



A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2012

RELEVANȚA PROCESULUI DE ECRUISARE APLICAT ARCURILOR ELICOIDALE CILINDRICE ALE VEHICULELOR FERROVIARE

Maria LĂUTARU, Tiberiu Dimitrie BABEU

RELEVANT PROCESS APPLIED HARDENING COIL SPRINGS CYLINDRICAL RAILWAY VEHICLES

In the performance of helical springs, the surface residual stresses are introduced: the outside bar tensile stress and compressive stress inside the bar. They associated with a possible primer for cracks can lead to premature rupture of the spring in use. To eliminate this drawback springs are subjected to hardening treatment which is performed, usually with steel shot.

This paper aims highlighting the importance of the hardening process applied coil springs to increase resistance to fatigue and lifetime.

Cuvinte cheie : ecruisare, arcuri, epruveta ALMEN, bile de otel (alice)
Keywords: hardening, springs, Almen specimen, steel balls (shot)

1. Verificarea eficacității ecruisării

Procesul de schimbare a formei și dimensiunilor grăunților cristalini poartă denumirea de deformare plastică.

În urma acestei deformări apare o stare a materialului cu proprietăți modificate care poartă denumirea de ecruisare.

Ecruisarea se bazează pe efectul; inducerii unor tensiuni de compresie în suprafața piesei metalice, printr-o sablare controlată.

Prin aplicarea acestui tratament se dorește creșterea rezistenței la îmbătrânire și a duratei de viață a arcurilor elicoidale.

Ecrusarea arcurilor elicoidale pentru vehiculele feroviare trebuie executată cât mai uniform și în așa fel, încât să satisfacă prescripțiile anexei 1 din UIC 822 O.

Controlul eficacității ecrusării a fost făcut prin metoda ALMEN și s-a luat în considerare o epruvetă din oțel laminat la rece cu următoarea compoziție chimică:

C = 0,49-0,56 %; Si = 0,20-0,50 %; Mn = 0,70-0,90 %; P ≤ 0,035 %; S ≤ 0,035 %; duritatea 45-50 HRC; lungimea $76,2 \pm 0,4$; lățimea $19 \pm 0,05$; grosime $1,3 \pm 0,02$; planeitate $\pm 0,05$ m și port-epruveta cu duritate 63-65 HRC.

Epruveta este supusă aceluiași ciclu de ecrusare ca și arcurile, respectându-se următorii parametri: • viteza de circulație a arcurilor în instalația de ecrusare; • viteza de proiectare a alicelor; • natura și dimensiunile alicelor.

Măsurătorile constau în determinarea curburii ALMEN, eficacitatea ecrusării fiind considerată corespunzătoare, dacă deformarea epruvetei ALMEN este cuprinsă între 0,4 mm și 0,5 mm.

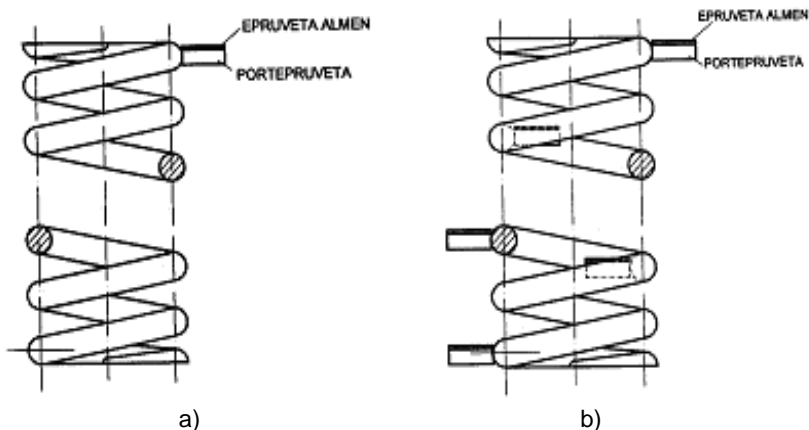


Fig. 1 Arc "martor" cu epruveta ALMEN

Operația de ecrusare se aplică arcurilor după efectuarea tratamentului de călire și revenire cu scopul de a mări rezistența la oboseală. Experiența ne-a demonstrat că ecrusarea poate mări rezistența la oboseală până la 10 – 15 % față de cazul arcurilor neecrusate.

