

INFLUENCE DES TRAITEMENTS THERMIQUES (DURCISSEMENT STRUCTURAL) SUR LA PROPRIETE DE DURETE DE L'ALLIAGE D'ALUMINIUM DE TYPE A-G10

Abdelhak Belahcene¹ Mohamed .Seghir Hamani², Hammoudi.D.E

¹Département de Mécanique/ Université de Chlef

²Laboratoire de Fonderie/ Département de Métallurgie et Génie des Matériaux/ Université de Annaba 23000

belhak24@yahoo.fr

mshamanidz@yahoo.fr

RESUME

Bien qu'utilisées et étudiées depuis le début du siècle, les propriétés mécaniques des alliages à durcissement structural à base d'aluminium, recèlent toujours, certains secrets que les métallurgistes s'efforcent de mettre au jour.

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés au cas des alliages d'aluminium- magnésium et plus particulièrement à l'alliage Al-10%Mg.

Le travail que nous avons réalisé, avait pour objectif essentiel, d'étudier l'influence des traitements thermiques de durcissement structural sur l'évolution des propriétés mécaniques la dimension des grains et la structure de l'alliage A-G10.

MOTS-CLES : Durcissement structural, Trempe, Revenu, Mise en Solution, Précipitation, Diffusion, Alliages d'Aluminium.

INTRODUCTION.

L'utilisation des matériaux dépend de leur disponibilité, de leur coût, de leur facilité de mise en forme et de leur compatibilité avec l'environnement (propriétés mécaniques, physiques et chimiques). Tout progrès technologique important est souvent lié au développement de matériaux dotés de propriétés améliorées ou de nouveaux matériaux. De toutes les méthodes destinées à améliorer la résistance des métaux, celle qui a eu le plus succès est le durcissement par précipitation [1], pour un métal très ductile, tel que l'aluminium ou le cuivre.

Le durcissement par précipitation [2] permet d'atteindre des résistances élevées tout en conservant une ductilité satisfaisante. La technique est fondée sur le fait que certaines phases solubles à haute température peuvent par des méthodes appropriées, de trempe et revenu ; être partiellement ou complètement éliminées sous la forme d'une dispersion durcissante à des températures proches de la température ambiante.

Le durcissement par précipitation est devenu la plus importante technique pour accroître la résistance des alliages, non seulement de ceux qui sont destinés à travailler aux températures ordinaires, mais aussi de ceux qui sont utilisés sous des températures de 1000°C et même plus [3].

Les applications du durcissement structural dans les alliages légers sont extrêmement nombreuses et importantes, elles couvrent un vaste champ industriel.

Les alliages industriels Al-Mg peuvent subir un traitement de durcissement par précipitation qui améliore notablement les propriétés mécaniques. Bien que plusieurs travaux furent consacrés aux phénomènes de précipitation dans les alliages Al-Mg dans différents domaines de température, plusieurs questions restent encore posées et concernant surtout la cinétique, le mécanisme et la séquence de précipitation ainsi que la forme des particules précipitées.

L'objectif de ce travail est de contribuer à l'étude de durcissement structural par précipitation des alliages aluminium-magnésium et spécialement les alliages (Al-10% Mg).

MATERIAUX ET TECHNIQUES EXPERIMENTALES

1-Composition chimique de l'alliage étudié.

La composition initiale en éléments d'addition de cet alliage est donnée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Composition chimique d'A-G10.

Alliage (A-G10)	Al	Mg	Si	Zn	Fe	Mn	Ti	Ni	Pb	Cu	Sn
% Eléments.	88,55	9,94	0,6	0,4	0,40	0,08	0,04	-	-	0,03	0,03

2-Moule utilisé

La préparation des moules à été effectué manuellement, on a utilisé un sable de moulage dont la composition est :96% de SiO₂, 4% de silicate de soude, et le soufflage par le CO₂.

