

Tesista: Marcos López

Título al que aspira: Doctor en Ciencia de Materiales, UNMdP

Tema: "Análisis de la estructura de solidificación de fundiciones de hierro con grafito laminar y vermicular"

Director de tesis: Dr. Juan Massone

Co-director: Dr. Roberto Boeri

Lugar de Trabajo: Facultad de Ingeniería, UNMdP

Fecha de Defensa: 28 de abril de 2020

Jurados:

Dr. Osvaldo Fornaro (IFIMAT, CONICET-UNICEN)

Dr. Hernán Svoboda (INTECIN, CONICET-UBA)

Dr. Ricardo Martínez (CDS, INTEMA, CONICET-UNMdP)

Resumen

A pesar de ser un material usado desde hace mucho tiempo en gran cantidad de aplicaciones ingenieriles de importancia, aún existen importantes aspectos de la solidificación de las fundiciones de hierro con grafito que no se comprenden acabadamente. A lo largo de los años, los principales trabajos que han abordado el tema se han enfocado fundamentalmente en explicar la influencia de la morfología de grafito (ya sea esta laminar, esferoidal o vermicular) en el mecanismo de solidificación, dejando en segundo plano la influencia de la fase metálica que crece en contacto con el grafito, la cual es la austenita. Sin embargo, el empleo de las últimas técnicas desarrolladas para estudiar la macro y microestructura de solidificación de las fundiciones de hierro con grafito permite revelar la morfología de la austenita, proveyendo herramientas para un análisis más profundo del mecanismo de solidificación. Por este motivo, el presente trabajo de tesis se enfoca en el análisis de la estructura de solidificación de las fundiciones de hierro con grafito laminar y vermicular a partir de la consideración del tamaño y la morfología de los granos de austenita primarios.

Para este análisis se prepararon muestras que fueron austemperizadas directamente luego de la solidificación con el fin de preservar parte de la austenita primaria a temperatura ambiente. Asimismo, se empleó EBSD para revelar las regiones de diferente orientación cristalina de la austenita. De forma complementaria, se revelaron las colonias eutécticas y las últimas zonas en solidificar en la microestructura de las muestras empleando reactivos que revelan los patrones de microsegregación.

Las observaciones revelan que las unidades de solidificación presentes, tanto en las fundiciones de hierro con grafito laminar como vermicular, se encuentran formadas por granos de austenita que han crecido en forma dendrítica, relativamente grandes, los cuales incluyen varias colonias eutécticas en su interior. Todas estas colonias eutécticas tienen la misma orientación cristalina que las dendritas de austenita de las cuales se originaron. Esta observación fue verificada tanto en muestras de composición hipoeutéctica, eutéctica como

hipereutética. Adicionalmente, se observó que algunas de las muestras obtenidas presentan una marcada transición columnar-equiaxial, lo cual permitió efectuar, por primera vez, una caracterización de la estructura de solidificación en las zonas equiaxiales y columnares, y determinar de modo aproximado las condiciones existentes en la zona de transición entre ambas regiones.

Abstract

Despite being a material used for such a long time in a large number of important engineering applications, there are still important aspects of the solidification of free graphite cast irons that are not completely understood. Over the years, the main works that studied this subject have focused mainly on explaining the influence of graphite morphology (which can be lamellar, spheroidal or compacted) on the solidification mechanism. Nevertheless, the influence of the metallic phase that grows in contact with graphite, which is the austenite, has not been taken into account. However, the use of the latest techniques developed to study the solidification macro and microstructure of free graphite cast iron has allowed to reveal the morphology of austenite, thus providing tools for a deeper analysis of the solidification mechanism. For this reason, this thesis work focuses on the analysis of the solidification structure of lamellar and compacted graphite cast iron based on the consideration of the actual size and morphology of the primary austenite grains.

For this study, directly austempered after solidification samples were prepared in order to preserve part of the primary austenite at room temperature. In addition, EBSD was used to reveal the regions of austenite with different crystalline orientation. Furthermore, the eutectic colonies and the last to freeze zones in the microstructure of the samples were revealed by using chemical etchants that reveal the microsegregation patterns.

The studies allow to conclude that the solidification units present both in lamellar and compacted graphite cast irons are formed by relatively large dendritic grains of austenite that include several eutectic colonies inside. All these eutectic colonies have the same crystalline orientation as the austenite dendrites from which they were originated. This was found true for all the produced samples of hypoeutectic, eutectic and hypereutectic composition. Besides, some of these samples presented a narrow columnar-to-equiaxed transition, which allowed for the first time to characterize the solidification structure in the equiaxed and columnar zones, as well as the determination of the conditions that describe the transition between these regions.