Tehnologia actuală de fabricație a arcurilor elicoidale prevede efectuarea operației de ecruisare, cu bile de oțel într-o instalație “SIESSON-LEHMANN”.

La efectuarea operației se folosește o singură probă ALMEN, montată pe o porteprovă fixată cu un arc “martor” așa cum reiese din figura 1, a și care se ecruisează odată cu loturile de arcuri. În urma efectuării operației de ecruisare s-au desprins următoarele aspecte:

- folosirea unei singure epruvete nu poate determina eficacitatea ecruisării în toate zonele arcului;
- în timpul operației de ecruisare nu pot fi urmăriți toți factorii tehnologici (viteza de aruncare a bilelor, dimensiunea lor) care pot influența procesul de ecruisare.

Acest lucru este relevant prin compararea a două suprafețe ecruisate, exemplele din figura 2.



a) proba 10



b) proba 17

Fig. 2 Aspectul macroscopic al suprafețelor ecruisate

Măsurătorile de rugozitate pentru cele două suprafețe din figura 2 indică o diferență între cele două probe ($R_a = 4,5 - 6,5$ la proba 10 și $R_a = 6,3 - 10,1$ la proba 17).

- dispozitivul de susținere și deplasare a arcurilor nu poate permite o ecruisare uniformă a tuturor spirelor, de asemenea nu se efectuează ecruisarea suprafețelor de așezare ale arcurilor, ceea ce conduce la amorsarea fisurilor în spirele de capăt.

Îmbunătățirea procesului actual de ecruisare se poate face prin amplasarea mai multor epruvete ALMEN fixate pe porteprove în diferite zone ale arcului așa cum este arătat în figura 1, b, putându-se aprecia gradul de ecruisare în toate zonele arcului.

O metodă nouă de îmbunătățire a rezistenței la oboseală este realizarea unui tratament, care constă în ecruisarea cu bile la cald (250 – 300 °C), aplicată ulterior ecruisării cu bile la rece, corespunzătoare schemei clasice de tratament.

Rezultatele obținute în acest caz indică o creștere a rezistenței la oboseală aproape dublă față de varianta clasică de obținere a arcurilor.

2. Verificarea experimentală a procesului de ecruisare

Pentru a pune în evidență efectul ecruisării asupra proprietăților mecanice ale materialului de arc, s-au extras din 6 bare de material, 12 probe care au fost supuse tratamentului termic de călire și revenire.

Tabelul 1

Nr. proba	σ_r c + r	σ_r c + r + e			σ_r c + r	σ_r c + r + e		
		5 min	10 min	15 min		5 min	10 min	15 min
		1	1450	1496		1560	1522	1341
2	1487	1525	1590	1498	1351	1403	1482	1450
3	1428	1467	1532	1503	1349	1409	1476	1450
4	1520	1571	1605	1550	1415	1502	1542	1505
5	1511	1557	1610	1572	1405	1490	1533	1510
6	1490	1533	1588	1557	1370	1432	1483	1450
media	1481	1525	1580	1534	1372	1439	1497	1465

S-au ales aleator 6 probe care s-au supus procesului de ecruisare.

Deoarece gradul de ecruisare depinde direct de durata de acțiune a jetului de alică de oțel asupra probelor, această operație a fost făcută la timpi diferiți : 5, 10 și 15 minute.

S-au verificat caracteristicile mecanice (rezistența la rupere σ_r și limita de curgere σ_c) în starea călit + revenit. La celelalte 6 probe s-au verificat aceleași caracteristici în starea călit + revenit + ecruisat.

