

# STUDIUL NUMERIC AL PROCESULUI DE ZDROBIRE A NUCILOR



dr. Ruslan ȚĂRNĂ,  
Universitatea Tehnică a Moldovei

***P**entru analiza structurilor complexe, la care poate fi raportată și nuca, se aplică diferite metode numerice, cum sunt: metoda elementelor finite (M.E.F.), metoda elementelor de frontieră (M.F.R.), metoda diferențelor finite (M.D.F.) [1,4,8]. Prezenta lucrare reflectă studiul privind stările de deformații și tensiuni care apar în coajă în procesul de zdrobire a nucii.*

Pentru efectuarea cercetărilor a fost utilizată M.E.F., una din cele mai efective metode de rezolvare numerică a problemelor ingineresti cu utilizarea calculatorului. Funcționarea programului ce realizează M.E.F. include cunoașterea a patru sisteme de bază ale datelor inițiale [6]: a) coordonatele și caracteristicile elementelor; b) caracteristicile materialului fiecărui element; c) condițiile de limită; d) tipul de încărcare.

#### **Coordonatele și caracteristicile elementelor.**

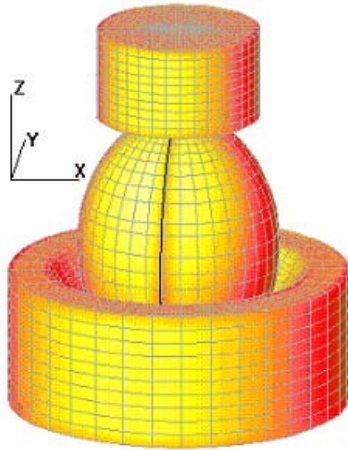
Pentru modelare s-au utilizat aproximativ 720 de noduri ale rețelei cu aproximativ 720 de elemente finite de tip placă, cu 6 grade de libertate pe nod. S-a considerat diametrul nucii egal cu 25 mm, înălțimea ei – 30 mm, grosimea cojii – 2 mm, grosimea bordurii – 2 mm. Bordura variază, înălțimea ei fiind de 2 mm pe ecuator și de 0 mm la poli. S-au utilizat elemente finite de formă triunghiulară și patrulateră.

**Caracteristicile materialului.** Pentru realizarea modelării este necesar să se cunoască modulul de elasticitate a materialului și coeficientul Poisson, care s-au acceptat respectiv:  $E = 400$  MPa și  $\nu = 0,4$ .

**Condițiile de limită.** Procesul de zdrobire a nucii se realizează între o placă și un inel. Inelul cu conicitate fiind rigid, s-a presupus că acesta blochează toate translațiile punctelor de contact cu nuca, însă permite rotirea acestora. Astfel, condițiile de limită vor fi: translații  $T_x = T_y = T_z = 0$ , iar rotațiile  $R_x$ ,  $R_y$  și  $R_z$  – libere.

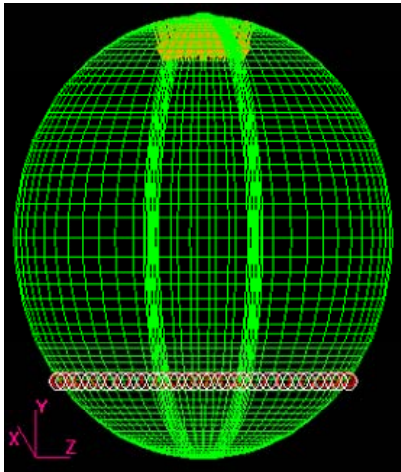
**Tipul de încărcare.** Nuca se expune la comprimare cu forță axială, fiind fixată într-un inel în partea inferioară și o placă în partea exterioară. Se consideră că forța nu este un vector concentrat în vârful nucii (caz ireal), ci distribuit pe o pată cu diametrul de 6 mm.

În fig. 1 este reprezentată schema de încărcare a nucii în 3D.



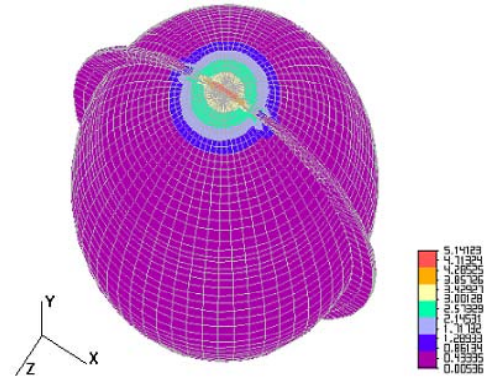
**Fig. 1. Schema de încărcare a nucii**

Fig. 2 reprezintă încărcarea cu presiune și modul de postare pe inel. De asemenea, se observă divizarea nucii în elemente finite bidimensionale de tip triunghiular și patrulater. În partea de jos a nucii sunt reprezentate punctele de contact ale inelului cu nuca.



