پیام آن که جان را فکرت آموخت

۱۳۷۱۴۵

دانشگاه شهید باهنر کرمان

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
مهندسی مواد (شناسایی و انتخاب مواد مهندسی)

بررسی تاثیر پارامترهای ریخته گری بر ریز ساختار آلیاژ آلومینیوم AI-A357 تولید شده در حالت نیمه جامد به روش سطح شیبدار

استاد راهنما:
دکتر غلامحسین اکبری

مولف:
مرتضی مرادیان

۱۳۸۹/۳/۱۱
مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

اردیبهشت ۱۳۸۸

۱۳۷۱۴۵

دانشگاه شهید باهنر کرمان

این پایان نامه به عنوان یکی ازشرایط احراز کارشناسی ارشد به

گروه مهندسی موادو متالورژی

دانشکده فنی ومهندسی

دانشگاه شهیدباهنر کرمان

تسلیم شده است وهیچگونه مدرکی به عنوان فراغت ازتحصیل دوره مزبورشناخته نمی شود.

نام ونام خانوادگی: امضاء:

انشجو: مرتضی مرادیان

ا تاد راهنما: دکتر غلامحسین اکبری

د ر۱: دکتر مرتضی زندرحیمی

د ر۲: دکتر امین رئیس زاده

نماینده تحصیلات تکمیلی : آقای دکتر حمید بازرگان (دانشگاه شهید باهنر)

حق چاپ محفوظ ومخصوص دانشگاه است

دانشگاه شهید باهنر کرمان
اداره تحصیلات تکمیلی

چکیده

با توجه به اهمیت استفاده از فرآیند ریخته گری نیمه جامد در صنایع مختلف، مطالعه در مورد آلیاژ Al-A357 به عنوان یک آلیاژ استراتژیک مورد توجه صنایع اتومبیل سازی و هوا فضا قرار گرفته است. روش سطح شیبدار امروزه جهت تولید شمشهایی که برای Thixoforming مورد استفاده دارند، به کار برده می شوند. این تحقیق با توجه به نیاز صنایع شهید جهان آرا به استفاده از ریخته گری نیمه جامد در تولید محصولات صنعتی به روشThixocasting انجام شده است.

در این تحقیق اثرات پارامترهای مختلف از جمله زاویه سطح شیبدار، طول تماس مذاب با سطح شیبدار، دمای بارریزی ، جنس قالب ، استفاده از قالب پیشگرم سرامیکی، سیستم خنک کننده آبگرد و مدت زمان گرمایش مجدد در دمای ۵۸۰ درجه سانتیگراد بر ساختارتوسط میکروسکوپ نوری و الکترونی و خواص مکانیکی توسط تستهای کشش و سختی مورد بررسی قرار گرفته اند. در ادامه سطوح شکست توسط میکروسکوپ الکترونی و جدایش در دانه توسط EDX مورد بررسی قرار گرفته است. مورفولوژی فاز ابتدائی شامل تبدیل کامل به فاز غیر دندریتی در تمامی شمشهای ریخته شده باسطح شیبدار می باشد که مستقل از دمای ذوب و طول خنک کننده مورد استفاده است.

با افزایش زاویه بارریزی اندازه ذرات در طول تماس بیشتر، ریز تر شده است که این امر به علت شکست بیشتر دندریتها(به عنوان محل جوانه زنی) در نتیجه برخورد بیشتر آنها با یکدیگر در طول تماس بالا تر است. تغییرات برجسته بر شکل میکروساختار در نتیجه نگهداری در دمای $^{\circ}c$ ۵۸۰ در زمانهای متفاوت به صورت کروی شدن فاز آلفا و همچنین فاز یوتکتیک دیده شده است که این امر به علت تمایل به کاهش انرژی سطحی با افزایش مدت زمان نگهداری همدما می باشد. افزایش درصد ازدیاد طول نمونه ها و افزایش استحکام کششی به علت کروی شدن ذرات سیلسیم در نتیجه سرعت سرمایش بالاتر در قالب فلزی است، در حالی که ذرات سیلسیم در قالب سرامیکی لایه ای هستند. خصوصیات مکانیکی آلیاژهای Al-Si توسط مورفولوژی و توزیع فیبرهای Si یوتکتیک کنترل می شود. درمورد آنالیز نقطه ای توسط EDXاطلاعات نشانگر جدایش سیلسیم از مرکز به سمت مرز دانه و نیز جدایش آلومینیوم از مرز به سمت مرکز دانه است و در مورد منیزیم جدایش به صورت متغیر بر حسب زمان عملیات حرارتی رخ داده است.