Rezultatele verificărilor s-au relevat în tabelul 1 și variația caracteristicilor mecanice în funcție de durata de ecruisare pentru cele 6 probe în figurile 4 până la 9.

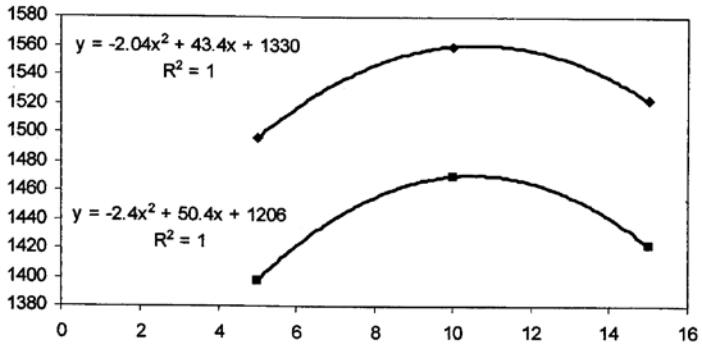


Fig. 4 Proba 1

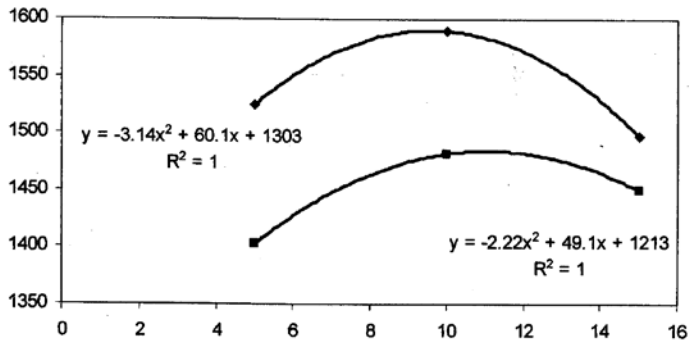


Fig. 5 Proba 2

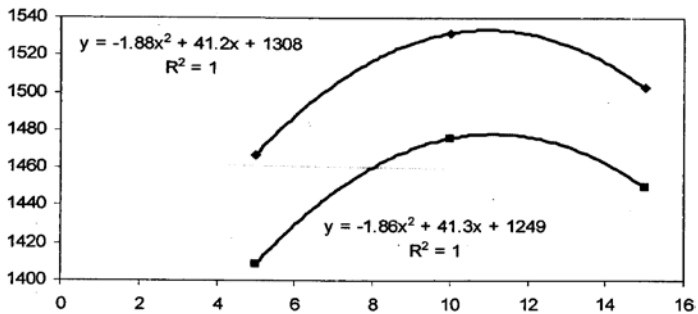


Fig. 6 Proba 3

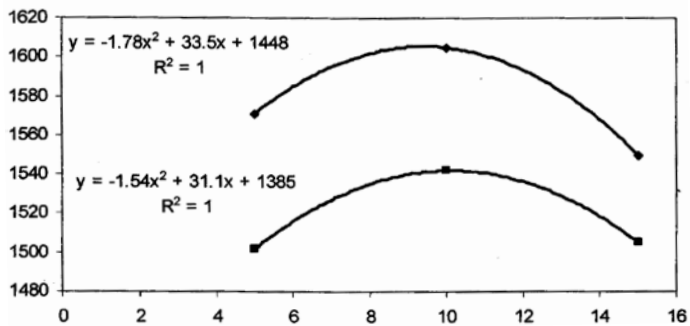


Fig. 7 Proba 4

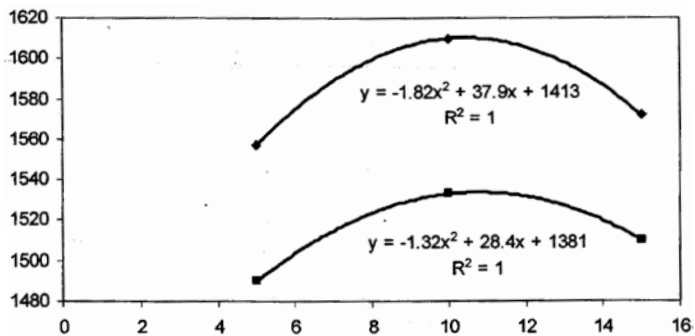


Fig. 8 Proba 5

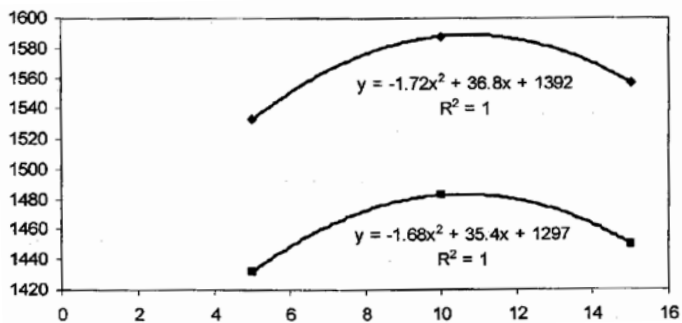


Fig. 9 Proba 6

3. Concluzii

■ Din rezultatele obținute durata optimă de ecruisare pentru obținerea celor mai bune caracteristici la arcurile analizate este de 10 minute. La o durată mai mare de timp scad caracteristicile mecanice ale materialului rezultând apariția fisurilor de suprafață.

■ În timpul tratamentului de ecruisare pot apărea microfisuri provocate de alicele de oțel care pot deveni amorse de fisură și conduc la scăderea rezistenței la oboseală.

■ O metodă pentru creșterea rezistenței la oboseală este aplicarea unui tratament termic de ecruisare cu bile (alice de oțel) în condiții riguros determinate.

■ Necesitatea utilizării căilor de eliminare a microfisurilor în procesul de ecruisare impune ca:

- arcurile să aibă duriță medii față de valoarea maxim acceptată (50 HRC);

- materialul alicelor să nu prezinte duriță exagerate;

- diametrul bilelor să nu fie prea mare, bilele să fie sortate, fără muchii, ciupituri sau alte deșeuri;

