

# DETERMINING THE ENDURANCE OF A SURFACE PUT TO THE ABRASION TEST USING THE FINITE ELEMENT METHOD

Studenti: CRĂCIUN Ștefan, ȚURCANU Mihai Daniel

Facultatea: Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Ingineria Sudării,

Anul de studii: IV, e-mail: [craciunstefan98@gmail.com](mailto:craciunstefan98@gmail.com)

Conducători științifici: Conf. Dr. Ing. **Gabriel GÂRLEANU**, Conf. Dr. Ing. **Delia GÂRLEANU**

## REZUMAT

This paper presents the modeling and simulation of a set of hardened materials used in the restoration process using the finite element method. The experimental research work looked for a connection between the endurance of a surface put to the abrasion test and its hardness number. The presented model was made using the ANSYS package and it becomes an instrument of prediction of the surfaces endurance. The information used for modeling was taken from the results of the abrasion test. The results acquired through modeling are very close to the ones resulted in the experimental use.

## 1. Introducere

În industria constructoare de mașini, peste 60% din piesele utilizate în construcția diferitelor echipamente tehnologice sunt piese din clasa arbori sau axe, majoritatea fiind foarte puternic solicitate și de cele mai multe ori scoase din funcțiune datorită uzurilor accentuate pe suprafețele funcționale.

Tema de cercetare a constat în optimizarea tehnologiei de fabricare a pieselor din oțel nealiat ce fac parte din ansamblu – Malaxor de pasta anodica – BUSS , vezi fig. 1.1 și încărcarea cu strat dur a acestora.

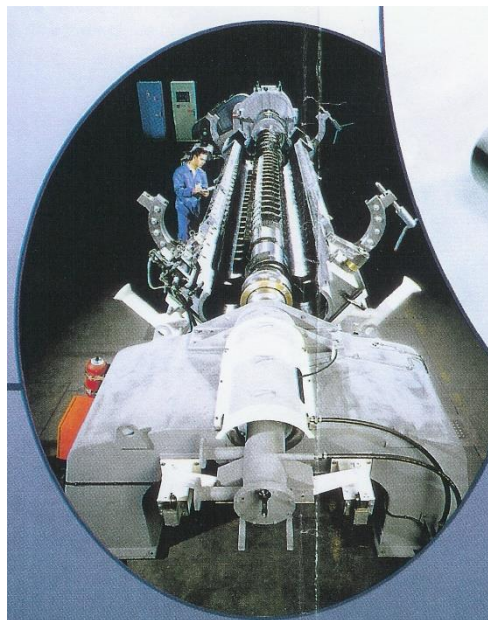


Fig 1.1 – Malaxor BUSS – Vedere generală

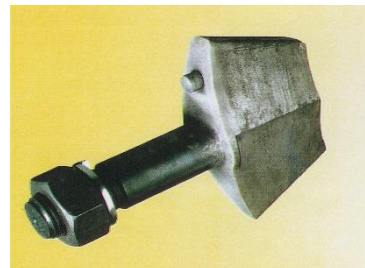


Fig 1.2 dinte fix; rotor și bucșa rotor

Obiectivele urmărite au fost descoperirea unei predicții a comportării la uzură a suprafețelor durificate prin depunere prin sudură. Suprafețele la care se face referință sunt rotorii și bușele malaxorului.

Aceste obiective au fost atinse găsind o corelație între partea practică a temei, cea experimentală și cea de element finit ce s-a realizat în ANSYS.

## 2. Stadiul actual

### A. Cercetări experimentale pentru stabilirea duranței

Legătura între duranța unei suprafețe supuse la solicitarea de abraziune și filiația de duritate poate fi realizată printr-o încercare de uzare a unei probe pe o bandă abrazivă, prezentată în figura 1. Proba nu se apasă ci doar stă prin greutatea proprie pe banda abrazivă care are mișcare de translație. La anumite intervale de timp se întrerupe procesul de polizare și se măsoară grosimea probei.

Caracteristicile tehnice ale standului sunt: bandă de șmirghel de lățime 75 mm și granulație 40; roata antrenare cu diametru de 300 mm și turație 1400 rot/min.

