A XIII-a Conferinţă Naţională multidisciplinară – cu participare internaţională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2013

DETERMINAREA PARAMETRILOR LEGII DE ECRIUSARE

Gheorghe ACHIMAŞ, Nicuşor-Mircea MIHAI

THE DETERMINATION OF PARAMETERS OF COLD HARDENING LAW

The paper presents the basic elements for determination of parameters of cold hardening law.

Cuvinte cheie: coeficient de ecruisare
Keywords: coefficient of-hardening

În timpul deformării, materialele metalice se ecruisează.

În cele ce urmează va fi adoptată ipoteza unei ecruisări pur izotrope. Coeficientul de ecruisare „n" se defineşte ca exponent al deformaţiei naturale în ecuaţia matematică care exprimă relaţia tensiune reală/deformaţie naturală şi poate fi exprimată prin legea lui Hollomon (prin aproximare) sub forma:

$$\sigma = K \cdot \varepsilon^n, \tag{1}$$

unde: K şi n sunt constante de material şi se determină prin metoda celor mai mici pătrate.

Coeficientul de ecruisare „n" din relaţia (1) poate fi determinat din curba de material (curba caracteristică) şi se defineşte ca fiind panta unei drepte, conform relaţiei (2).

Coeficientul de ecruisare „n" în sistemul logaritmic se defineşte ca pantă a unei drepte, astfel:

$$n = tg\alpha^{N_1}. \tag{2}$$

Semnificaţiile simbolurilor utilizate pentru determinarea coeficientului de ecruisare sunt prezentate în tabelul 6.4 din [1] .

La ora actuală, sunt utilizate mai multe legi de ecruisare empirice, în care, alături de deformaţia echivalentă, apar o serie de parametri de material constanţi. Dintre legile de ecruisare izotrope existente vom aminti [1]:

(i) Legea lui Swift:

$$\sigma = K\left(\bar{\varepsilon}_0 + \bar{\varepsilon}^{pl}\right)^n. \tag{3}$$

Se recomandă pentru oţeluri.

(ii) Legea lui Voce:

$$\sigma = A - B \cdot e^{-C\bar{\varepsilon}^{pl}}, \tag{4}$$

în care: $A, B, C > 0$ şi sunt constante de material;

$A > B \Rightarrow \sigma \to A$ (când $\varepsilon^{pl} \to 0$)

Se recomandă pentru aluminiu şi aliajele sale.

(iii) Legea lui Ludwich:

$$\sigma = \sigma_0 + K\left(\varepsilon^{pl}\right)^n. \tag{5}$$

Metoda experimentală folosită în laboratorul Universităţii Tehnice din Cluj – Napoca ne permite obţinerea unor curbe de ecruisare la tracţiune uniaxială.

Un modul distinct al aplicaţiei FORM – CERT este destinat identificării şi afişării grafice a două tipuri de legi de ecruisare: Swift, respectiv Voce.

Interfaţa permite utilizatorului să aleagă tipul de lege. Utilizatorul poate compara predicţiile mai multor legi de ecruisare, suprapunându-le pe aceeaşi diagramă.

De asemenea, este posibilă compararea curbelor teoretice cu date experimentale, folosind funcţia „Experimental data".

În figura 1 se prezintă curba de material (curba caracteristică, tensiune – deformaţie logaritmică) pentru aluminiu 1050 (Al 99,5), epruvete din tablă cu $s = 3mm$.

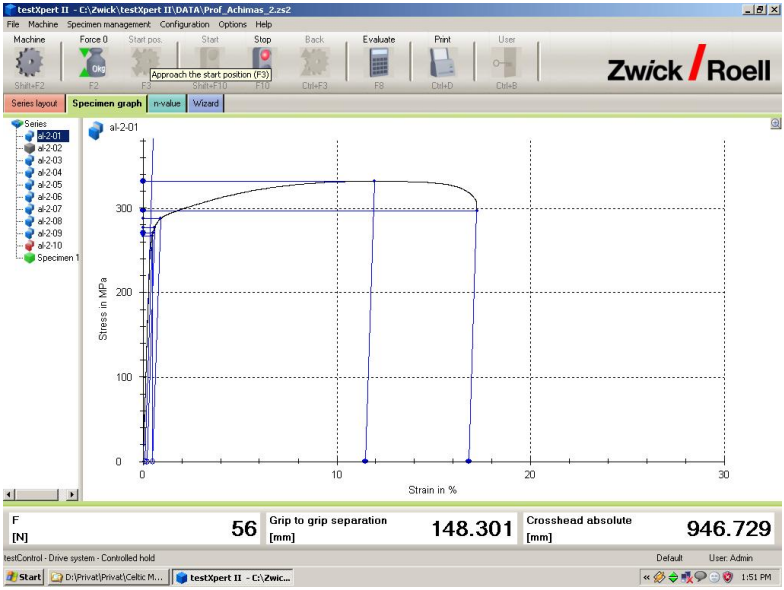


Fig.1 Curba caracteristică pentru aluminiu 1050 (Al 99,5) determinată experimental [1]