- presiunea de aruncare a alicelor să fie redusă, în cazul apariției microfisurilor.

■ Îmbunătățirea procesului de ecruisare, practicat la ora actuală se poate face prin următoarele propuneri:

- trebuie folosite mai multe epruvete ALMEN care să fie amplasate în zone diferite ale arcului, astfel va rezulta o precizie superioară a gradului de ecruisare.

- introducerea unei operații suplimentare de ecruisare la cald, după executarea operației de ecruisare la rece, operație în urma căreia s-a constatat o creștere semnificativă a rezistenței la oboseală.

BIBLIOGRAFIE

[1] Cioclov, D., *Mecanica ruperii materialelor*, Editura Academiei Române, București, 1977.

- [2] Rusu, O., Teodorescu, M., Lascu-Simion, N., *Oboseala materialelor. Baze de calcul*, Editura tehnică, Bucuresti 1993.
- [3] Dulămiță, T., Vasile, T., Malacea, R., *Utilajul și tehnologia tratamentelor termice*, Editura didactică și pedagogică, București 1981.
- [4] Copaci I., ș.a., *Rezistența la solicitări variabile care apar în exploatarea vehiculelor feroviare*, Editura Mirton, Timișoara, 2005.

Dr. Ing. Maria LĂUTARU
șef divizie tehnică S.N.T.F.C „CFR Călători” S.A.- Sucursala de Transport
Feroviar de Călători Timișoara -, membru AGIR
Str. Gheorghe Barițiu, nr. 38, ap. 8, Timișoara 300167
E-mail: mlautaru@yahoo.com

Prof. Dr. Ing. EUR ING Tiberiu Dimitrie BABEU
Universitatea "Politehnica" Timișoara,
Președintele Sucursalei Timiș a AGIR