A XIV-a Conferinţă internaţională – multidisciplinară,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2014

DETERMINAREA COMPORTAMENTULUI LA OBOSEALĂ A SÂRMELOR ZINCATE ȘI NEZINCATE UTILIZÂND PROGRAMUL DE SIMULARE ANSYS

Daniel Gheorghe LAKATOS, Mircea BEJAN

DETERMINATION OF GALVANIZED WIRE FATIGUE BEHAVIOR USING ANSYS SIMULATION SOFTWARE

Although the total number of parts that break during service is not great, however over 50 % of the breaks are caused by fatigue cracking or corrosion fatigue, and so is of a great importance the knowledge and mastery of this phenomenon.

This study discusses the fatigue behaviour of the wires, making a comparison of results obtained on galvanized wire specimens and on ungalvanized wire specimens, using Ansys analysis program.

Keywords: fatigue, meshing, CAD model, number of cycles

Cuvinte cheie: oboseală, discretizare, model CAD, număr de cicluri

1. Introducere

Analiza cu elementele finite sau cum mai este denumită metoda elementelor finite (MEF), este o metodă de calcul a componentelor inginereşti în care o anumită geometrie a unei structuri de rezistenţă este discretizată într-un număr finit de elemente legate la noduri prin linii nodale sau plane nodale. Atunci când se discută capacitatea de abordare a fenomenului de oboseală cu ajutorul unor programe cu M.E.F. trebuie luate în discuție următoarele domenii: materialele, analiza sarcinilor aplicate și evaluarea, respectiv interpretarea rezultatelor.

2. Epruvete utilizate

Înainte de a putea testa efectiv comportamentul la oboseală a epruvetelor de sârmă, a fost necesară realizarea modelelor CAD ale acestora.

Modelele CAD au fost realizate cu ajutorul software-ului Ansys – design modeler.

În figura 1 sunt prezentate modelele CAD pentru sârma cu diametrul de 3,5 mm zincată și pentru sârma cu diametrul de 5 mm nezincată.

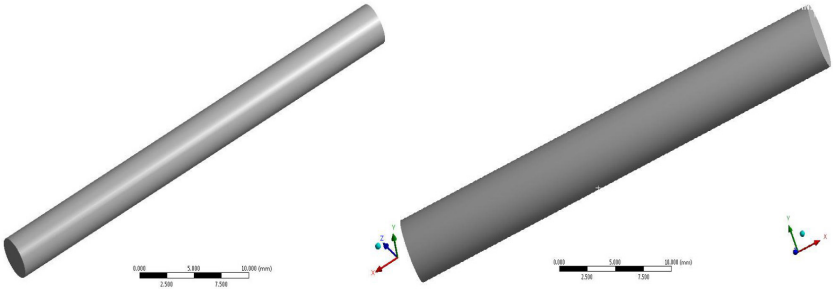

Fig.1 Model CAD epruvetă de sârmă zincată și nezincată

Stratul de zinc s-a realizat sub forma unei cămăși care acoperă epruveta de oțel.

Contactul dintre stratul de zinc și sârmă s-a făcut cu opțiunea „ bonded” adică stratul de zinc și sârmă sunt lipite.

Fiindcă sârmele au diametrul mic iar stratul de zinc are o grosime de ordinul micronilor, pentru a obține rezultate cât mai exacte, s-a realizat o discretizare ”shell” a modelelor.

Discretizarea shell împarte proba în elemente cu aria mult mai mică, în acest mod analiza suprafeței fiind mult mai exactă.

Dacă în cazul discretizării beam dimensiunea elementului este de ordinul milimetrilor, în cazul discretizării shell dimensiunea elementului este de ordinul micronilor.

Un alt motiv pentru care s-a folosit acest tip de discretizare este posibilitatea discretizării în straturi, ceea ce permite determinarea numărului de cicluri până la rupere în toată epruveta sau doar în stratul de zinc.

