

Introducción

El objetivo fundamental de este proyecto es el desarrollo de un proceso de fabricación de compactos de base hierro, previamente amorfizado a través de la ruta pulvimetalúrgica, así como el estudio de sus propiedades magnéticas y eléctricas.

El proceso a estudiar empleará el aleado mecánico para la obtención del polvo amorfizado y la técnica de Sinterización por Resistencia Eléctrica (SRE) para la obtención de los compactos. Se espera que esta rapidísima técnica de consolidación pueda preservar el carácter amorfo de los polvos de partida, o al menos sea capaz de mantener una estructura nanocristalina.

El estado amorfo ideal se caracteriza por una estructura interna completamente desordenada, no existen, por tanto, límites de grano. En la práctica, se considera un estado amorfo aquél que tiene un tamaño de grano lo más pequeño posible y está acompañado de cierto desorden estructural. Desde el punto de vista magnético, el carácter amorfo introduce isotropía, pero la dureza magnética final de los compactos dependerá mucho de si existen o no límites de grano (por pequeños que sean éstos).

La pulvimetalurgia es una de las alternativas existentes en la actualidad para la obtención de aleaciones amorfas. Otras técnicas como el ‘melt spinning’ o el ‘rapid quenching’ son también usadas para el mismo fin, pero son más costosas y requieren de otros medios y conocimientos.

En este proyecto, en primer lugar, usando como guía estudios y trabajos anteriores, se ha llevado a cabo un análisis de las aleaciones de base hierro que usualmente han sido amorfizadas total o parcialmente, y se han escogido dos que potencialmente pueden presentar propiedades magnéticas de interés. En esta etapa, además, se han elegido los parámetros fundamentales del aleado mecánico posterior. En concreto, los tiempos de molienda, el tipo de atmósfera y la relación en masa entre polvo y bolas han quedado determinados tras este análisis previo.

Una vez seleccionados los materiales y aleaciones, se han aleado mecánicamente hasta obtener un grado de amorfización suficiente. Para analizar la evolución de la aleación durante el aleado mecánico se han realizado paradas

del molino cada cierto tiempo y se han extraído muestras de polvo en cada una de ellas hasta completar los tiempos de las moliendas.

Para caracterizar el estado y morfología de los polvos antes, durante y posteriormente al aleado mecánico, se han utilizado, por un lado, difractogramas de todas las muestras, obtenidos a través de técnicas de análisis por Rayos X (XRD), y por otro lado, imágenes de microscopía electrónica de barrido (SEM). Mediante el análisis y comparación de los distintos difractogramas se ha comprobado la amorfización que han ido adquiriendo los polvos a medida que se han aumentado los tiempos de molienda. Las imágenes de SEM caracterizan la morfología del polvo en todos los estados que atraviesan las diferentes muestras.

Como última etapa, para la consolidación de los polvos, se ha recurrido a la ya mencionada Sinterización por Resistencia Eléctrica (S.R.E.) como alternativa al sinterizado convencional. La SRE introduce grandes cantidades de energía en periodos de tiempo cortos, por lo que el aumento del tamaño de grano (de producirse) será menor que el producido mediante el sinterizado convencional. De esta forma, con objeto de aumentar el tamaño de grano lo menos posible y/o conservar el estado amorfo de la aleación, se ha optado por la S.R.E. y se han ajustado las condiciones de mínima energía aportada, eligiendo el menor valor de intensidad que atraviesa los compactos capaz de sinterizar el polvo satisfactoriamente.

Para finalizar el trabajo, se han realizado una serie de medidas a los compactos que definirán sus características mecánicas y eléctricas, y se ha comprobado el estado final microestructural de los compactos, con lo que quedará para un posterior trabajo el estudio de sus propiedades magnéticas.