

MODELIZACIÓN NUMÉRICA DE PROCEDIMIENTOS DE ELABORACIÓN DE MATERIALES BAJO CAMPOS MAGNÉTICOS

Yves Du Terrail

*Science et Ingénierie des Matériaux et Procédés, Laboratoire de Recherche sur les Matériaux,
Grenoble Francia*

Resumen. La utilización de campos magnéticos en los procesos de elaboración de materiales permite actuar a distancia para transformar y estructurar los productos sin entrar en contacto con ellos. Estos campos crean fuentes térmicas y fuerzas máxicas. Las fuentes provocan el calentamiento del material hasta la fusión y las fuerzas mueven y mezclan los componentes fundidos. Las modelizaciones de estos procesos se apoyan en el acoplamiento de las ecuaciones físicas asociadas a los fenómenos tales como electromagnetismo, transferencia de calor, mecánica de los fluidos, transporte de solutos, los cuales son, en general, fuertemente acoplados.

Estos acoplamientos permiten resolver problemas de fusión, de purificación por mezcla y burbujeo, de mezclas de metales, de control de estructuras de solidificación y de cristalización, de transferencia por agitación de interfase, etc. Para implementar simulaciones realistas de procesos industriales o experimentales, desarrollamos varios enfoques: adaptamos a nuestros problemas softwares de cálculo comerciales basados en el método de elementos finitos (Flux-Expert, Flux3D, Comsol) y de volúmenes finitos desarrollando módulos de acoplamiento entre los programas. Mantenemos en paralelo un trabajo importante de creación de códigos de modelización interna alrededor de un toolbox que está compuesto de varios módulos accesibles por programa: una base de datos, una biblioteca de visualización gráfica en 2 y 3 dimensiones, útiles de creación de objetos geométricos en 2 y 3 dimensiones y procedimientos de mallado. Estos códigos nos permiten, por un lado tratar problemas que no se pueden resolver utilizando software industriales y por otro lado desarrollar nuevos algoritmos y nuevos métodos de cálculo. Tres softwares serán presentados.

El código MIGEN resuelve las ecuaciones de electromagnetismo por un método integral acoplado al método de elementos finitos para la resolución de la ecuación de la energía. Es utilizado para tratar problemas bi y tridimensionales con piel fina electromagnética (altas frecuencias).

El código AEQUATIO es un código experimental basado sobre el método de los elementos finitos en 2 y 3 dimensiones. Permite tratar simultáneamente o secuencialmente ecuaciones de fenómenos físicos acopladas, teniendo cada una de ellas su propio mallado. La adaptación del mallado a los fenómenos, el zoom numérico y el movimiento de los objetos son facilitados por este enfoque.

El código CRISTAL-SI construye estructuras de cristalización de silicio a partir de mapas térmicos obtenidos por otros medios. Las reglas de crecimiento de los granos de silicio que son obtenidas de observaciones experimentales conducen un algoritmo geométrico de seguimiento de ensamble de granos.