

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES MINES ET METALLURGIE

ENSMM-Annaba-



Département science et génie des matériaux

Mémoire de fin d'études

INGENIEUR

THEME :

***Cinétique de l'adoucissement induit par
restauration statique dans les microstructures
d'alliages d'aluminium de nuance Al 5083 –
Comparaison avec l'alliage Al 2024***

Présenté(e) par :

- MOUNAOULI Mohammed
- MOUDIR Essaid

Encadré(e) par : Dr. N.MATOUGUI (MCB-ENSMM) & Mr M. DJAMA (Attaché de Recherche-CRTI)

Dr. B. MEHDI (MCB-USTHB)

Membres du jury : Pr. ZAHZOUH

Dr. TAHRAOUI

Juin 2018

Résumé :

L'objectif de ce travail est d'analyser les mécanismes d'adoucissement statique dans les alliages d'aluminium de nuance 5083 (Al-4.5%Mg) laminés à froid, destinés à l'industrie navale. Cet adoucissement correspond à des évolutions microstructurales difficilement décelables par des investigations microscopiques voire plus fines. Ce qui nous a amené à prévoir ces évolutions en termes de la cinétique d'Avrami fréquemment étudiée et justifiée dans la littérature. Les techniques d'analyses utilisées sont : la microscopie optique, la diffraction de rayons X, la microdureté Vickers, la calorimétrie différentielle à balayage (DSC).

L'application du modèle de cinétique de transformation isotherme *JMAK* a conduit à une meilleure corrélation entre les résultats expérimentaux et la droite théorique du modèle. Les paramètres cinétiques obtenus (n et K) dépendent fortement du taux de déformation. Ainsi, l'utilisation du modèle d'Avrami *JMAK* jugée utile dans l'analyse de la cinétique de l'adoucissement nous a conduit à déterminer l'énergie stockée et la fraction d'adoucissement dans différentes conditions et les comparer avec une étude antérieure portée sur les alliages Al2024.

Mot clés : Adoucissement, statique, Laminage à froid, Microstructure, Al 5083, Al 2024, modélisation empirique.

Abstract:

The objective of this work is to analyze the static softening mechanisms in cold-rolled 5083 (Al-4.5% Mg) aluminum alloys used frequently in the shipbuilding industry. This softening corresponds to microstructural evolutions which are difficult to detect by microscopic or even by finer investigations. Thus, it leads to predict these evolutions in terms of *Avrami* kinetics usually studied and justified in the literature. The analytical techniques used are: optical microscopy, X-ray diffraction, Vickers microhardness, differential scanning calorimetry (DSC).

The application of the *JMAK* isothermal transformation kinetics model led to a better understanding the correlation between the experimental results and the theoretical model. The kinetic parameters obtained (n and K) depend strongly on the rate of deformation. Thus, using *JMAK Avrami* model led to determine the stored energy and the softening fraction under different conditions and compare them with a previous study focused on Al2024 alloys.

Key words: Static softening, cold rolling, microstructure, Al 5083, Al 2024, Modeling.

ملخص:

الهدف من هذا العمل هو تحليل آليات التخفيف الثابتة في سبائك الألمنيوم المدفنة على البارد 5083 (Al-4.5% Mg) المستخدمة في صناعة بناء السفن. ويقابل هذا التليين تطورات مجهرية يصعب اكتشافها بواسطة تحقيقات مجهرية أو حتى أدق. هذا يقودنا إلى التنبؤ بهذه التطورات من حيث حركية Avrami التي تتم دراستها ومبرراتها بشكل متكرر في الأدبيات. التقنيات التحليلية المستخدمة هي: الفحص المجهر البصري، حيود الأشعة السينية، الصغر فيكرز، المسعر التفاضلي للمسح الضوئي (DSC).

أدى تطبيق نموذج *JMAK* للحركية المتغيرة للحرارة إلى ترابط أفضل بين النتائج التجريبية والخط النظري للنموذج. تعتمد المعلمات الحركية التي تم الحصول عليها (n و K) بشدة على معدل التشوه. وبالتالي، فإن استخدام نموذج *Avrami JMAK* لدراسة حركية التليين من خلال تطوير نتائج الصلابة لتحديد الطاقة المخزنة ومقارنتها مع نتائج DSC، في سبائك Al5083 التي تمت دراستها.

الكلمات المفتاحية: التليين، إعادة البلورة، الترميم، التدرج، البنية المجهرية، الحركية