



A XVI-a Conferință internațională – multidisciplinară  
„Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești”  
SEBEȘ, 2016

## **STUDIUL STĂRII DE TENSIUNI ȘI DEFORMAȚII CE APAR ÎN ROLELE DE RULMENT DE DIMENSIUNI MICI ÎN TIMPUL CONTACTULUI DINTRE CAPUL ROLEI ȘI GENERATOARE CÂND UNGHIUL DE IMPACT ESTE CUPRINS ÎNTRE $0^\circ \div 60^\circ$**

Tiberiu MĂNESCU Jr.

### **THE STUDY OF STRESS AND STRAIN OCCURRING IN SMALL BEARING WHEELS DURING THE CONTACT BETWEEN THE HEAD PULLEYS AND GENERATING THE ANGLE OF IMPACT IS BETWEEN $0^\circ \div 60^\circ$**

The paper presents comparative way using numerical techniques for modeling dynamic physical phenomena occurring at impact between two rolls with a diameter of 16 mm in several distinct situations to clash head - generating at an angle to an angle between  $0^\circ \div 60^\circ$ . Analyzed situations occur frequently in the manufacturing of cylindrical rollers that equip small radial bearings.

Keywords: cylindrical roller, impact, stress, displacement  
Cuvinte cheie: rolă cilindrică, impact, tensiuni, deformații

#### **1. Defecte ce apar în procesul de fabricație a roleurilor ce echipează rulmenții radiali**

Rolele confecționate din oțel aliat cu crom ce echipează rulmenții radiali au toleranțe de ordinul sutimilor de milimetri, motiv pentru care după prelucrare se sortează în grupe de toleranță.

În afara toleranțelor de sortare dimensională, se mai impun acestora diverse condiții de formă (rectiliniaritate, circularitate, conicitate) și de rugozitate a suprafeței, pentru a realiza forma geometrică corectă și implicit funcționarea optimă a rulmenților.

De foarte multe ori, datorită volumului mare de role fabricate la producția de masă, apar diferite defecte în urma ciocnirilor rotelor pe traseul A-B-C-D-E-F-G, dar mai ales în buncărul de colectare (figura 1), unde  $h = 430 \text{ mm}$  reprezintă înălțimea de cădere ale acestora de la centrul de prelucrare (A\_B) la depozitul colector.

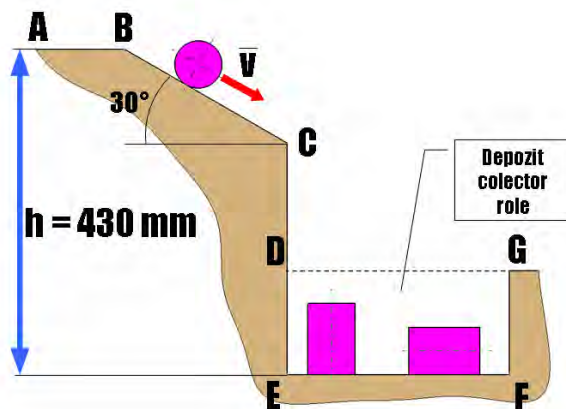


Fig. 1 Buncărul de colectare

Ciocnirile sunt fenomene, în general de scurtă durată (interacțiunea durează un timp finit), în decursul cărora două sau mai multe corpuri schimbă între ele impuls și energie.

Durata interacțiunii este suficient de mică pentru ca forțele externe să nu producă o modificare a impulsului sistemului. În cazul de față durata contactului este de  $t = 10^{-4} \text{ s}$ .

## 2. Analiza dinamică la impact

**2.1. Analiza la impact pe cap-generatore** (unghiul de impact este nul) a fost realizată folosind schema de încărcare aplicată, condițiile inițiale și de contur la viteza de impact de  $3 \text{ m/s}$  - figura 2, a în intervalul de timp  $1e^{-4} \text{ s}$ , în figura 1, b este prezentat suportul fix. Discretizarea cu elemente finite hexaedrale, numărul total de noduri 79380 și numărul total de elemente 73617 sunt prezentate în figura 2,c.