Probele sunt din tablă neagră S235JR de 10 mm grosime pe care este depus materialul de adaos (1-3 straturi) în poziție de sudare 1 G conform ISO 9467. Materialul de adaos este oțel de scule, procedeul de sudare fiind SMEI cu  $I_s = 160$  A și  $U_s = 25$  V. Duritatea straturilor depuse este de 55 - 65 HRC.

Modul de lucru este următorul: se sudează de probă o bară de susținere (v. fig.1); se măsoară grosimea probei; se pornește sistemul mecanic de abraziune; se pune în contact fizic proba cu banda abrazivă timp de 5 minute; se oprește dispozitivul mecanic; se scoate proba și se măsoară grosimea piesei; se măsoară duritatea probei; se repetă operațiile de 5 ori.

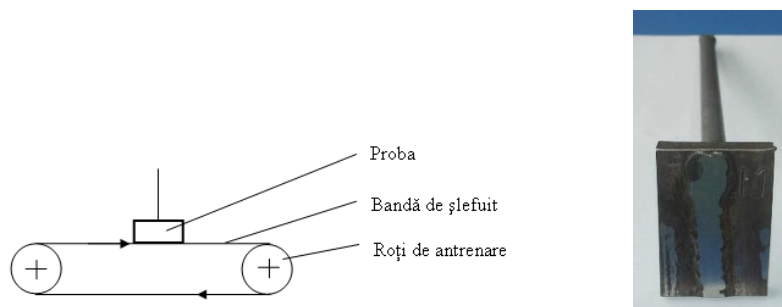


Fig. 2.0 Încercarea la abraziune

În figura 2.0 este prezentat aspectul macroscopic al probei formată din materialul de bază pe care este depus materialul de adaos dur și în figura 3 proba pregătită pentru testul de duranță (3,a) și după uzare (3,b).



Fig. 2.0.1. Aspectul macroscopic al probei



Fig. 2.0.2 Proba pregătită pentru testul de anduranță (a) și după uzare (b)

Într-un laborator acreditat, a fost determinată filiația de duritate (fig.2.0.3.) în straturile de material dur depuse pe materialul de bază.

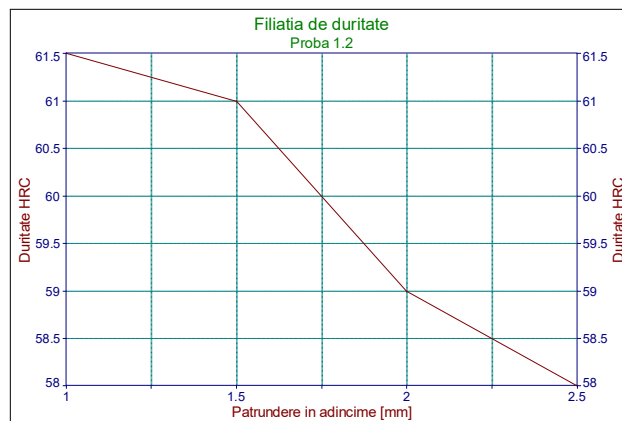


Fig. 2.0.3. Variația durității

### B. Modelarea prin FEM

Modelul (fig.5), este format din două corpuri: cel inferior – un paralelipiped căruia i se atribuie proprietățile materialului de bază, pe care este depus cordonul de sudură format din 1 – 3 trei straturi dure de aproximativ 1 mm grosime cu valori crescătoare ale durității (stratul 1 – 58 HRC, stratul 2 – 66 HRC și stratul 3 – 68 HRC) și cel superior – o placă dură care în timpul procesului de uzare intră în contact cu supraînălțarea cordonului de sudură.