În figura 2 sunt prezentate discretizarea stratului de zinc, cât și a epruvetei de 3,5 mm la o mărime de element de 90 μm.

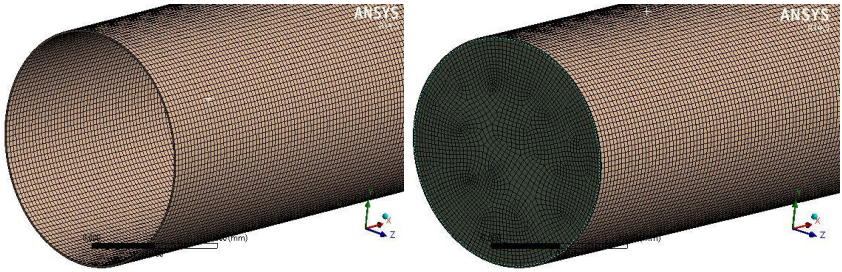

Fig. 2 Discretizare Shell a stratului de zinc și a epruvetei zincate de 3,5 mm

3. Încărcarea și solicitarea probelor

După realizarea discretizării atât epruvetele zincate cât și cele nezincate au fost solicitate la oboseală axială pulsant pozitivă având următoarele caracteristici de ciclu - tabelul 1 - Caracteristici ciclu de solicitare.

Tabelul 1

Diametru epruvetă [mm]	Ø 3,5 [mm]	Ø 4 [mm]	Ø 5 [mm]
Lungimea totală [mm]	40	40	40
F_{max} [N]	5500	8100	9300
Frecvența [Hz]	40	40	40

Forța de încărcare a epruvetelor cât și frecvența ciclului au fost determinate experimental astfel încât ruperea epruvetelor să se realizeze la maxim $2 \cdot 10^4$ cicluri.

În figura 3 este prezentat modul de aplicare a forței de tragere cât și modul de fixare pe una din capetele sârmei.

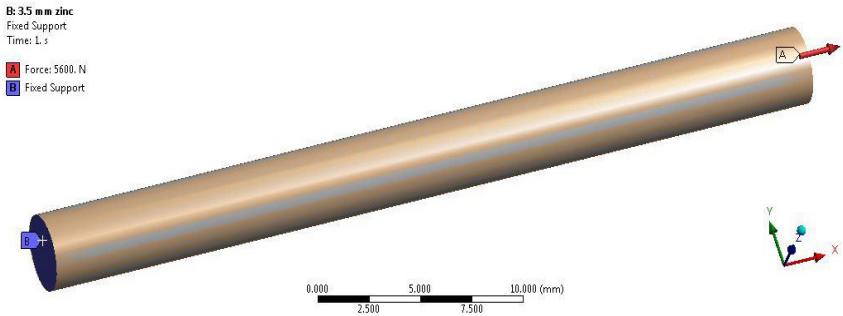

Fig. 3 Modul de aplicare a forței și a suprafeței de fixare

4. Rezultate obținute

Se prezintă rezultatele obținute pe epruvetele de sârmă având strat de zinc cu grosimea de 100 μm, și care au fost încărcate cu următoarele forțe: 5500 N pentru sârma cu diametrul de 3,5 mm, 8100 N pentru sârma cu diametrul de 4 mm și 9300 N pentru sârma cu diametrul de 5 mm. Deoarece epruvetele încercate experimental s-au rupt la aproximativ 20 mm distanță de capetele de prindere, determinarea numărului de cicluri de rupere în programul Ansys s-a făcut la o distanță de aproximativ 20 mm de capătul fixat. Pentru a putea determina punctul de rupere, respectiv punctul de măsură, s-a realizat o secțiune longitudinală în epruvetă.