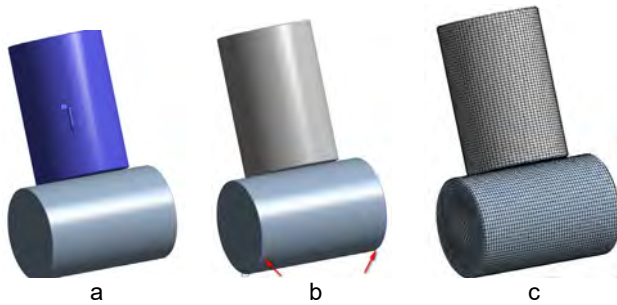


Fig. 2 Analiza la impact a, suportul fix b, rețeaua hexaedrală c

În figura 3,a este prezentat graficul tensiunilor echivalente von Mises pentru max. 266,86 MPa și harta tensiunilor echivalente figura 3, b. Harta deformațiilor totale max. 0,03448 mm figura 4, b, respectiv graficul acestora figura 4, a.

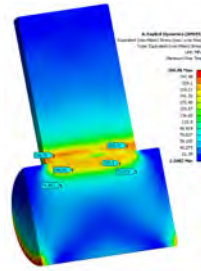
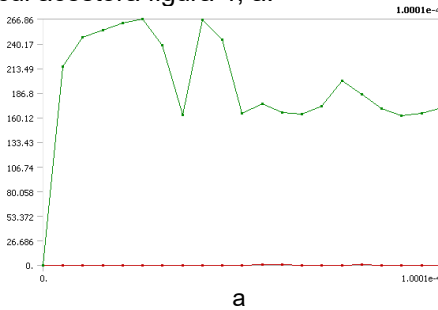


Fig. 3 Graficul tensiunilor a, harta tensiunilor echivalente b

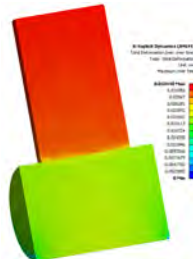
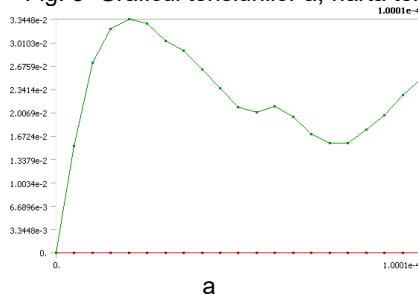


Fig. 4 Graficul tensiunilor a, harta tensiunilor totale b

**2.2. Analiza dinamică la impact cap-generatoare la un unghi de 10°** a fost realizată la o viteză de 3 m/s figura 5, a, în intervalul de timp  $1e^{-4}$  s figura 5, b, discretizarea elementelor având 64107 noduri și 59000 elemente figura 5, c.

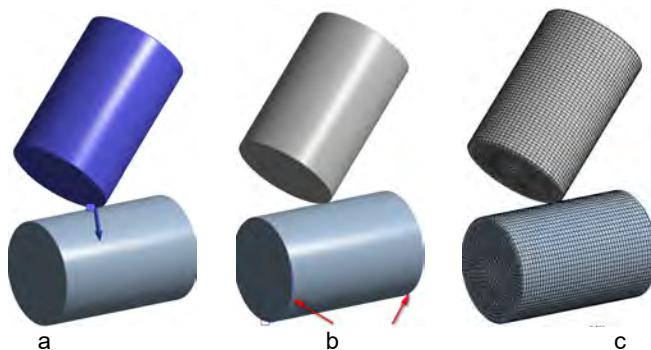


Fig. 5 Analiza dinamică la impact a, intervalul de timp b, rețeaua hexaedrală c

În figura 6, a este prezentat graficul tensiunilor echivalente von Mises pentru max. 428,33 MPa și harta tensiunilor echivalente figura 6, b. Harta deformațiilor totale max. 0,27662 mm figura 7, b, respectiv graficul acestora figura 7, a.