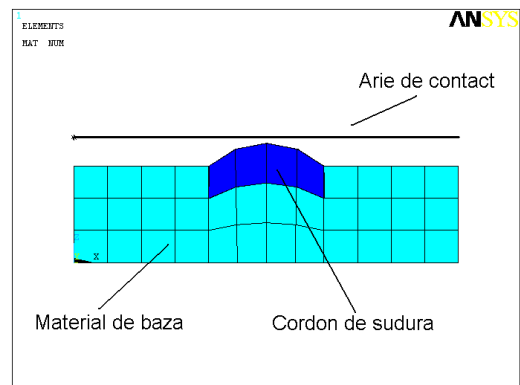
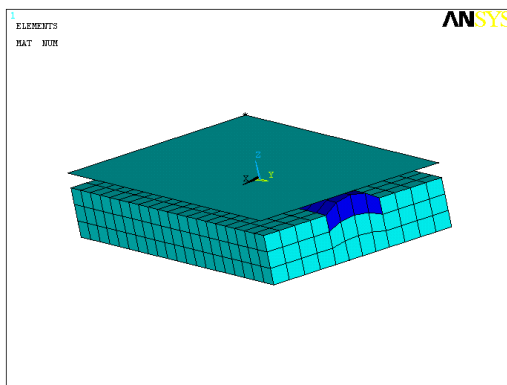
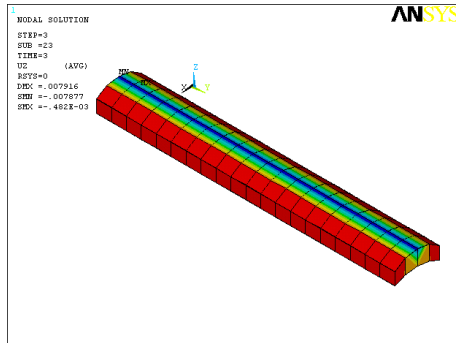


Fig. 2.1. Discretizarea cu elemente finite a volumelor materialului de bază, cordonului de sudură și a ariei suprafeței dure (abrazive)

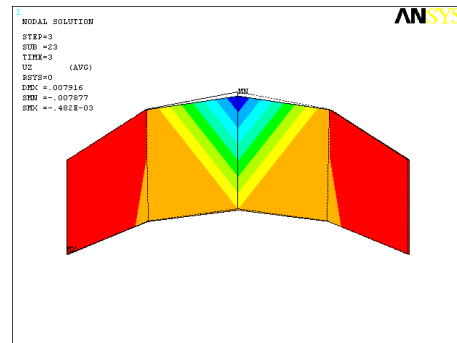
## I. Rezultate privind Uzura

Uzura suprafeței dure a cordonului de sudură este interpretată din deplasarea pe direcția Z în sens negativ, pentru pașii de încărcare. Uzura este reprezentată doar pe elementele cordonului de sudare corespunzător elementului *Target170*.

În figura 2.2,a este reprezentată uzura inițială în vedere izometrică și frontală în pasul trei de încărcare și în figura 7,b uzura pentru ultimul pas.

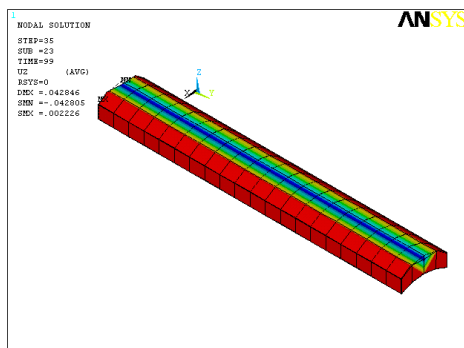


Reprezentare izometrica

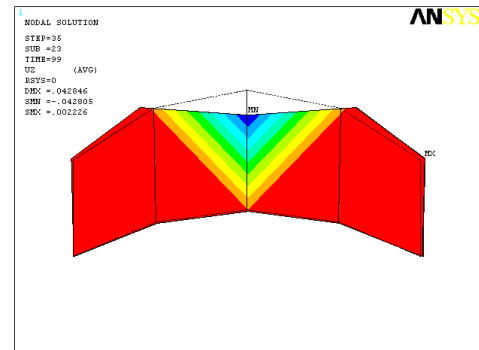


Vedere frontala

a. Deplasarea (uzura) pe Z inițială



Reprezentare izometrica



Vedere frontala

b. Deplasarea (uzura) pe Z la timpul 100

Fig. 2.2. Uzura la începutul și la sfârșitul timpului de încărcare

În tabelul 2 sunt prezentate perechile de valori *uzură – timp* ale cordonului de sudură. Din confruntarea acestor rezultate cu cele obținute din măsurătorile efectuate în condiții de laborator se constată o bună apropiere.

