

PRECIPITATION DISCONTINUE ET CONTINUE DANS L'ALLIAGE Al-15 at. % Zn

S. Bensaada , Z. Boumerzoug

Département de Génie Mécanique

Université Mohamed Khider, B.P.145 - Biskra - (07000)

RÉSUMÉ

Ce travail a pour but de mettre en exergue l'influence de la température de vieillissement sur le mode de la réaction de précipitation dans l'alliage Al- 15 at. % Zn. On a constaté, qu'à haute température de vieillissement l'apparition de la précipitation continue caractérisée par des précipités fins, par contre à basse température on a observé seulement l'évolution de la réaction de précipitation discontinue, où les précipités formés ont une forme cellulaire avec une faible distance interlamellaire. Les principales méthodes d'analyse pour la mise en évidence de ces phénomènes sont : la microscopie optique, la diffraction des rayons X et la microdureté.

Mots clés : précipitation - continue - discontinue - cellules - joint de grains.

1. INTRODUCTION

Les processus de précipitation à partir des solutions solides sursaturées dans les alliages métalliques ; qui font intervenir les phénomènes de diffusion sont généralement classés en deux catégories principales : précipitation homogène «continue» et hétérogène «discontinue» . Une des caractéristiques principales de la transformation continue est la variation continue du paramètre cristallin de la phase mère α_0 durant le vieillissement et aussi la variation continue de la concentration en atome de soluté avec une croissance relativement lente de la seconde phase β , appelée «phase fille» ou précipité. La précipitation discontinue représente une réaction à l'état solide dont laquelle une solution solide sursaturée α_0 est remplacée par une structure cellulaire composée de lamelles alternées α et β correspondant à la réaction $\alpha_0 \rightarrow \alpha + \beta$, où, α est la phase appauvrie en atome de soluté et ayant le même réseau de structure que la phase mère α_0 et β est la phase précipitée riche en atome de soluté et peut être :

- a) un cristal mixte avec la même structure que la phase mère, le cas observé dans Au-Ni [1].
- b) un cristal mixte avec une structure différente de celle de la phase mère, le cas des alliages du système Pb-Sn [2].
- c) phase intermétallique, le cas du système Cu-Zn [3].
- d) phase liquide, le cas du système Pb-Bi [4].

Les phénomènes de précipitation prennent une place considérable dans les solutions métalliques, car elle modifie profondément les propriétés des alliages, parfois

dans un sens favorable. Ces modifications consistent le plus souvent à des élévations de la contrainte de la rupture et de la dureté .Cependant même les propriétés magnétiques et électriques sont aussi influencées.

Certains travaux ont montré l'importance de l'effet de la température de vieillissement sur le mode et la cinétique de la précipitation, c'est à dire, précipitation continue ou discontinue. Ce-ci est généralement due au mécanisme de diffusion des atomes de soluté dans la matrice initiale.

La précipitation discontinue dans les alliages du système Al-Zn a fait l'objet de nombreuses études [5], et qui est caractérisée par la complexité des phases formées.

2. METHODES EXPERIMENTALES

Le matériau en question est l'alliage Al-15 at. % Zn préparé par fusion sous atmosphère inerte (Argon) à partir de l'aluminium (3NAL) et du Zinc (4N₅Zn) très purs.

Les échantillons destinés aux travaux expérimentaux sont trempés avec une structure monophasée, c'est à dire ils ont subi un premier recuit d'homogénéisation pendant deux jours à T= 350° C, suivi d'un deuxième recuit d'homogénéisation pendant 21 jours à T= 450°C et d'une trempe dans une solution méthanol-sel - glace à T = -10°C.

Pour mettre en évidence l'effet de la température de vieillissement sur le mode et le caractère de la réaction de précipitation , on a utilisé deux différentes températures dans le domaine biphasé du diagramme d'équilibre du système de l'alliage Al-Zn, l'une haute (T= 200°C) et l'autre basse (T= 75 °C). Afin que les échantillons ne

subissent pas d'oxydation lors des traitements thermiques, un ensemble de recuit sous vide a été conçu. Le réactif d'attaque chimique est une solution concentrée de 10 % NaOH dans l'eau distillée et dont la durée d'attaque est de 30 à 120 secondes. Les moyens d'étude utilisés sont : la microscopie optique, la microdureté et la diffraction des rayons X où, on a utilisé un diffractomètre à poudre (Siemens D8) automatisé avec les conditions de travail suivantes : tension de 35 kV, intensité de 15 mA, une anti-cathode de cuivre et un filtre de Nickel.

