

Resumen

La fabricación aditiva, de sus siglas en inglés AM (*Additive Manufacturing*) es un proceso que construye objetos sólidos tridimensionales mediante la superposición de materiales basados en un modelo de diseño asistido por ordenador. La AM está llamada a convertirse en la próxima revolución industrial, transformando el panorama del desarrollo y la producción. La AM ofrece numerosas ventajas, como posibilidades de diseño complejas y flexibles, la eliminación de procesos intermedios como el mecanizado, la independencia de los costes de producción del tamaño de los lotes, la reducción de los residuos de material, las estructuras ligeras, las reparaciones personalizadas de las máquinas y la capacidad de desarrollar nuevos materiales, entre otras ventajas. En las tecnologías de fabricación aditiva que emplean un rayo láser como fuente de energía, la materia prima inicial (en forma de polvo o cable) es fundida por la fuente de calor láser de forma controlada, capa a capa, hasta crear un componente con dimensiones finales o casi finales. Estas tecnologías implican someter el material impreso a un proceso térmico único, en el que el material se funde en un área muy específica y luego se enfría rápidamente a velocidades extremadamente altas de hasta 10^6 K/s. Por lo tanto, las microestructuras que surgen de los procesos de fabricación en AM difieren significativamente de las que se consiguen en los procesos tradicionales. Además, los materiales que se emplean principalmente en la AM no se han diseñado explícitamente para estas tecnologías. Las características específicas

de los procesos de AM pueden utilizarse para lograr microestructuras y propiedades distintas en aceros que han sido adaptados para aprovechar las rápidas velocidades de enfriamiento y la historia térmica del proceso, entre otros factores.

Por el momento, el número de calidades de acero comerciales disponibles en el mercado de la AM es limitado. Diversas industrias demandan nuevos grados de acero con menor densidad para disminuir el peso sin comprometer las propiedades mecánicas. Los aceros con alto contenido en manganeso se consideran materiales muy prometedores para aplicaciones estructurales debido a su excepcional combinación de resistencia y ductilidad, con una baja densidad. Sin embargo, a pesar de sus excepcionales propiedades, los aceros con alto contenido en manganeso se enfrentan a diversas limitaciones o retos durante las técnicas de procesamiento convencionales. Afortunadamente, la solidificación rápida puede resolver estos problemas. En este sentido, las tecnologías de AM basadas en láser proporcionan velocidades de enfriamiento rápidas, así como flexibilidad en términos de diseño geométrico. Los nuevos retos de estas tecnologías implicarán la microsegregación y el agrietamiento en caliente o *hot cracking* en inglés, que se producen durante la solidificación.

Esta tesis está dedicada a explotar el método CALPHAD para realizar cálculos termodinámicos con el fin de diseñar varios aceros con alto contenido en manganeso que puedan prevenir eficazmente los problemas de solidificación rápida en AM. Las composiciones de acero diseñadas se produjeron en forma de polvo para AM mediante atomización con gas. Se analizaron los polvos para determinar su microestructura en

relación con la química y la velocidad de enfriamiento. Ajustando adecuadamente los parámetros de impresión, estos polvos de acero con alto contenido en manganeso se imprimieron con éxito en AM, dando lugar a densidades relativas superiores al 99.9%. Se analizó la microestructura de estas muestras totalmente densas y se comparó con sus respectivos polvos, con el fin de identificar cualquier diferencia resultante de las variaciones en la velocidad de enfriamiento y los ciclos térmicos. Por último, tras definir el mejor conjunto de condiciones de impresión para cada composición de polvo, se produjeron varias muestras para evaluar las propiedades mecánicas, con el fin de determinar la correlación entre la composición, la microestructura y las propiedades de estos aceros. Además, se construyeron estructuras reticulares próximas a las geometrías finales de las piezas para cuantificar la energía absorbida durante la compresión por uno de estos aceros con alto contenido en manganeso. Los resultados se compararon con los del 316L, revelando que el acero con alto contenido en manganeso absorbe aproximadamente el doble de energía específica en compresión. Este hallazgo demuestra el potencial de estos nuevos aceros AM para su uso en aplicaciones industriales.