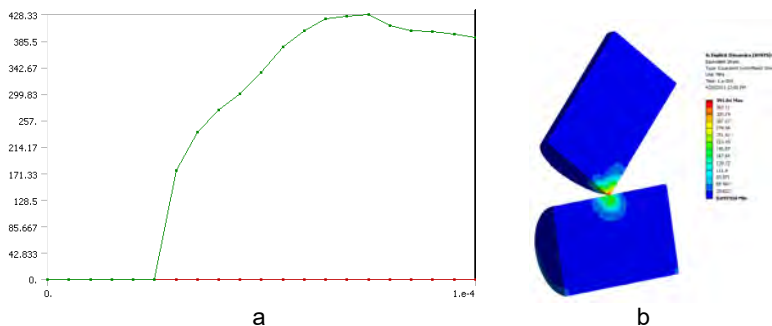


Fig. 6 Graficul tensiunilor a, harta tensiunilor echivalente b

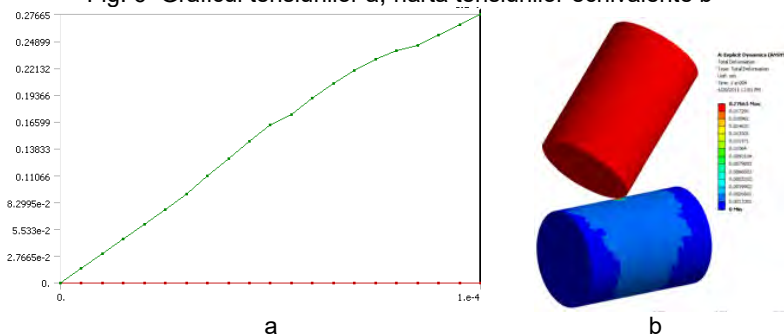


Fig. 7 Graficul tensiunilor a, harta tensiunilor totale b

**2.3. Analiza dinamică la impact pe muchie la 15°**, efectuată la viteza de ciocnire de 3 m/s și interval de timp de  $1e^{-4}$  s, discretizarea s-a realizat utilizând 56250 elemente și 61047 noduri.

În figura 8, a este prezentat graficul tensiunilor echivalente von Mises pentru max. 405,44 MPa și harta tensiunilor echivalente figura 8, b. Harta deformațiilor totale max. 0,27786 mm figura 9, b, respectiv graficul acestora figura 9, a.

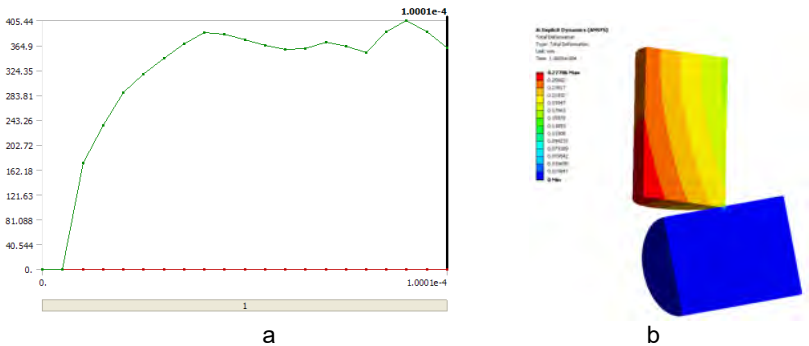


Fig. 8 Graficul tensiunilor a, harta tensiunilor echivalente b

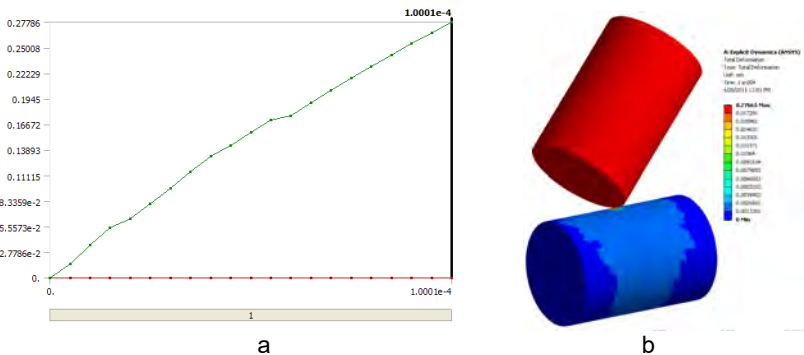
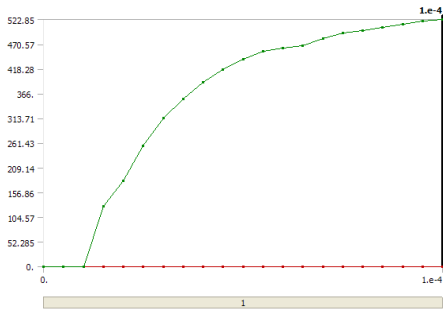


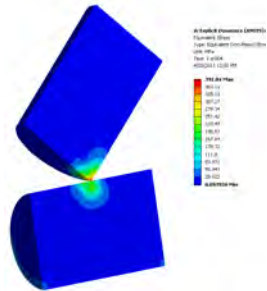
Fig. 9 Graficul tensiunilor a, harta tensiunilor totale b

**2.4. Analiza dinamică la impact pe muchie la 30°**, efectuată la viteza de ciocnire de 3 m/s și intervalul de timp de  $1e^{-4}$  s discretizarea s-a realizat utilizând 28050 elemente și 30345 noduri.