کلمات کلیدی: ریخته گری سطح شیبدار، آلیاژAl-A357، ساختار گلبولی وکروی، عملیات حرارتی.

تقدیم به

پدر عزیز و مادر مهربانم

و

با تشکر فراوان از جناب آقای دکتر اکبری

و اساتید بخش متالورژی

دانشگاه باهنر کرمان

فهرست

شماره صفحات

فصل اول

مقدمه ۲

فصل دوم

مروری بر منابع

۲-۱- فرایند نیمه جامد ۶

۲-۲- تشکیل ریز ساختار کروی ۷

۲-۳. روشهای فراوری مواد با ساختار نیمه جامد ۹

۲-۳-۱.روش همزدن مکانیکی ۹

۲-۳-۲. روش همزن الکترومغناطیس ۱۰

۲-۳-۳. روش اصلاح شیمیایی دانه ها ۱۰

۲-۳-۵.روش استفاده از سطح شیبدار ۱۱

۲-۴. آلیاژهای مورد استفاده در فرآیندهای نیمه جامد ۱۲

۲-۴-۱. آلیاژهای آلومینیوم ۱۲

۲-۴-۲. آلیاژهای منیزیم ۱۳

۲-۵. مرحله گرمایش مجدد ۱۴

۲-۵-۱.گرمایش القایی جهت انجام فرآیند ۱۵

۲-۵-۲.تغییر ریز ساختار در حین گرمایش مجدد ۱۷

۲-۶.تشکیل ساختار نیمه جامد در فرایند سطح شیب دار ۱۸

۲-۶-۲. تشکیل ذرات جامد ۱۸

۲-۶-۳. مکانیزم های قطعه قطعه شدن دندریت ۱۹

۲-۶-۴. تشکیل مناطق خمیری پراکنده در فرایند سطح شیب دار..... ۲۱

۲-۷. تحولات موفولوژی ذرات جامد..... ۲۴

۲-۷-۱. رابطه مناطق خمیری متراکم و پراکنده..... ۲۵

۲-۷-۲. ساختار فاز جامد در مناطق خمیری پراکنده..... ۲۶

۲-۷-۳. مورفولوژی رشد بر اثر جابجائی مذاب..... ۲۷

۲-۸. ساختار نیمه جامد در فرآیند سطح شیب دار..... ۲۸

۲-۹.مزایا ومعایب فرآیند شکل دهی در حالت نیمه جامد..... ۳۱

۲-۹-۱.مزایای فرآیند شکل دهی در حالت نیمه جامد..... ۳۱

۲-۹-۲.محدودیتهای فرآیند شکل دهی در حالت نیمه جامد..... ۳۱

۲-۱۰. عیوب قطعات تولید شده به روشهای نیمه جامد..... ۳۲

۲-۱۰-۱.خط آخال..... ۳۲

۲-۱۰-۲ جدایش فازی..... ۳۳

۲-۱۱. خلاصه فعالیتهای انجام شده توسط محققین در چند سال اخیر و ضرورت انجام تحقیق..... ۳۴

فصل سوم
مواد و روش تحقیق

۳-۱. سطح شیب دار..... ۳۶

۳-۲. مشخصات سیستم ذوب ریزی..... ۳۷

۳-۳. متالوگرافی نمونه های حاصل..... ۳۸

۳-۴. بررسی میکروسکوپی..... ۳۸

۳-۵. بررسی خواص مکانیکی..... ۳۹

۳-۵-۱.تست کشش..... ۳۹

۳-۵-۲.تست سختی..... ۳۹
۳-۶. عملیات گرمایش مجدد..... ۳۹
۳-۷. میکروسکوپ الکترونی رویشی(SEM)..... ۴۰
۳-۸. تفرق اشعه ایکس..... ۴۰

