

1 INTRODUCCIÓ

En la indústria metal·lúrgica és molt freqüent l'ús de tècniques de conformació per deformació (treball en fred o en calent) per tal de donar forma, a materials metàl·lics, tot aplicant esforços superiors al límit elàstic, σ_y , per tal d'aconseguir pràcticament la forma final, assegurant bones toleràncies i acabats superficials excel·lents.

El treball en fred provoca que la duresa i la resistència a la tensió, del material, augmentin i, per contra, la ductilitat, la resistència elèctrica i la resistència a la corrosió disminueixin.

Les propietats mecàniques, afectades per la reducció, es poden millorar gràcies a la recuita. La recuita és un tractament tèrmic que s'aplica per a eliminar els defectes (mecanismes d'emmagatzematge d'energia) creats durant el treball en fred. Aquest tractament està format per l'etapa de recuperació, la de recristal·lització i la del creixement del gra.

En el present projecte analitzem en detall la recuperació (primera etapa). Durant aquesta etapa es produeixen tots els fenòmens de la recuita abans de l'aparició de grans nous sense deformar. Llavors, durant la recuperació es mantenen les propietats mecàniques però millorant una mica la ductilitat, la conductivitat elèctrica i fins i tot la resistència a la corrosió.

Al llarg del temps, s'ha observat que el comportament cinètic durant una recuita de recuperació (relaxació) és complex, degut a la diversitat de defectes en els materials deformats en fred. Aquesta diversitat dificulta la determinació de les energies involucrades en el comportament cinètic de la relaxació.

La tècnica que s'ha utilitzat per a fer l'estudi cinètic ha estat la calorimetria diferencial d'escombrat (DSC). El mecanisme bàsic d'aquest tipus de tècniques, sol ser l'excitació del material, a partir de canvis en la seva temperatura i, la obtenció del respectiu senyal (calor despesa o alliberada).

2 PRESENTACIÓ DE LA MOSTRA A ANALITZAR

La mostra assajada ($\text{Fe}_{85} \text{Ni}_6 \text{B}_9$) ha estat obtinguda gràcies a un procés de mòlta (durant 80 hores), és a dir, a partir d'un procediment d'aliatge mecànic. Aquest procés, de treball en fred, permet la creació de defectes, en el material. Llavors, l'aliatge s'obté en unes condicions que estan lluny de l'estat d'equilibri, per tant, la seva estructura interna acumula energia.

Per regla general, la tècnica d'aliatge mecànic es sol realitzar per aliatges d'elements amb dificultat per a ser aliats, per inducció de reaccions químiques a baixa temperatura, etc.

L'objectiu del projecte és fer l'estudi experimental de la cinètica, durant la recuita de recuperació, de l'aliatge mecànic ($\text{Fe}_{85} \text{Ni}_6 \text{B}_9$). Aquest estudi, mitjançant la tècnica DSC, permetrà determinar els paràmetres més rellevants per tal de descriure com evolucionen l'estructura i les propietats del metall durant un tractament tèrmic.

3 ESTUDI CINÈTIC DE LA RECUITA DE RECUPERACIÓ

L'estudi cinètic s'ha basat en tres pilars bàsics: una tasca prèvia, uns pre-assajos cinètics i finalment l'anàlisi de la cinètica de recuperació en qüestió.

La tasca prèvia ha consistit en fer una recerca bibliogràfica de la tècnica a utilitzar (DSC). A més, s'ha establert un borrador de pràctica a seguir, per a poder fer experiments a nivell de laboratori. Un cop obtingut aquest borrador s'han realitzat una sèrie d'assajos cinètics previs. Aquests assajos s'han fet per a observar el comportament de la mostra ($\text{Fe}_{85} \text{Ni}_6 \text{B}_9$) i per a optimitzar les condicions experimentals de treball. Dins d'aquestes condicions de treball s'ha perfilat la temperatura d'inici (50 °C) i de finalització (600 °C) de les proves de laboratori. La temperatura final de 600 °C ens ha permès investigar tot el termograma de la mostra. Paral·lelament, també s'ha optimitzat la velocitat dels escalfaments, β (20 °C/ min), per tal d'aconseguir un bon senyal DSC (pics ben delimitats en un temps prudencial).

Obtingudes les condicions experimentals, de treball, s'ha trobat la millor quantitat de mostra a analitzar (60 mg, 120 mg) i s'ha optimitzat la temperatura de tractament ($T_a = 170$ °C, 190 °C i 210 °C) i la durada d'aquest ($t_a = 1, 10$ i 100 min), per evitar allargar massa els experiments i, per tant, incrementar la probabilitat d'obtenir senyals DSC poc fiables (degut a l'estabilitat de l'aparell).

Finalment, dins d'aquests assajos previs, s'ha comprovat la fiabilitat del senyal DSC, obtenint un bon resultat, en les condicions esmentades.

Comprovada aquesta fiabilitat s'han realitzat una sèrie d'experiments isotèrmics (recuita a $T_a = 170, 190, 210$ °C, cadascuna durant $t_a = 1, 10, 100$ min) i estacionaris (escalfament, posterior a cada recuita de la mostra, de 50 °C fins a 600 °C), en les condicions òptimes trobades anteriorment.

Una vegada efectuats tots els assajos s'han aconseguit les dades experimentals necessàries per a poder realitzar l'anàlisi de la cinètica de recuperació. Dins d'aquesta anàlisi hi trobem: la determinació de cadascuna de les temperatures del llindar de recuperació, T_{llindar} (segons cada recuita), el càlcul de la constant cinètica, K_p i de l'energia d'activació, E_a corresponent, l'estudi de la forma del llindar de recuperació i, finalment, el pronòstic de la relació temperatura-temps del procés de relaxació. Tots aquests càlculs han servit per a fer la comparació dels resultats experimentals amb la teoria pertinent (Roura i Farjas, 2009).

Per últim, s'ha procedit a efectuar la redacció del projecte.

4 CONCLUSIONS

En aquest projecte es mostra un mètode per a l'estudi de la cinètica de recuperació de l'aliatge mecànic $Fe_{85} Ni_6 B_9$, mitjançant la tècnica DSC.

Aquest mètode demostra que la cinètica de recuperació, en els termes assajats, no pot explicar-se com a una superposició de processos microscòpics (de primer ordre) amb independents energies d'activació (Roura i Farjas, 2009).

La fiabilitat del senyal DSC ha resultat ser bastant bona d'acord amb els resultats obtinguts, inclosos en el present projecte.

Els resultats presentats en la memòria d'aquest projecte demostren que la cinètica de relaxació de l'aliatge mecànic $Fe_{85} Ni_6 B_9$, no segueix una superposició de processos microscòpics de primer ordre i, en el nostre cas, la relació temperatura-temps no és més que una descripció formal. A més, tant els diferents termogrames que s'inclouen, com els càlculs i anàlisis matemàtics realitzats, confirmen que el mètode experimental no es correspon amb la teoria (Roura i Farjas, 2009).

En definitiva, d'acord amb els resultats obtinguts, podem dir que el procés de recuperació de la nostra mostra d'aliatge mecànic ($Fe_{85} Ni_6 B_9$) no s'explica ni per una cinètica elemental ni per una superposició de processos microscòpics amb independents energies d'activació.