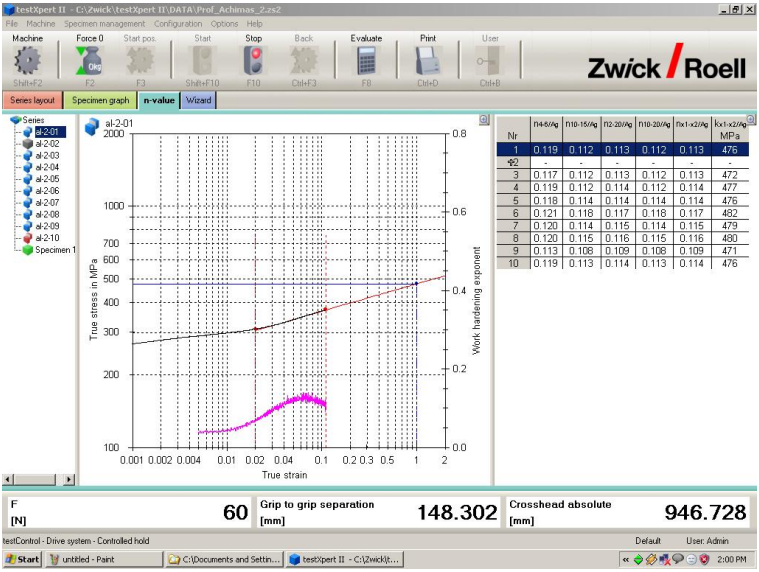
Acurateţea rezultatelor simulărilor cu elemente finite este influenţată într-o foarte mare măsură de modelul de material încorporat.

În ultimele decenii, cercetările s-au orientat spre dezvoltarea unor modele de material capabile să descrie comportarea materialelor cât mai precis.

A fost testată şi influenţa modelului de ecruisare (figura 2), folosind suplimentar legea de ecruisare de tip Voce (4).

Această alegere este motivată prin faptul că anumite lucrări [1] remarcă performanţele bune ale modelului Voce în cazul aliajelor pe bază de aluminiu.

În cazul comportării izotrope criteriul von Mises descrie suficient de precis curgerea plastică, însă în cazul materialelor anizotrope, în special în cel al aliajelor pe bază de aluminiu, predicţiile acestui criteriu sunt slabe.



Nr	n4-6/Ag	n10-15/Ag	n12-20/Ag	n10-20/Ag	nx1-x2/Ag	kx1-x2/Ag MPa
1	0.119	0.112	0.113	0.112	0.113	476
2	-	-	-	-	-	-
3	0.117	0.112	0.113	0.112	0.113	472
4	0.119	0.112	0.114	0.112	0.114	477
5	0.118	0.114	0.114	0.114	0.114	476
6	0.121	0.118	0.117	0.118	0.117	482
7	0.120	0.114	0.115	0.114	0.115	479
8	0.120	0.115	0.116	0.115	0.116	480
9	0.113	0.108	0.109	0.108	0.109	471
10	0.119	0.113	0.114	0.113	0.114	476

Fig. 2 Curbe de ecruisare experimentale obţinute pentru aluminiu 1050 (Al 99,5). Exponentul ecruisării „n". [1]

De aceea trebuie studiate performanţele unor criterii de plasticitate moderne pentru materialele anizotrope prin prisma preciziei modelării proceselor de deformare a tablelor metalice.

BIBLIOGRAFIE

[1] Mihai, N.M., *Cercetări privind prelucrabilitatea tablelor prin ştanţare de precizie*. Teză de doctorat. Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 2008.

Prof. Dr.Ing.dr.h.c. Gheorghe ACHIMAŞ
T.C.M., Facultatea Construcţii de maşini,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, membru AGIR
Dr.Ing. Nicuşor-Mircea MIHAI
Director Comercial ROMARM Bucureşti, membru AGIR