فصل چهارم

نتایج

۴-۱. تاثیر پارامترهای ریخته گری روی مورفولوژی و توزیع ذرات فاز α..... ۴۲
۴-۱-۱. تاثیر روش ریخته گری ۴۲
۴-۱-۲. زاویه سطح خنک کننده نسبت به افق ۴۲
۴-۱-۳. اثر دمای باریزی و طول تماس موثر بر مورفولوژی فاز اولیه..... ۴۴
۴-۱-۴. اثر جنس قالب..... ۴۵
۴-۱-۵. اثر پیشگرم شدن قالب..... ۴۶
۴-۱-۶. اثر سیستم خنک کننده (آبگرد)..... ۴۷
۴-۱-۷. اندازه دانه در ریز ساختار نمونه های ریخته شده در شرایط مختلف..... ۴۸
۴-۲. عملیات گرمایش مجدد ۴۹
۴-۲-۱. اثر نگهداری همدما در زمان های متفاوت برکروی شدن ساختار..... ۴۹
۴-۲-۲. اثر جنس قالب بر ریز ساختارنمونه گرمایش مجدد یافته ۵۰
۴-۲-۳.اندازه دانه در ساختار نمونه های گرمایش مجدد شده ۵۱
۴-۳. سیلسیم یوتکتیک..... ۵۱
۴-۳-۱. فاز یوتکتیک در حالت ریخته شده ۵۱

۴-۳-۲. فاز یوتکتیک در حالت گرمایش مجدد شده..... ۵۳
۴-۴. XRD نمونه های ریخته شده ۵۴
۴-۵. آنالیز نقطه ای حاصل از EDX در نمونه های ریخته شده و گرمایش مجدد یافته تحت مدت زمانهای نگهداری متفاوت
..... ۵۵
۴-۶. خواص مکانیکی آلیاژهای ریخته شده و گرمایش مجدد شده..... ۵۶
۴-۷. سطوح شکست آلیاژهای ریخته شده و گرمایش مجدد شده ۵۸

فصل پنجم

بحث

۵-۱. باریزی روی سطح شیبدار خنک کننده..... ۶۱
۵-۲ . اثر زاویه سطح شیبدار..... ۶۲
۵-۳. اثر دمای باریزی و طول تماس باریزی..... ۶۳
۵-۴. اثر جنس قالب ۶۴
۵-۵. اثر پیشگرم شدن قالب سرامیکی ۶۵
۵-۶. اثر سیستم آبگرد بر ریز ساختار..... ۶۵
۵-۷. اندازه دانه در نمونه های ریخته شده تحت شرایط بارریزی متفاوت..... ۶۶
۵-۸. تاثیر عملیات گرمایش مجدد..... ۶۶
۵-۹. تاثیر جنس قالب بر عملیات گرمایش مجدد..... ۶۸
۵-۱۰. اندازه دانه در ساختار نمونه های گرمایش مجدد شده ۶۸
۵-۱۱. سیلسیم یوتکتیک..... ۶۹
۵-۱۱-۱. فاز یوتکتیک در حالت ریخته شده ۶۹
۵-۱۱-۲. فاز یوتکتیک در حالت گرمایش مجدد..... ۶۹

۵-۱۲. آنالیز نقطه ای و خطی حاصل از نمونهٔ های ریخته شده و گرمایش مجدد یافته ۶۹
۵-۱۳. بررسی خواص مکانیکی ۷۰
۵-۱۳-۱- نمونه های ریخته گری شده در قالب های فلزی و سرامیکی ۷۰
۵-۱۳-۲- نمونه های گرمایش مجدد شده ۷۰
۵-۱۴. سطوح شکست آلیاژهای ریخته شده و گرمایش مجدد شده ۷۱
نتیجه گیری ۷۲
پیشنهادات ۷۴
منابع مطالعاتی و تحقیقاتی ۷۵

