

Resumen.

Los sistemas de tratamiento térmico de materiales utilizando energía de microondas vienen utilizándose durante más de 60 años. La técnica en el diseño e implementación de este tipo de sistemas ha avanzado enormemente durante este tiempo, pero el control preciso de la temperatura de los materiales sigue presentando muchas dificultades teóricas y prácticas.

Esta dificultad, en muchos casos, se presenta debido a que un correcto procesado por microondas de muchos materiales precisa de conocimientos en varias áreas técnicas, siendo la ingeniería de microondas sólo una de ellas. En muchas ocasiones es necesario combinar el conocimiento en esta área con conocimientos en tecnología de materiales, química, etc., para obtener una idea precisa de cómo ha de ser el proceso.

El objetivo de este trabajo es desarrollar un equipo experimental que permita el tratamiento por microondas de muestras de materiales, manteniendo en todo momento un gran control sobre la temperatura y energía absorbida, lo que permite obtener unos datos muy valiosos sobre la dinámica de procesado de los materiales con esta tecnología.

Con este objetivo, en un primer paso se han estudiado los diferentes tipos de aplicadores de microondas que se pueden utilizar, así como las técnicas de optimización de la distribución de temperatura aplicables a cada tipo de aplicador. Se han analizado las ventajas e inconvenientes que presentan los aplicadores multimodales, con un detallado estudio del

efecto de uniformización del campo eléctrico que producen los agitadores de modos, que es la técnica más usada para este propósito.

A continuación se han estudiado los efectos térmicos que ocurren sobre los materiales sometidos a un campo electromagnético de alta potencia. Los fenómenos de transmisión de calor, convección y cambio de fase han sido estudiados para analizar su influencia sobre la temperatura que alcanzan los cuerpos. El fenómeno de avalancha térmica tiene una gran importancia en el tratamiento de algunos materiales, sobre todo aquellos cuyas pérdidas dieléctricas crecen con la temperatura, por lo que ha sido analizado junto con las técnicas que pueden utilizarse para evitar su aparición. También se han revisado los diferentes tipos de sensores de temperatura y su aplicabilidad a los sistemas de microondas, con el resultado de elegir los sensores de temperatura por infrarrojos como la tecnología más indicada.

En los sistemas de calentamiento por microondas el incremento de temperatura de la muestra viene determinado por la potencia absorbida por el aplicador, y por tanto un control preciso de esta potencia es vital en el control de la temperatura. Es necesario destacar que los procesos de calentamiento por microondas son dinámicos, evolucionando según la muestra cambia de temperatura y propiedades. Por este motivo se han estudiado los diferentes mecanismos disponibles, destacando el trabajo realizado en el desarrollo de un sistema de adaptación de impedancias dinámico. Además se han analizado otras estrategias para regular la potencia absorbida, controlando diferentes parámetros como la potencia generada, la sintonización de la cavidad o el ancho de barrido de frecuencias.

Se han construido dos tipos de sistemas, uno basado en una cavidad monomodo sintonizable mecánicamente, y otro sistema cuya cavidad no es sintonizable, y precisa del uso de un generador de frecuencia variable. Ambos sistemas integran sensores de temperatura y el equipamiento necesario para medir la potencia entregada a la muestra en cada momento. Para el control del proceso se ha implementado un algoritmo

de control PID que permite el funcionamiento automatizado a lo largo de los ensayos.

Ambos equipos desarrollados se han utilizado para la realización de multitud de ensayos, sobre muestras de diferente naturaleza. Algunos de estos resultados se presentan en este trabajo, lo que permite poner de manifiesto el excelente funcionamiento de estos equipos y la valiosa información que proporciona sobre los materiales estudiados.

Para finalizar, se proponen unas líneas futuras de investigación para continuar el trabajo realizado hasta el momento.