În figura 10, a este prezentat graficul tensiunilor echivalente von Mises pentru max. 522,85 MPa și harta tensiunilor echivalente figura 10, b. Harta deformațiilor totale max. 0,26226 mm figura 11, b, respectiv graficul acestora figura 11, a.

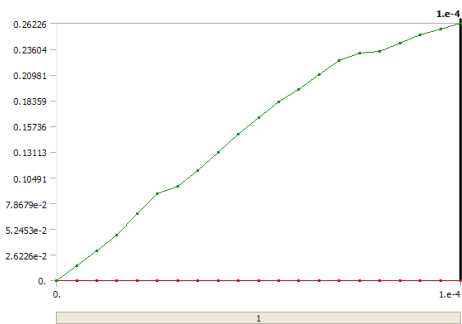


a

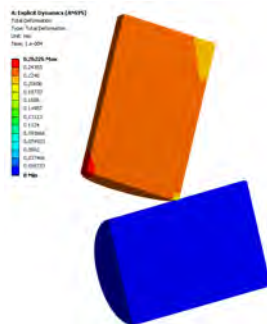


b

Fig. 10 Graficul tensiunilor a, harta tensiunilor echivalente b



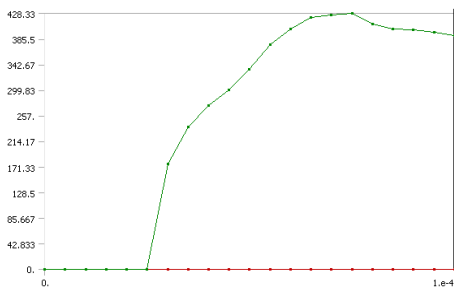
a



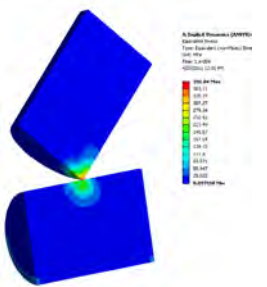
b

Fig. 11 Graficul tensiunilor a, harta tensiunilor totale b

**2.5. Analiza dinamică la impact pe muchie la 45°, efectuată la viteza de ciocnire de 3 m/s și intervalul de timp de 1e<sup>-4</sup> s discretizarea s-a realizat utilizând 57720 elemente și 62500 noduri.**



a



b

Fig. 12 Graficul tensiunilor a, harta tensiunilor echivalente b

În figura 12, a este prezentat graficul tensiunilor echivalente von Mises pentru max. 428,33 MPa și harta tensiunilor echivalente figura 12, b. Harta deformațiilor totale max. 0,27662 mm figura 13, b, respectiv graficul acestora figura 13, a.

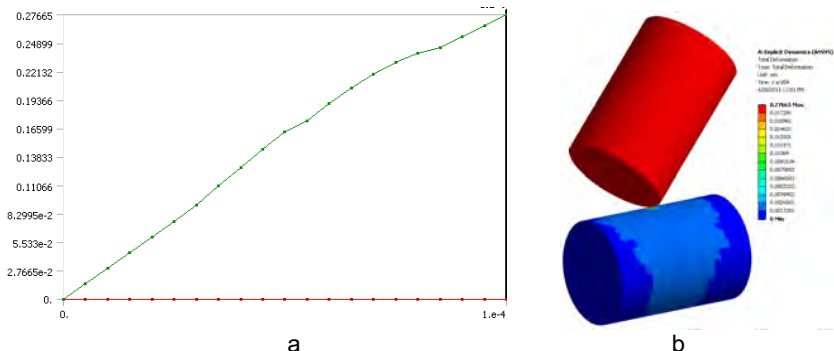


Fig. 13 Graficul tensiunilor a, harta tensiunilor totale b

**2.6. Analiza de impact pe muchie la 60°**, efectuată la viteza de ciocnire de 3 m/s și intervalul de timp de 1e-4 s discretizarea s-a realizat utilizând 32830 elemente și 35300 noduri.

În figura 14, a este prezentat graficul tensiunilor echivalente von Mises pentru max. 393,0 MPa și harta tensiunilor echivalente figura 14, b. Harta deformațiilor totale max. 0,31463 mm figura 15, b, respectiv graficul acestora figura 15, a.