اشکال **شماره صفحات**

شکل۲-۱. دو نوع ریز ساختار الف)دندریتی وب) گلبولی..... ۶

شکل۲-۲. ارتباط میان ویسکوزیته و کسر جامد و تنش برشی اعمالی..... ۷

شکل۲-۳. پیش بینی تشکیل ریز ساختارهای نیمه جامد از دندریتهای شکسته شده..... ۸

شکل۲-۴. شماتیک روش همزن مکانیکی..... ۹

شکل۲-۵. شماتیک روش همزن الکترومغناطیس..... ۱۰

شکل ۲-۶. شماتیک تولید شمش به روش نیمه جامد با استفاده از سطح شیبدار..... ۱۱

شکل۲-۷. دسته بندی از آلیاژهای سبک که در حالت نیمه جامد کاربرد دارند..... ۱۳

شکل ۲-۸ تغییرات ریز ساختار آلیاژ Al-Si در زمانهای نگهداری متفاوت الف) ۰ ثانیه ب) ۱۵۰ ثانیه ج)۱۰ دقیقه د)۳۰ دقیقه..... ۱۵

شکل ۲-۹. نحوه انجام عملیات گرمایش مجدد در دو حالت رئوکست و تیکسوکست..... ۱۶

شکل۲-۱۰. رشد دندریت های شکسته شده در جلوی جبهه انجماد (به ترتیب از چپ به راست)..... ۲۱

شکل۲-۱۱. (الف) جدا شدن نوک دندریت در پیشانی جبهه انجماد (ب) پیوستن ذره به جبهه انجماد روی سطح (ج) رشد ستونی و سپس جدا شدن بر اثر جریان سیال (د) ذوب مجدد بازوهای دندریتی..... ۲۳

شکل ۲-۱۲. ایجاد انجماد هم محور و ستونی در دو ساختار دندریتی و یوتکتیک..... ۲۴

شکل۲-۱۳ نشان دهنده شماتیک مناطق خمیری متراکم و پراکنده..... ۲۵

شکل۲-۱۴. نمایش پروفیل دما و الگوی خروج حرارت از یک ذره غوطه ور..... ۲۷

شکل ۲-۱۵. روند تغییر مورفولوژی یک ذره دندریتی در ناحیه خمیری پراکنده (از چپ به راست ؛ دندریت هم محور و یوتکتیک هم محور)..... ۲۹

شکل ۲-۱۶. ریز ساختار ماده نیمه جامد فراوری شده با سطح شیب دار نشان دهنده سلولهائی با رشد شبه کروی..... ۳۰