RESULTATS

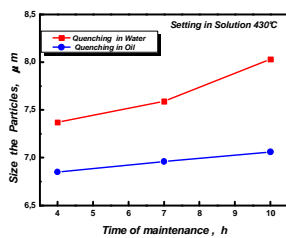


Fig.1 : Influence de la température de mise en solution (430°C) et le temps de maintien après trempe à l'eau et à l'huile sur la variation des dimensions des grains.

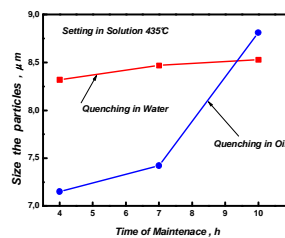


Fig.2 : Influence de la température de mise en solution (435°C) et le temps de maintien après trempe à l'eau et à l'huile sur la variation des dimensions des grains.

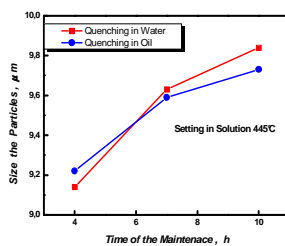


Fig.3 : Influence de la température de mise en solution (445°C) et le temps de maintien après trempe à l'eau et à l'huile sur la variation des dimensions des grains.

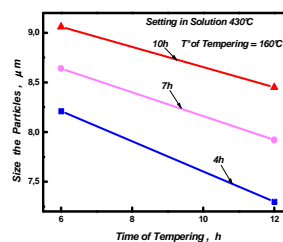


Fig.4 : Variation des dimensions des grains en fonction du temps de revenu après mise en solution à 430°C et trempe à l'eau.

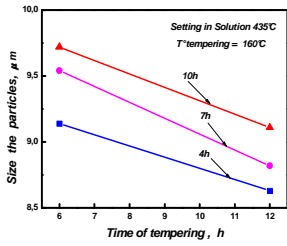


Fig.5 : Variation des dimensions des grains en fonction du temps de revenu après mise en solution à 435°C et trempe à l'eau.

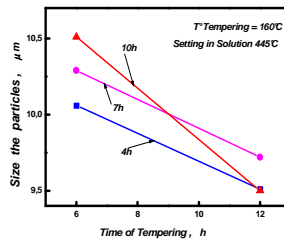


Fig.6 : Variation des dimensions des grains en fonction du temps de revenu après mise en solution à 445°C et trempe à l'eau.

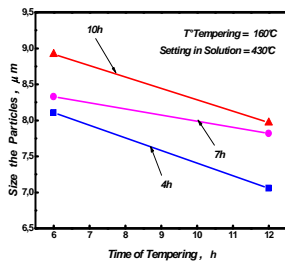


Fig.7 : Variation des dimensions des grains en fonction du temps de revenu après mise en solution à 430°C et trempe à l'huile.

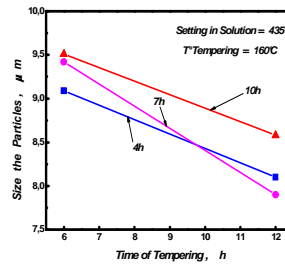


Fig.8 : Variation des dimensions des grains en fonction du temps de revenu après mise en solution à 435°C et trempe à l'huile.

INTERPRETATION DES RESULTATS

Les observations structurales au microscope optique, et d'après le calcul des dimensions des grains ou de la grosseur de grain, ont permis de constater :

Approximativement les dimensions obtenues après traitement de mise en solution à 430°C et 435°C après trempe à l'huile, sont plus petites lorsque on trempe à l'eau.

Et ce n'est pas le même cas, car à 445°C température de mise en solution et pendant 4h, 7h et 10 heures de maintien, la grosseur des grains est presque identique, soit après trempe à l'eau ou à l'huile, les figures 1-2 montrent l'influence de milieu de trempe, et de la température de mise en solution, sur la variation des tailles des grains pour les échantillons traités de l'alliage Al-10%Mg.

Mais si on compare ces dimensions obtenues, après un traitement de revenu de 12 heures de maintien à 160°C, pour des échantillons trempés à l'eau après une mise en solution aux températures de 430°C, 435°C et 445°C, on trouve qu'une diminution des tailles des grains est remarquée, par rapport à un maintien de 6 heures à 160°C, même cette diminution qui varie entre (2 à 3 µm) n'est pas importante, ce qui induit à l'augmentation du nombre de grains qui contribue à l'amélioration des propriétés mécaniques, ainsi la dureté HB.