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

1.1 Vieillessement à basse température

L'évolution microstructurale au cours du vieillissement à 75 °C a été mise en évidence par microscopie optique à partir de l'état de trempe (Fig.1a), où la structure est monophasée et sursaturée en atome de Zinc. Cependant, cette température de vieillissement favorise le développement de la précipitation discontinue (Fig.1b), car, à cette température, la diffusion aux joints de grains est favorisée, contrairement à la diffusion en volume. Les précipités développés dans la matrice sursaturée sont de forme cellulaire et qui apparaissent uniquement sur les joints de grains. L'évolution de la microdureté HV lors du traitement de vieillissement à 75°C est représentée par la figure 2, où, on constate la diminution de la dureté avec la formation des précipités. D'autre part, l'analyse des spectres des rayons X à l'état de trempe et à l'état de vieillissement à 75°C (Fig.3) a révélé l'existence de deux phases ($\alpha + \beta$) et la diminution du paramètre cristallin de la solution solide sursaturée ce qui confirme l'appauvrissement de la phase mère α_0

1.2 Vieillessement à haute température

La deuxième partie expérimentale a été consacrée au vieillissement à une température de 200°C, où le mécanisme de la diffusion est accéléré. Nous avons constaté qu'à cette température le mode de précipitation dominant est la précipitation continue (Fig.1c), ce qui signifie une diffusion en volume des atomes de Zinc. D'autre part, les particules de la phase β sont des précipités fins et répartis uniformément à l'intérieur des grains avec une zone libre au voisinage des joints de grains.

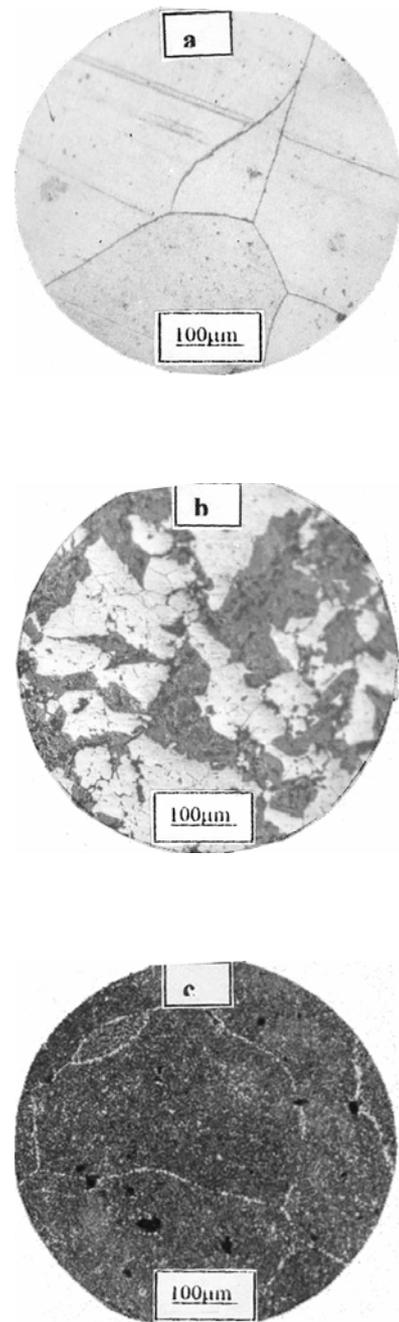


Figure 1 : Microstructures de l'alliage Al- 15 at. % Zn homogénéisé 450° C pendant 21 jours, puis trempé (a) et suivi d'un vieillissement à 75°C pendant 41 heures (b), d'un vieillissement à 200°C pendant 41 heures(c).

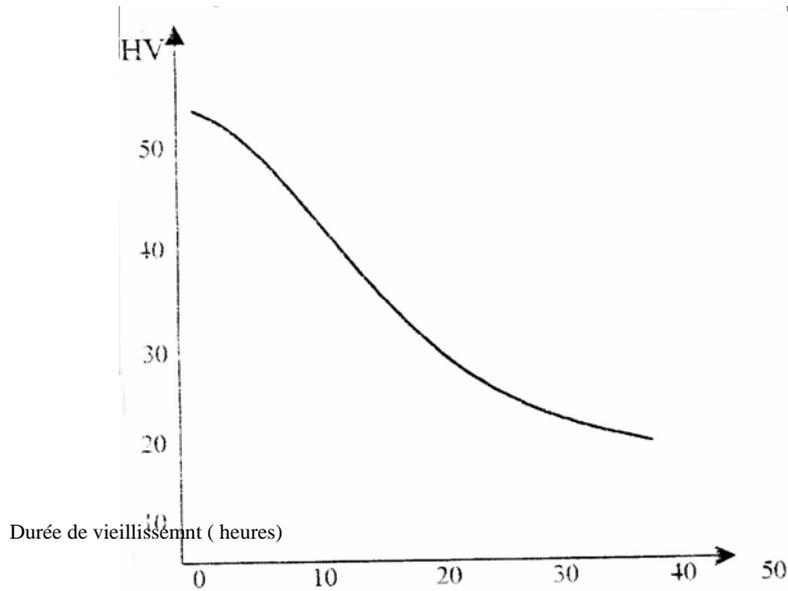


Figure 2 : Variation de la microdureté HV de l'alliage Al- 15 at. % Zn homogénéisé à 450°C pendant 21 jours, puis trempé et suivi d'un vieillissement à 75°C.