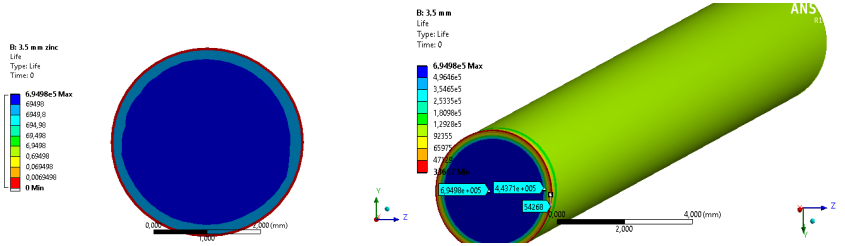

Fig. 4 Sârma zincate cu diametrul de 3,5 mm

În figura 5 s-a făcut o secțiune longitudinală în corpul piesei pentru evidențierea straturilor cu diferite comportamente la oboseală, atât în cazul sârmelor zincate cât și pentru cele negre.

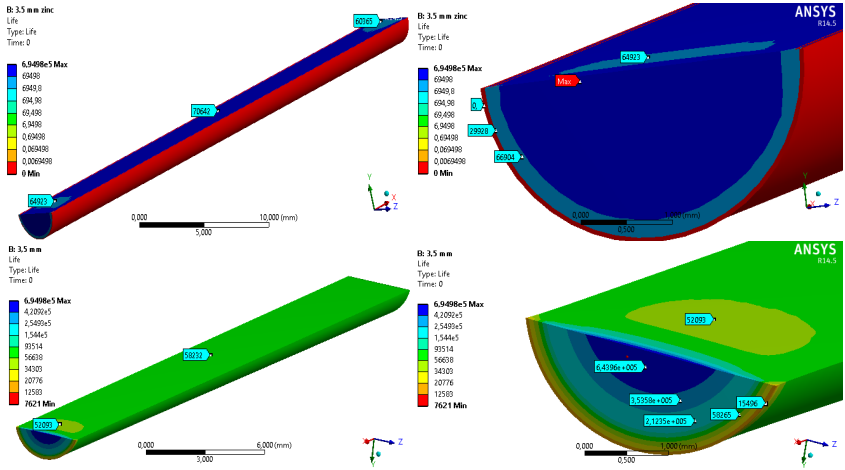

Fig. 5 Sârma cu diametrul de 3,5 mm zincată și nezincată (secțiuni)

Tabelul 2. Rezultate pentru $0{,}9 \cdot F_r$ si 40 H_z

Diametru epruvetă [mm]	Ø 3,5 [mm]		Ø 4 [mm]		Ø 5 [mm]	
Lungimea totală [mm]	40		40		40	
F_{max} [N]	5500		8100		9300	
Frecvența [Hz]	40		40		40	
Rezultate obținute [nr. cicluri]	Epruvetă nezincată	Epruvetă zincată	Epruvetă nezincată	Epruvetă zincată	Epruvetă nezincată	Epruvetă zincată
	$5{,}82 \cdot 10^4$	$7{,}06 \cdot 10^4$	$6{,}01 \cdot 10^4$	$7{,}11 \cdot 10^4$	$6{,}12 \cdot 10^4$	$7{,}20 \cdot 10^4$

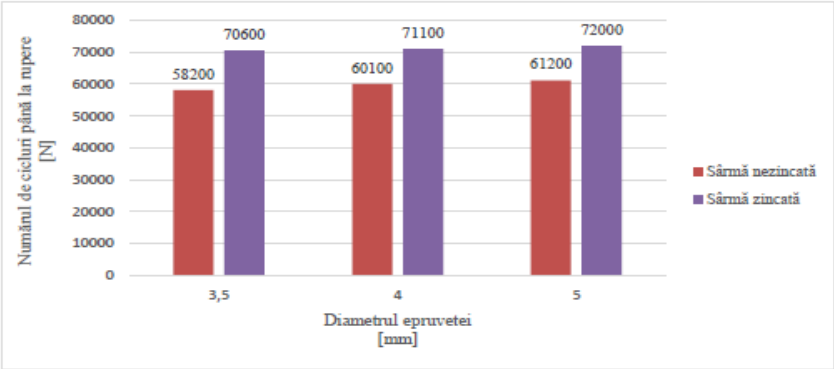

Fig. 6 Reprezentare grafică a rezultatelor obținute la $0{,}9 \cdot F_r$ și 40 H_z

Epruvetele au mai fost încercate la 70 % din Fr, respectiv 4265 N pentru sârma cu diametrul de 3,5 mm, 6295 N pentru sârma cu diametrul de 4 mm și 7200 N pentru sârma cu diametrul de 5 mm.