Dans les figures (3-8) on montre précisément toutes les particularités de la variation des dimensions des grains pour des échantillons de l'alliage d'étude A-G10 du système Al-Mg. Après chaque traitement thermique de trempe et de revenu, on procède toujours à des mesures de la dureté (HB) et de mesures de la microdureté (Hv) des échantillons traités.

Dans cette étude nous avons essayé de voir comment influence la température de mise en solution sur les propriétés mécaniques de l'alliage A-G10, spécialement la variation de la dureté.

Si on compare les valeurs de la dureté (HB) des échantillons de l'alliage A-G10 , qui sont trempés à l'eau après un traitement de mise en solution pendant 4 heures , 7heures et 10 heures à des températures de 430°C ,435°C et 445°C et les valeurs obtenues sous les mêmes conditions après trempe à l'huile, on remarque qu'il y a une variation peu importante de la dureté des échantillons trempés à l'eau par rapport à l'huile, peut être s'expliquer par l'influence de milieu de trempe sur l'évolution de la dureté , tandis que les conditions précédentes (températures de mise en solution, temps de maintien), sont les mêmes, et ce n'est pas le même cas à la température de 435°C, là ou on observe le contraire, une faible dégradation de la dureté après trempe à l'eau est remarquée, par rapport à des valeurs de dureté obtenues après trempe à l'huile.

On remarque d'après les résultats obtenues de mesures de la dureté qu'il y a une augmentation de la dureté d'une faible manière, en fonction du temps et de la température de mise en solution ; ce qui nous permet de conclure l'influence de la température sur l'évolution de la dureté.

CONCLUSION

Notre étude portant sur l'influence des traitements thermiques (mise en solution, trempe et revenu), de durcissement structural de l'alliage A-G10, nous a montré d'après les résultats expérimentaux obtenus, que cet alliage ne donne pas de durcissement structural appréciable.

L'effet de la température de mise en solution, n'a été que pour le but d'homogénéiser la composition chimique de l'alliage, et de saturer totalement la solution solide.

Le temps de maintien de mise en solution influe, légèrement sur les caractéristiques mécaniques, il fait augmenter la dureté (HB) de l'ordre de 14%, par rapport à l'état brut de coulée; nous pouvons dire que l'homogénéisation préalable de l'alliage conduit à un favorable traitement de revenu.

Pour des bonnes caractéristiques mécaniques telles que, la dureté (HB), la trempe dans l'eau est légèrement plus efficace que la trempe dans l'huile, parce que le nombre de lacunes retenues après la trempe est proportionnel à la vitesse de refroidissement.

Le nombre élevé de lacunes retenues par trempe favorise la migration des atomes de magnésium vers les zones G.P. Tandis que l'élévation de la température accélère ce processus (elle augmente la vitesse de diffusion des atomes de magnésium), lors d'une déformation ; les dislocations cisailent ces zones cohérentes avec la matrice, et un accroissement de contrainte est nécessaire, d'ou une augmentation de la dureté.

Les différentes conditions des traitements thermiques effectuées, sur cet alliage telles que la température et le temps de maintien, ne montrent pas d'anomalies structurales importantes. Il est bien connu que les alliages d'aluminium n'ont pas de changements allotropiques.

REFERENCES :

[1]. Wilm (A). – Recherche sur la métallurgie physique des alliages Aluminium - Magnésium. Métallurgie 8.1911 p. 225–7.

[2]. LORIMER (G.W.). – Precipitation in aluminium alloys dans precipitation Process in Solids. RUSSEL (K.C). ET AARONSON (M.I.) Eds the Metallurgical Society of AIME 1978 p. 87- 119.

[3].E. Slade, «Une métallurgie Nouvelle», Ed, Larousse, 17 rue du Montparnasse.Paris. VIe (1967).