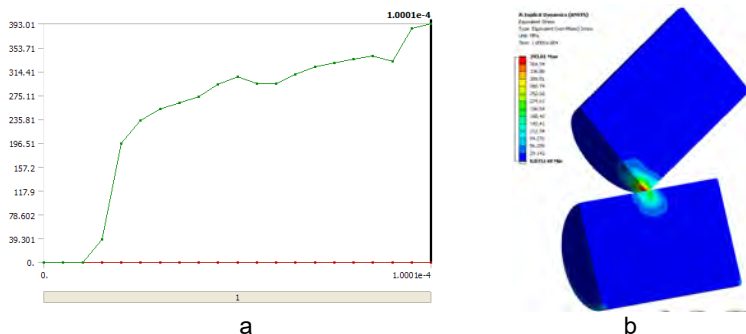


Fig. 14 Graficul tensiunilor a, harta tensiunilor echivalente b

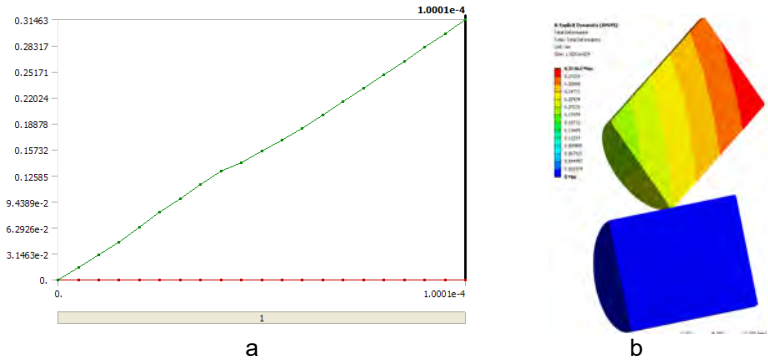


Fig. 15 Graficul tensiunilor a, harta tensiunilor totale b

### 3. Valoarea tensiunii echivalente și a deformațiilor totale în funcție de unghiul de impact

Valorile determinate prin metoda elementelor finite pentru tensiunile echivalente von Mises MPa și deformațiile totale mm sunt trecute în tabelul 1, iar modul cum variază valoarea lor în figura 16 și respectiv 17.

Tabelul 1

Nr. crt.	Unghiul de impact	Tensiuni echivalente [MPa]	Deformații totale [mm]
1	0°	266,86	0,03448
2	10°	428,33	0,27662
3	15°	405,44	0,27786
4	30°	522,85	0,26226
5	45°	428,33	0,27662
6	60°	393,00	0,31463

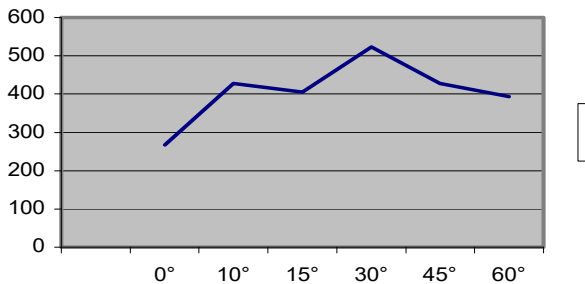


Fig. 16 Tensiunile echivalente



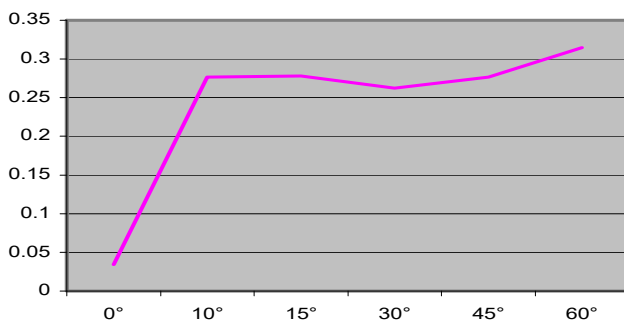


Fig. 17 Deformațiile totale

#### 4. Concluzii

- Ciocnirile sunt fenomene, în general de scurtă durată (interacțiunea durează un timp finit), în decursul cărora două sau mai multe corpuri schimbă între ele impuls și energie.

- Durata interacțiunii este suficient de mică pentru ca forțele externe să nu producă o modificare a impulsului sistemului. În cazul de față durata contactului este de  $10^{-4}$  s.

- Studiile făcute folosind tehnici numerice de modelare dinamică se referă la fenomenele fizice ce apar la impactul rolor în diferite situații distincte ca: ciocnire cap - generatoare la un unghi de  $0^\circ$  respectiv între  $15^\circ \div 60^\circ$ . Astfel de situații apar frecvent în procesul de fabricație al rolor cilindrice de mici dimensiuni.