**Tabelul 2.**

<b>Timp</b> [s]	<b>Uzura</b> [mm]	<b>Timp</b> [s]	<b>Uzura</b> [mm]	<b>Timp</b> [s]	<b>Uzura</b> [mm]
0	0	33	0.81534	66	1.0033
3	0.1778	36	0.84074	69	1.01346
6	0.2794	39	0.86106	72	1.02362
9	0.3556	42	0.88138	75	1.03378
12	0.4572	45	0.9017	78	1.0414
15	0.5334	48	0.91948	81	1.04902
18	0.6096	51	0.93472	84	1.05664
21	0.6858	54	0.94996	87	1.06426
24	0.7366	57	0.9652	90	1.07188
27	0.76454	60	0.97917	93	1.07696
30	0.78994	63	0.9906	96	1.08204

Cu datele din tabelul 2 se construiește curba de variație a uzurii în timp prezentată în figura 2.2.1. Se constată că alura este specifică curbelor de uzură – o creștere bruscă urmată de o pantă moderată. Dacă curba nu se continuă, de la un moment dat, cu o creștere exponențială (așa cum se întâmplă de obicei când uzura tinde să devină catastrofală) este pentru că în cazul de față suprafața dură (abrazivă) de care se freacă cordonul de sudură nu ajunge în proximitatea materialului de bază.

Folosind un program de calcul tabelar, *TC2D*, pe baza datelor rezultate din analiza prin metoda elementelor finite, se caută o relație de dependență cu timpul a uzurii. Una din formele care aproximează această dependență este prezentată în figura 8.

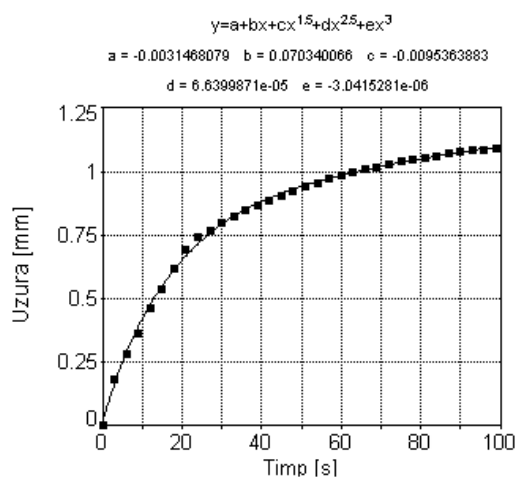


Fig. 2.2.1. Variația uzurii în timp

### 3. Concluzii

Modelarea prin metoda elementului finit, în cazul de față folosind pachetul ANSYS, permite efectuarea unei predicții a comportării la uzură a suprafețelor durificate prin depunere prin sudură. Modelul prezentat demonstrează că fenomenul de uzură poate fi inclus în evaluarea produselor. În configurația prezentată, uzura este calculată ca o consecință a stării de deformații pentru fiecare subpas. Incrementul deformației de uzură este calculat și adunat celui anterior. Această metodă degreveză cercetătorul de efectuarea unor încercări mecanice ulterioare. Datele de intrare pentru modelarea prin metoda elementului finit au fost valorile obținute prin măsurători, unde de cele mai multe ori este necesară doar o valoare de intrare preluată prin măsurare pentru a scala modelul pe realitate. Rezultatele obținute prin modelare sunt foarte apropiate cu cele rezultate pe cale experimentală. Este posibilă o analiză a fenomenului de uzare la scară microscopică. Pot fi puse în evidență prin calcul amănunte privind comportarea la uzură a suprafeței prin introducerea efortului în ecuația uzurii.

#### Referințe bibliografice

1. Kauzlarich and Willams. "Archard wear and component geometry." Proc. Instn. Mech. Engrs. Vol 215 Part J.
2. Hegadekatte et al. "Finite element based simulation of dry sliding wear." Modelling Simul. Mater. Sci. Eng. 13 (2005) 57-75
3. Podra, P. and Andersson, S. "Simulating sliding wear with finite element method." Tribology International 32 (1999) 71-81.