Tabelul 3. Rezultate pentru $0{,}7 \cdot F_r$ si 40 H_z

Diametru epruvetă [mm]	Ø 3,5 [mm]		Ø 4 [mm]		Ø 5 [mm]	
Lungimea totală [mm]	40		40		40	
F_{max} [N]	4265		6295		7200	
Frecvența [Hz]	40		40		40	
Rezultate obținute [nr. cicluri]	Epruvetă nezincată	Epruvetă zincată	Epruvetă nezincată	Epruvetă zincată	Epruvetă nezincată	Epruvetă zincată
	$1{,}02 \cdot 10^5$	$1{,}14 \cdot 10^5$	$1{,}06 \cdot 10^5$	$1{,}23 \cdot 10^5$	$1{,}10 \cdot 10^5$	$1{,}25 \cdot 10^5$

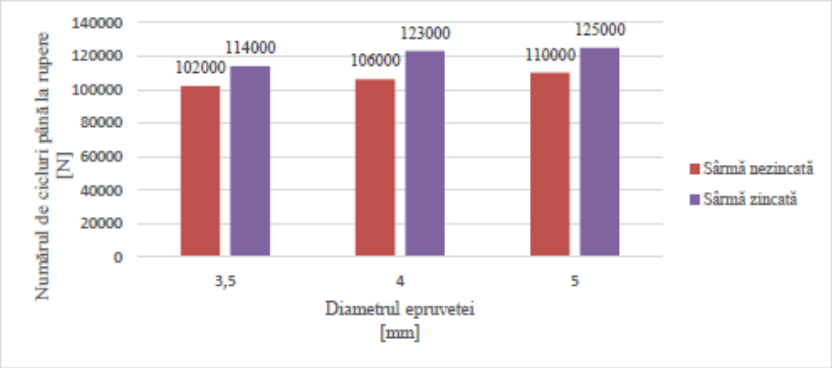

Fig. 7 Reprezentare grafică a rezultatelor obținute la $0,7 \cdot F_r$ și 40 H_z

BIBLIOGRAFIE

[1] Lakatos, Gh.D. *Contribuții privind comportarea la oboseala a sârmelor și cablurilor de oțel zincate. Teza de doctorat*, Cluj Napoca, 2013.

[2] Lakatos, Gh.D., Bejan, M., *Despre rezistența și durabilitatea sârmelor de tracțiune*, Buletinul AGIR, nr. 1/2013, An XVIII, ianuarie-martie, ISSN 2247-3548, (cotație B+, indexare INDEX COPERNICUS INTERNATIONAL, ACADEMIC KEYS, getCITED).

[3] Bejan, M., Simion Mihaela, Cherecheș, I.A., Lakatos, Gh.D., Vidican, I., *Compendii din rezistența materialelor*, Vol. 2, Editura AGIR Bucureşti, Editura MEGA Cluj-Napoca, 2013, 350 pag.

[4] Dumitru, I., *Bazele calculului la oboseală*, Editura Eurostampa, Timişoara, 2009.

[5] Bejan, M., *Rezistenţa materialelor*, vol. 1 şi 2, ediția a V-a și a IV-a, Editura AGIR, București, 2009 şi Editura MEGA, Cluj Napoca, 2009.

Dr.Ing. Daniel Gheorghe LAKATOS
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,
membru AGIR
e-mail: lakatosdaniel_2013@yahoo.ro

Prof.univ.em.Dr.Ing. Mircea BEJAN
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,
membru AGIR
e-mail: Mircea.Bejan@rezi.utcluj.ro