- Distribuția tensiunilor echivalente von Mises realizate cu ajutorul elementelor finite, cu privire la contactul a două corpuri arată că punctele critice legate de depășirea limitei de curgere apar în interiorul volumului corpurilor ce se ciocnesc și are ca rezultat apariția pe suprafața rolor a unor deformații remanente de dimensiuni foarte mici de ordinul  $\mu\text{m}$ , cazul cel mai defavorabil fiind pentru un unghi al capului rolei față de generatoare de  $30^\circ$ . Tensiunea echivalentă maximă este de 523 MPa, apropiată de limita de curgere a materialului din care este confecționată rola.

- Deformațiile sunt mici și neglijabile în comparație cu dimensiunile de gabarit ale rolei. Valoarea cea mai mare de 0,31463 mm pentru un unghi de  $60^\circ$  nu este concludentă. O explicație plauzibilă este numărul de noduri și elemente discretizate utilizat de program, redus față de celelalte cazuri.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Dubbel, H., *Dubbel Handbuch für den Maschinenbau*, Springer-Verlag, 2010.
- [2] Frunzäverde, D., *Tratamente termice*, Editura Intergraf, Reșița, 1997.
- [3] Gillich, R.G., Chioncel, C.P., *Studiul vibrațiilor sistemelor tehnice utilizând programul Scilab*, Editura Eftimie Murgu, Reșița, 2003.
- [4] Gillich, R.G., *Dinamica Mașinilor Modelarea Sistemelor Tehnice*, Editura AGIR, București, 2003.
- [5] Groza, D., Coman, L., *Autocad în exemple*, Editura Intergraf, Reșița, 1997.
- [6] Ianici, S., *Organe de mașini - vol1*, Editura Eftimie Murgu, Reșița, 2002.
- [7] Lorenz, P., *Maschinen Elemente Grundlagen*, Skripten, HTWdS, Saarbrücken 2010.
- [8] Popovici, G., *Tehnologia construcțiilor de mașini*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 2010, I.S.B.N. 978-973-30-2897-0.
- [9] Mănescu, T.Șt., Nedelcu, D., *Analiza structurală prin metoda elementului finit*, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara, 2005, ISBN 973-638-217-6.
- [10] Mănescu, T.Șt., Jiga, G., Zaharia, L., Bîtea, C., *Noțiuni Fundamentale de Rezistența Materialelor și Teoria Elasticității*, Editura Eftimie Murgu Reșița, 2010, ISBN 978-973-1906-67-6.
- [11] Mănescu, T.Jr., *Analiza stării de tensiuni și deformații în bilele rulmenților radiali de mici dimensiuni*, Editura Pro Marketing, Reșița 2014, ISBN 978-606-8022-37-6.
- [12] Mănescu, T.Jr., Mănescu, T.Șt., Iacob-Mare, C., Avram, S.D., *Collision Modeling of Small Dimension Bearing Rolls*, Recent Advances in Signal Processing, Computational Geometry and Systems Theory, Florența, Italia, 23-25 august, 2011, pag. 262-265, ISBN 978-1-61804-027-5 (ISI)
- [13] Mănescu, T.Jr., Mănescu, T.Șt., Iavornic, C., *Dynamic Analysis of Defects That Occur in the Manufacturing Process of Cylindrical Roller, Made of Chromium Alloy Steel, Which fit 16 mm Diameter Radial Bearings*, 28-th Danubia-Adria-Symposium Society for Mechanical Engineering, Siófok, Hungary, 2011, pag. 186-192.
- [14] Tudor, A., *Contactul real al suprafețelor de frecare*, Editura Academiei Române, București, 1990.
- [15] Zhang, X., Vu-Quoc, L., *Modeling the dependence of the coefficient of restitution on the impact velocity in elasto-plastic collisions*, International Journal of Impact Engineering 27 (2002) 317-3.
- [16] Bejan, M., *În lumea unităților de măsură*. Ediția a doua revăzută și adăugită. Editura Academiei Române și Editura AGIR, București, 2005.
- [17] Bejan, M., Cordoș, Maria-Adriana, Lehene, T., *Compendii din rezistența materialelor*, vol. 3, Editura AGIR, București și Editura MEGA, Cluj Napoca, 2014 (Diploma AGIR 2014, București, 11.09.2015).

Dr.Ing. Tiberiu MĂNESCU Jr.  
Universitatea "Eftimie Murgu" din Reșița, membru AGIR  
e-mail: [tibijunior@yahoo.com](mailto:tibijunior@yahoo.com)