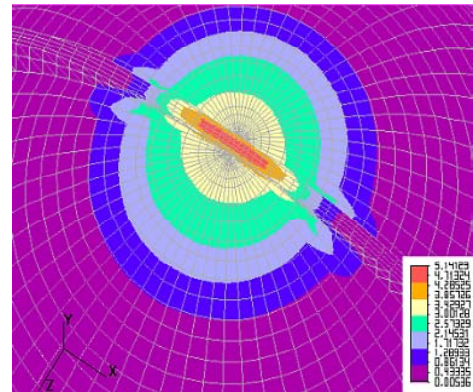
**Fig. 2. Încărcare și mod de postare pe inel**

În fig. 3 este prezentată vederea generală a nucii expusă unei forțe de 300 N. Prin culorile respective sunt indicate tensiunile în MPa care apar în coaja nucii în diferite zone. Se observă că tensiunea maximă de 5,1 MPa apare în vârful nucii, în zona de contact cu placa.



**Fig. 3. Valorile tensiunilor în coaja nucii (MPa), la expunerea unei forțe de 300 N**

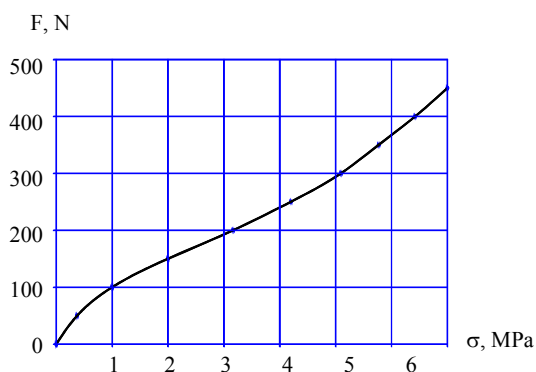
Pentru a ne crea o imagine mai clară referitor la tensiunile apărute, în fig. 4 este prezentată imaginea mărită a vârfului nucii.



**Fig. 4. Imaginea mărită a vârfului nucii, 300 N – tensiuni**

După cum se observă, imaginile prezentate, tensiunile maxime se înregistrează la îmbinarea dintre coji, în locul aplicării presiunii (și se generează chiar în stratul limita!). Prin urmare, deoarece materialul de îmbinare este mai slab decât materialul nucii, zona cu tensiune maximă (culoare mai întunecată) fiind iarăși cea de îmbinare, ruperea se va produce începând cu această zonă, adică anume acolo va apărea prima fisură în material.

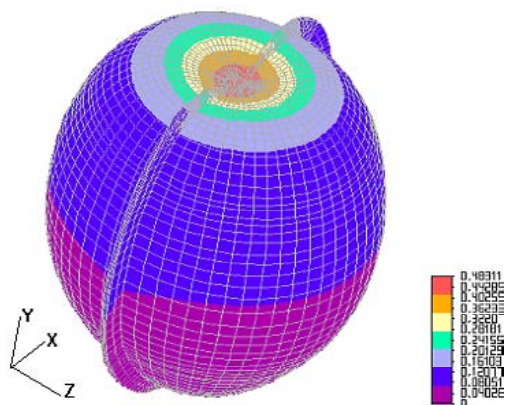
Valorile tensiunilor pentru diferite eforturi sunt reprezentate sub formă de grafic (fig. 5).



**Fig. 5. Variația tensiunii în vârful nucii în funcție de forța aplicată**

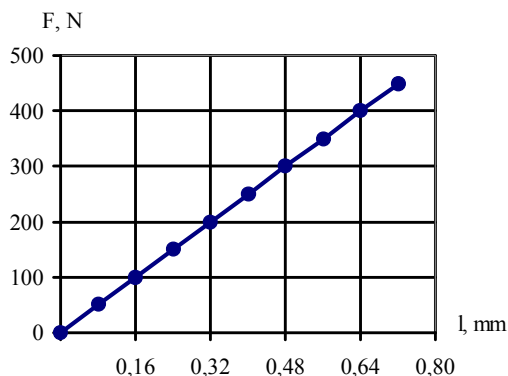
După cum vedem, odată cu mărirea forței de aplicare, se majorează și tensiunea. Graficul pune în evidență tensiunea care apare în vârful nucii. Astfel, la o solicitare de 100 N tensiunea în vârful nucii este de 1 MPa, iar la solicitarea de 400 N – de 6,3 MPa.