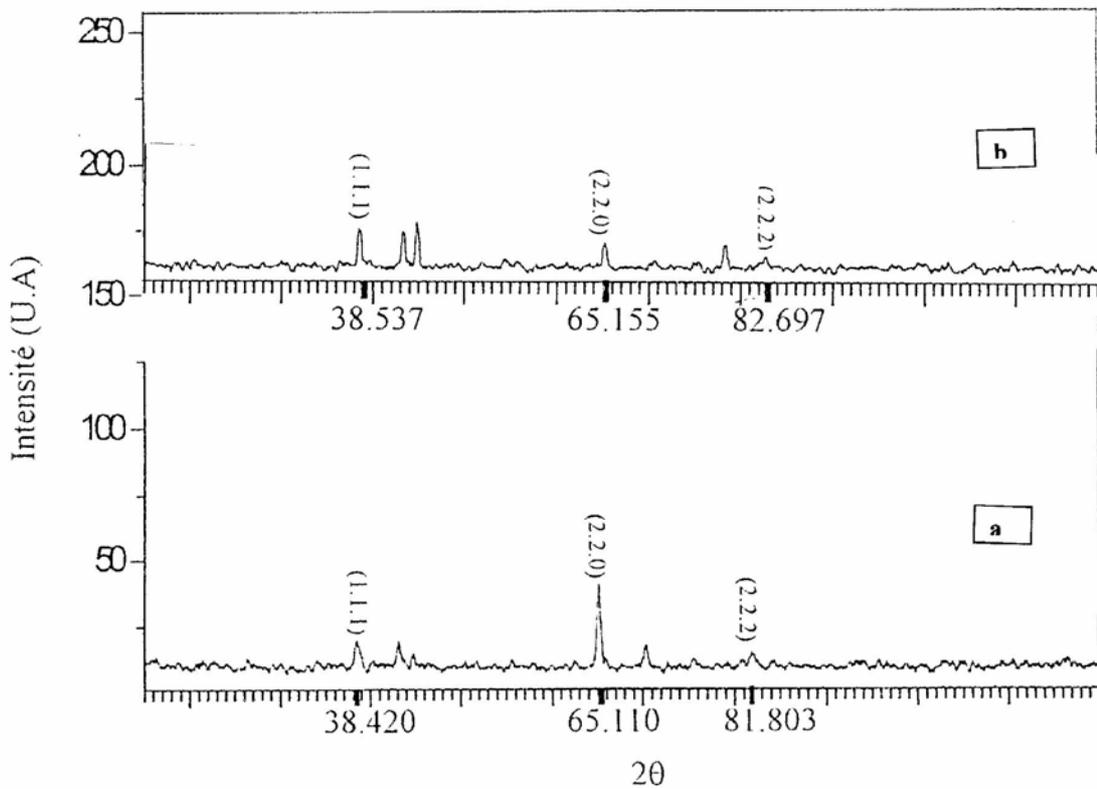


Figure 3 : Spectres de diffraction des rayons X de l'alliage Al- 15 at. % Zn homogénéisé à 450°C pendant 21 jours, puis trempé (a) et suivi d'un vieillissement à 75°C pendant 41 heures (b).

CONCLUSION

A partir de cette étude on a pu mettre en exergue l'effet de la température de vieillissement sur le mode de la réaction de précipitation :

- A basse température l'alliage Al-15 at. % Zn est le siège d'une précipitation discontinue caractérisée par des précipités cellulaires aux joints de grains.
- A haute température on a le développement de la précipitation continue.

On note que chaque mode est contrôlé par un mécanisme diffusionnel approprié.

REFERENCES

1. W. Gust, B. Predel et T. Nguyen, Z. Metallk., (1976)
2. Y.C. Liu et H.I. Aaronson, Acta. Met. , (1968)
3. B. Predel et W. Gust, (1975).
4. Y. S. Kuchavenko, Physique Met. Metallogr, (1975).
5. S.U.I. Abdou, Doctorarbeit, Suez Canal University port Said, (1987).