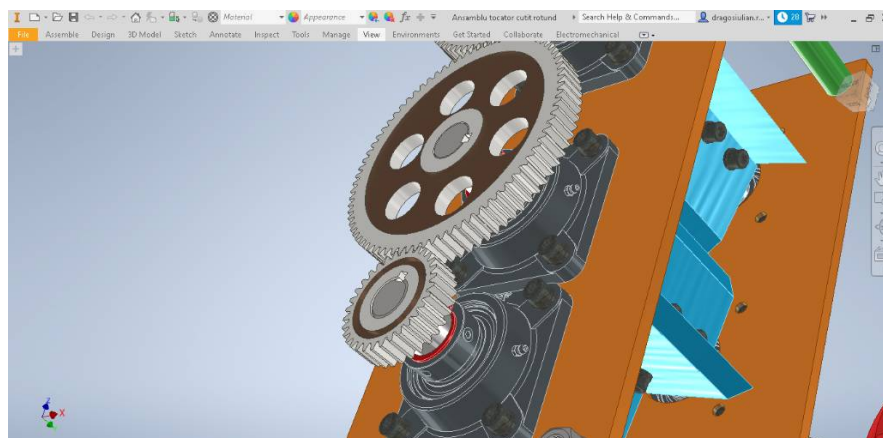


Fig. 3.4 – Soluția constructivă de fixare a celor trei arbori

În secțiunea prezentată în figura 3.5, se poate observa detaliul de fixare a arborilor pe flanșe, care se realizează cu ajutorul unor siguranțe montate la ieșirea din flanșă.

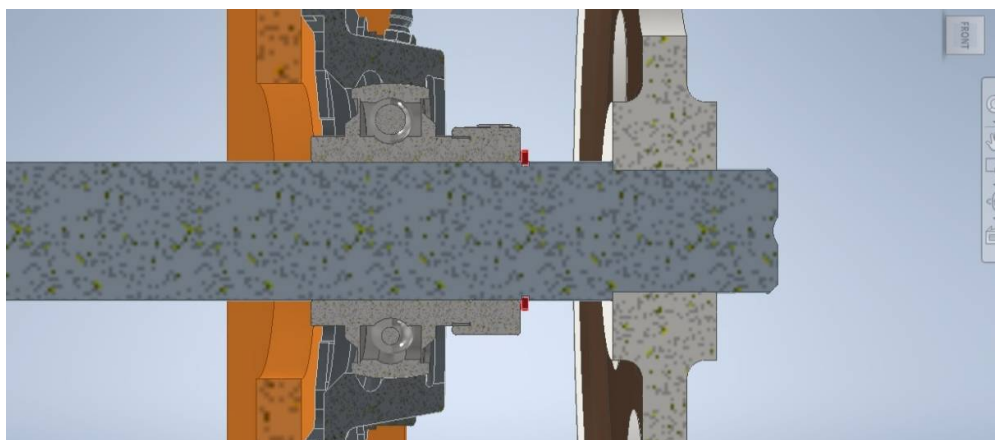


Fig. 3.5 – Detaliu fixare arbore pe flanșă

În subansamblul prezentat în figura 3.6, se poate observa soluția constructivă adoptată privind fixarea cuțitelor pe arbori.

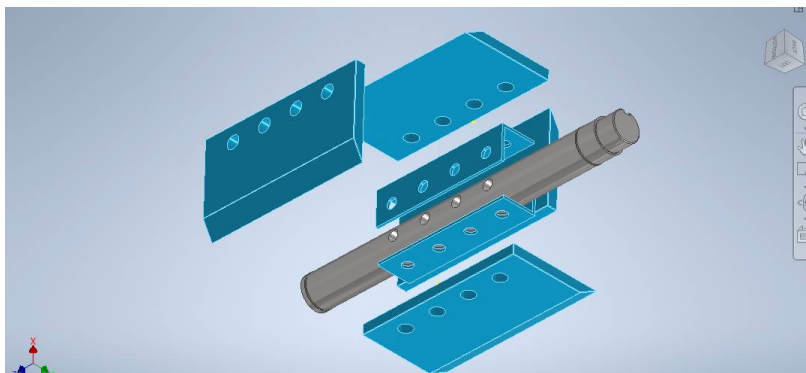


Fig. 3.6 – Detaliu fixare cuțite pe arbore

Cuțitele sunt fixate pe arbori cu ajutorul unor șuruburi ISO 14579:2011(E) M12x35 care sunt realizate din oțel special ce rezistă la solicitare cu șoc (oțel cu reziliență mare). Pentru a mări rezistența arborelui și pentru a monta cele patru cuțite pe arbore, s-au folosit câte două corniere cu o grosime de 3 mm. Cuțitele sunt realizate din oteluri carbon pentru scule **OSC 9** (STAS 1700-69). Aceste oteluri sunt destinate confecționării de scule utilizate la diverse prelucrări prin așchiere.

4. CONCLUZII

În urma elaborării prezentei lucrări, se pot formula următoarele observații și concluzii:

- analizând situația existentă, se constată că tocarea resturilor vegetale folosind echipamentul prezentat este o procedură destul de rar întâlnită în practică, cu toate că soluția constructivă prezentată este relativ ieftină de realizat. Ca urmare, tema lucrării prezente de actualitate și oportună;
- proiectarea asistată de calculator a sistemelor mecanice folosind platformele CAD este un instrument de lucru deosebit de puternic, cu numeroase avantaje față de proiectarea clasică și cu posibilități vaste puse la dispoziția proiectantului;
- calculul de rezistență constituie baza soluțiilor constructive ale sistemelor mecanice, deoarece, îndeplinirea rolului funcțional al acestora nu se poate face decât în condițiile în care structura lor de rezistență le asigură rezistența și stabilitatea necesare.
- concepția și proiectarea echipamentului s-au făcut pe baza unor soluții tehnice simple și eficiente.
- semifabricatele și materialele folosite la realizarea echipamentului sunt semifabricate și materiale comune.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Bunescu, V., ș.a. - Raționalizarea calculelor în proiectare, Editura Tehnică, București, 1970
- [2] Ing. dir. ex. AprocorLicence Sorin Pătraș – Calculul elementelor de construcții din lemn
- [3] <https://www.pestre.ro/masini-unelte/tocatoare-resturi-vegetale/>
- [4] https://ro.wikipedia.org/wiki/Gestionarea_de%C8%99eurilor
- [5] <http://www.agricultura365.ro/resturile-vegetale-si-fertilitatea-solului/>
- [6] <https://www.casa-gradina.ro/nu-risipi-resturile-vegetale/>