În fig. 6 este reprezentată vederea generală a nucii, expusă unei forțe de 300 N. Prin culorile respective sunt indicate deformațiile ce apar în coaja nucii în diferite zone. Se observă că deformația maximă de circa 0,48 mm apare în zona de contact a nucii cu placa.



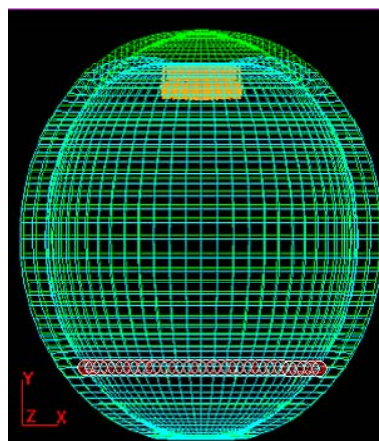
**Fig. 6. Valorile deformațiilor în coaja de nucă (mm), la expunerea ei unei forțe de 300 N**

Valorile deformațiilor pentru diferite eforturi de solicitare sunt prezentate sub formă de grafic în fig. 7. După cum se observă, odată cu mărirea forței de aplicare se majorează și deformația cojii de nucă. Astfel, la o solicitare de 100 N, deformația vârfului nucii este de 0,18 mm, iar la o solicitare de 400 N – de 0,65 mm.



**Fig. 7. Variația deformației vârfului nucii în funcție de forța aplicată**

În fig. 8 este prezentată deplasarea relativă a formei nucii, adică coaja deformată, suprapusă pe cea nedeformată.



**Fig. 8. Suprapunerea cojii deformate și a celei nedeformate**

Rezolvarea numerică a procesului de zdrobire a nucilor demonstrează că ruperea, deci și apariția fisurii, are loc la conexiunea dintre jumătățile nucii, fapt care a fost demonstrat și prin cercetările experimentale.

## Bibliografie

1. Beckers E. B., Carez G. F., Oden I.T. Finite Elements. New Jersey: Prentice Hall, 1984. 253 p.
2. Fischer U. Finite-Elemente-Programme in der Festkörpermechanik. Leipzig: Fachbuchverl., 1986. 243 s.

3. Gârbea D. Analiză cu elemente finite. București: Editura tehnică, 1990. 54 p.
4. Kämmer, Günter. Einführung in die Methode der finiten Elemente. Leipzig: Fachbuchverl., 1990. 300 s.
5. Larionescu D. Metode numerice. București: Editura Tehnică, 1989. 157 p.
6. Link M. Finite Elemente in der Statik und Dinamic. Stuttgart: B. G. Teubner, 1984. 264 s.
7. Weaver W. I., Johnston P. R. Finite Elements for Structural Analysis. New Jersey: Prentice Hall, 1984. 326 p.
8. Еременко С. Ю. Методы конечных элементов в механике деформируемых тел. Харьков: Основа, 1991. 272 с.

## SUMMARY

*The present work reflects the numerical research of walnuts crushing process through finite elements method. There are establishment graphical correlations between tension and deformation from walnuts shell depending on applied force. The receiving results confirm the experimental research, that the initial fissure appear in peak of walnut.*

## CALENDAR

*La 2 iunie 1951 s-a născut, la Petrovți-Gorâșni, r-nul Hliboca, reg. Cernăuți, Ucraina, Valentina MELNIC, medic microbiolog de categorie superioară, șefa Laboratorului de bacteriologie al Spitalului Clinic Republican, profesor la USMF „N. Testemițanu” și la Colegiul de Medicină din Chișinău.*

*Este autorul și coautorul a 19 publicații științifice de specialitate, 3 inovații și 2 invenții în domeniul elaborării mediilor de cultură pentru investigațiile microbiologice. Cercetările sale științifice țin de perfecționarea diagnosticului microbiologic al campilobacteriozelor.*

*A participat la mai multe ediții ale Expoziției Internaționale Specializate „INFOINVENT” (Chișinău), unde lucrările sale au fost apreciate cu diverse diplome și medalii, iar la ediția din anul 2003 a Salonului Internațional „ECOINVENT” (Iași) a obținut medalia de aur.*