HAL
open science

CARACTERISATION DES MATERIAUX METALLIQUES PAR INDENTATION SPHERIQUE : UTILISATION D'UNE DEFORMATION REPRESENTATIVE POUR PLUSIEURS PROFONDEURS D'INDENTATION

Charbel Moussa, Gérard Mauvoisin, Xavier Hernot, Olivier Bartier, Guillaume Delattr

To cite this version:

Charbel Moussa, Gérard Mauvoisin, Xavier Hernot, Olivier Bartier, Guillaume Delattr. CARACTERISATION DES MATERIAUX METALLIQUES PAR INDENTATION SPHERIQUE : UTILISATION D'UNE DEFORMATION REPRESENTATIVE POUR PLUSIEURS PROFONDEURS D'INDENTATION. indentation 2014, Dec 2014, strasbourg, France. hal-01157566

HAL Id: hal-01157566

https://univ-rennes.hal.science/hal-01157566

Submitted on 28 May 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CARACTERISATION DES MATERIAUX METALLIQUES PAR INDENTATION SPHERIQUE : UTILISATION D'UNE DEFORMATION REPRESENTATIVE POUR PLUSIEURS PROFONDEURS D'INDENTATION

Charbel MOUSSA[1], Gérard MAUVOISIN[1,2], Xavier HERNOT[1,2], Olivier BARTIER[1,2], Guillaume DELATTR[3]

[1]*LGCGM, Université de Rennes 1, 20 Avenue des buttes des Coësmes, 35708 Rennes Cedex 7, France*
[2]*IUT, Université de Rennes 1, 3 Rue de Clos Courtel, 35700 Rennes Cedex*
[3]*Faurecia Automotive Seating, Le Pont de Vère, 61100 Caligny, France*

Résumé

La détermination des paramètres d'écrouissage par indentation sphérique des matériaux métalliques s'appuie généralement sur l'inversion de modèles ou sur la technique d'analyse inverse. Dans ces travaux, une base de données de courbes d'indentation obtenues par éléments finis avec différents paramètres de la loi d'écrouissage de Hollomon a été construite. Le calcul de l'écart, au sens des moindres carrés, entre une courbe d'indentation expérimentale et chacune des courbes de la base de données a permis d'obtenir une distribution de l'écart (figure 1) montrant une sorte de vallée qui indique la sensibilité des paramètres de la loi d'écrouissage sur l'essai d'indentation.

La forme particulière de la distribution de l'écart, cône de base elliptique, a été mise en équation [1-2]. La détermination des 5 paramètres de cette équation permet d'identifier les paramètres (σ_y et n) de la loi de Hollomon, pour lesquels l'écart entre la base de données et la courbe expérimentale est minimal. De plus, une déformation représentative moyenne, liée à l'orientation du cône de base elliptique, ou de la vallée représentée sur la figure 1, a été proposée. Les couples de paramètres (σ_y et n) des points situés au fond de la vallée, dont certains sont représentés sur la figure 1 par des petits cercles, correspondent à des lois d'écrouissage de type Hollomon qui se croisent au niveau de cette valeur de déformation représentative moyenne (figure 2). Ces lois d'écrouissage donnent des courbes d'indentation très similaires à celle de la solution, ce qui permet de conclure que le comportement du matériau est le mieux décrit par la partie de la loi d'écrouissage située autour de la déformation représentative moyenne (figure 2).

En indentation sphérique, la déformation représentative dépend de la profondeur de pénétration. En faisant évoluer le domaine pris en compte sur la courbe d'indentation, on peut identifier un ensemble de jeux de paramètres (σ_y et n) donnant chacun une courbe d'écrouissage. En retenant le point situé autour de la déformation représentative moyenne, définie plus haut, pour chacune de ces courbes d'écrouissage, on peut reconstruire la loi d'écrouissage du matériau, même si celle ci ne suit pas parfaitement la loi de Hollomon.

Enfin, pour prendre en compte l'imprécision expérimentale et l'hétérogénéité du matériau, des domaines de solutions et de confiance ont été développés [1-2] qui permettent d'identifier, à partir d'une famille de courbe d'indentation obtenues pour un même matériau, non seulement une solution mais un domaine autour de la solution qui délimite les « solutions possibles ». La détermination des

domaines de solutions et de confiance se fait à partir de la courbe d'indentation moyenne associée à une valeur d'écart expérimental maximal.

La comparaison des résultats obtenus par application de la méthode présentée ci-dessus et ceux obtenus par essais de traction sur plusieurs aciers montre l'intérêt de la démarche proposée.

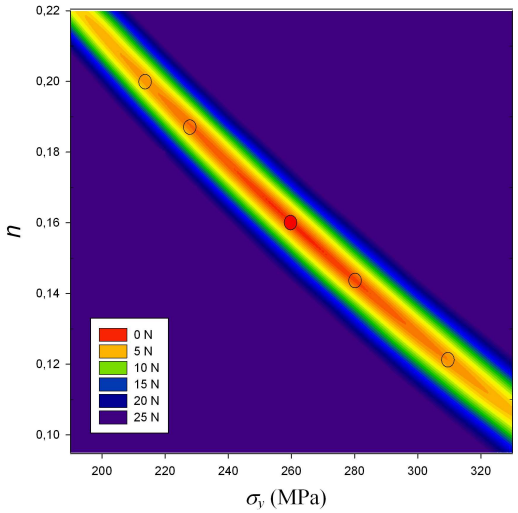

Figure 1 : Cartographie des isovaleurs de fonction coût, au sens des moindres carrés, entre une base de données et un matériau de paramètres : σ_y = 260 MPa et n=0,16

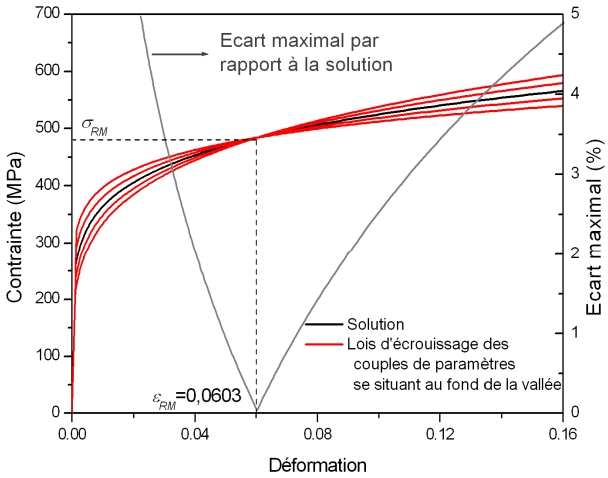

Figure 2 : Lois d'écrouissage de la solution et des couples de paramètres qui se situent au fond de la vallée (représentés par des petits cercles sur la figure 1)

Mots clés : Indentation sphérique, déformation représentative, caractérisation mécanique, matériaux métalliques, domaine de confiance

Références

1. C. Moussa, X. Hernot, O. Bartier, G. Delattre, G. Mauvoisin. Evaluation of the tensile properties of a material through spherical indentation: definition of an average representative strain and a confidence domain. Journal of Materials Science, 49 (2), 592-603. (2013)

2. C. Moussa, X. Hernot, O. Bartier, G. Delattre, G. Mauvoisin. Identification of the hardening law of the materials with spherical indentation using the average representative strain for several penetration depths, *Materials Science and Engineering: A* **606**, pp.409-416, (2014)