

Cuantificación de micro-constituyentes a partir del procesamiento numérico de curvas de enfriamiento de aleación Al-7%Si durante su enfriamiento y solidificación.

INTRODUCCIÓN

El análisis de curvas de enfriamiento asistido por computadora (CA-CCA) permite, a partir del procesamiento numérico de curvas de enfriamiento experimental, la determinación de la entalpia de solidificación, la evolución de la fracción sólida y el porcentaje de microconstituyentes formados durante el cambio de fase líquido-sólido. La evolución de la fracción sólida en función de la temperatura es información muy significativa ya que se requiere para simular la solidificación de piezas metálicas empleando software especializado como Procast o Magma soft. Debido a tal interés, se han propuesto nuevos métodos que permitan obtener dicha evolución, así como la predicción de la cantidad relativa de microconstituyentes formados durante la solidificación, dado que las propiedades que presentará la aleación en estado sólido estarán estrechamente ligadas a sus características microestructurales.

Recientemente **Xu et al'** plantearon un nuevo método que permite, a partir del análisis numérico de curvas de enfriamiento, predecir la evolución de la fracción sólida respecto al tiempo y la temperatura, así como determinar el porcentaje de microconstituyentes formados directamente de parámetros geométricos de las curvas de enfriamientos en términos de líneas base (curvas de enfriamiento sin transformación o liberación de calor latente).

El propósito de este trabajo es implementar el método arriba señalado y aplicarlo al procesamiento numérico de curvas de enfriamiento experimentales de una aleación **Al-7%Si** para que, mediante el análisis de los puntos de inflexión presentados por las evoluciones de la fracción sólida durante la solidificación, se prediga el porcentaje de microconstituyentes presentes en la aleación solidificada. Para validar estas predicciones, determinar la pertinencia de las mismas y validar el método, se realizará la determinación metalográfica del porcentaje de microconstituyentes empleando metalografía óptica cuantitativa a muestras solidificadas de las aleaciones experimentales.

HIPÓTESIS

A partir parámetros geométricos característicos de la curva de enfriamiento de una aleación hipoeutéctica que se enfría y solidifica, se puede determinar la evolución de la fracción sólida y también el porcentaje de microconstituyentes, esto último con resultados similares a los que se obtienen mediante metalografía óptica cuantitativa.

OBJETIVOS

1. Implementar el método planteado por **Xu et al.**¹ mencionado anteriormente, aplicándolo a curvas de enfriamiento experimentales de una aleación **Al-7%Si**, asociadas con el enfriamiento y la solidificación de dicha aleación dentro de un molde metálico con el propósito de generar la curva de referencia.
2. Emplear la curva de referencia para cuantificar mediante el método de Xu et. al. ¹ porcentualmente los microconstituyentes que se forman durante la solidificación de la aleación **Al-7%Si**.
3. Validar los resultados predichos por el método de Xu et. al. ¹ a través de su comparación con las determinaciones de porcentajes de microconstituyentes obtenidos metalográficamente.

METAS

1. Implementar el procesamiento numérico del método de Xu et. al.¹, también denominado de las líneas base, directamente a las curvas de enfriamiento de muestras metálicas para determinar el porcentaje de microconstituyentes formados durante la solidificación, utilizando información tanto de los enfriamientos líquido y sólido, como del mismo fenómeno de transición líquido-sólido
2. Mostrar la aplicabilidad del método de Xu et. al. ¹ a la curva de enfriamiento del caso más sencillo de un material metálico: cadmio de pureza comercial, y posteriormente adaptarlo a las curvas de enfriamiento de la aleación **Al-7%Si**.
3. Validar los porcentajes de microconstituyentes predichos mediante el método de Xu et. al., comparándolas con las determinaciones de porcentajes de microconstituyentes obtenidos metalográficamente correspondientes a las muestras metálicas en estado sólido asociadas con las curvas de enfriamiento procesadas.

METODOLOGÍA

El caso de análisis consiste principalmente en: (a) Investigación bibliográfica, (b) comprensión del método planteado para su análisis, (c) obtención de curvas de enfriamiento experimentales de masas conocidas de una aleación hipoeutética base aluminio, (d) implementación del procesamiento numérico obtenido del método de Xu et. al., sobre las curvas de enfriamiento de una muestra metálica pura y de una muestra de aleación hipoeutética, (d) cuantificar porcentualmente los microconstituyentes formados durante la solidificación de las masas metálicas fundidas de las aleaciones hipoeutéticas, usando información puntual tanto de los enfriamientos líquido y sólido, así como del proceso de solidificación de las curvas obtenidas experimentalmente, **realizando el procesamiento numérico empleando Excell o programación en Matlab** (e) preparación metalográfica de muestras metálicas, (f) análisis mediante microscopía óptica de las metalografías

con ayuda de software especializado Carl Zeiss de análisis de imágenes, con la finalidad de validar eventualmente los resultados predichos por el método implementado empleando los procedimientos convencionales de determinación de porcentaje de fases.

INFRAESTRUCTURA

Como es del conocimiento del Comité Evaluador de la Materia Proyecto y como Investigador Nacional Nivel II del S.N.I. y responsable del Proyecto PAPIIT IN116817 se cuenta con los recursos requeridos para la realización del proyecto incluyendo todo lo necesario para realizar la experimentación, de lo requerido para la elaboración de las aleaciones, herramental, crisoles, sistemas de adquisición de datos, la caracterización de las muestras, etc.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	SEMANA
1. Revisión y análisis bibliográfico	1,2,3,4
2. Proponer una metodología basada en la técnica de Xu et. al. para su implementación en curvas de enfriamiento experimentales.	3,4,5,6
3. Obtención de curvas de enfriamiento de cadmio puro comercial y de aleaciones hipoeutécticas base aluminio	6,7,8
4. Aplicación del método de Xu et. al. para cuantificar microconstituyentes durante la solidificación de las muestras metálicas de Cd y base Al directamente de sus curvas de enfriamiento.	9,10,11
5. Determinación de las fracciones sólidas obtenidas por el método analizado y relacionar su evolución a cada paso de tiempo desde la colada hasta el enfriamiento de la masa sólida, para determinar la cantidad de microconstituyentes formados.	11, 12
6. Preparación metalográfica de las piezas metálicas y realización de análisis óptico cuantitativo.	12, 13, 14
7. Análisis de resultados y escritura del informe final	13,14

Referencias

1.-XU, Junfeng, et al. Determination of solid fraction from cooling curve. Metallurgical and Materials Transactions A, 2012, vol. 43, no 4, p. 1268-1276.