شکل۲-۱۷.نمایش پروفیل سرعت و شماتیک مقطعی ازسیستم..... ۳۱

شکل۳ -۱. شماتیک سطح شیبدار و سیستم خنک کننده طراحی شده توسط نرم افزار Solid Work.....۳۷
شکل ۳-۲ . نمونه کششی تهیه شده توسط قالب سرامیکی براساس استاندارد ASTM-E8.....۳۸
شکل ۳-۳ ابعاد نمونه کششی براساس استاندارد ASTM-E8.....۳۹
شکل ۴-۱. میکروساختار ایجاد شده آلیاژA357 الف)میکروساختار دندریتی به دست آمده از ریخته گری ماسه ای و ب) میکروساختار گلبولی به دست آمده شیبدار.....۴۲
شکل ۴-۲. اثرتغییر زاویه سطح شیبدار روی میکروساختار شمش ریخته شده در دمای بارریزی ۶۳۰°cو طول تماس ۲۵۰ میلیمتر با شیب .الف) ۳۰ درجه ، ب) ۴۵ درجه و ج) ۶۰ درجه.....۴۳
شکل۴-۳. میکروساختارمقطع عرضی شمش ریخته شده در قالب سرامیکی ودمای باریزی ۶۵۰°C و طول تماس ۲۵۰میلیمتر تحت زاویه ° ۶۰درسه ناحیه، الف) لبه شمش ، ب)بین لبه و مرکز و ج)مرکز شمش.....۴۴
شکل ۴-۴. تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی در حالت backscatter شمش ریخته شده با سطح شیبدار در دمای بارریزی ۶۳۰°C و طول تماس ۲۵۰میلیمتر تحت زاویه ۶۰°.....۴۴
شکل۴-۵. میکروساختار نمونه های ریخته شده در دماهای بارریزی مختلف و طول های تماس متفاوت در قالب سرامیکی.....۴۵
شکل ۴-۶ اثر جنس قالب و طول تماس بر ریزساختار آلیاژشمش ریخته شده در دمای بارریزی°C ۶۳۰تحت زاویه ۶۰°.....۴۶
شکل ۴-۷ میکروساختار نمونه کششی ریخته شده در دمای بارریزی°c ۶۳۰ و طول تماس ۵۰۰ میلیمتر در قالب سرامیکی.....۴۷
شکل ۴-۸اثرسیستم آبگردبرریزساختار شمش ریخته شده در دمای بارریزی °c۶۳۰و طول تماس ۵۰۰میلیمتر.....۴۸
شکل۴-۹تغییرات اندازه ذرات آلفا بر حسب شرایط ریخته گری در طول ها و زوایای متفاوت.....۴۸
شکل ۴ -۱۰ میکروساختار انیل همدما در دمای نگهداری °c ۵۸۰ شمش های ریخته شده در دمای بارریزی °c ۶۳۰ و طول تماس ۲۵۰ میلیمتر در قالب سرامیکی .الف)۵ ب)۱۵ و ج)۲۵ دقیقه.....۴۹
شکل۴-۱۱ اثرات جنس قالب بر ریز ساختار قبل و بعد از آنیل (مدت نگهداری ۵دقیقه) دردمای بارریزی°c ۶۳۰°و طول تماس ۲۵۰میلیمتر.....۵۰
شکل۴-۱۲. تغییرات L/D(نسبت طول به قطر ذرات آلفا) نمونه ریخته شده در قالب سرامیکی و دمای بارریزی °c ۶۳۰ و طول تماس ۲۵۰میلیمتردر زمانهای نگهداری متفاوت در °c۵۸۰.....۵۱
شکل۴-۱۳. ریز ساختار نمونه ریخته شده الیاژAl-A357 در دمای بارریزی °c ۶۳۰ و طول تماس ۲۵۰میلیمتر به روش سطح شیبدار.....۵۲
شکل ۴-۱۴الف) تصویر گرفته شده توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی ب) آنالیز خطی ازحد واصل مراکز دو دانه مجاور در نمونه ریخته شده آلیاژ Al-A357 تحت شرایط بهینه سطح شیبدار.....۵۲

شکل ۴-۱۵. ریز ساختارهای مربوط به نمونه گرمایش مجدد یافته آلیاژ Al-A357 ریخته شده با سطح شیبدار(نواحی مشخص شده با پیکان نشان دهنده وجود فاز سیلیسیم با ترکیب بیشتر از حد یوتکتیک)..... ۵۳

شکل ۴-۱۶.الف) تصویر گرفته شده توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی ب) آنالیز خطی ازحد واصل مراکز دو دانه مجاور در نمونه گرمایش مجدد شده آلیاژ Al-A357..... ۵۴

شکل ۴-۱۷ نمودار حاصل از تفرق اشعه X به همراه صفحاتی که در انها تفرق رخ داده..... ۵۴

شکل ۴-۱۸. تصویرمیکروسکوپ الکترونی ازیک دانه..... ۵۵

شکل۴-۱۹. نشان دهنده سطح شکست به دست آمده توسط SEM الف) نمونه زیخته گری ب)نمونه گرمایش مجددشده..... ۵۸

شکل ۴-۲۰. نشان دهنده وجود حفرات در سطوح شکست حاصل نمونه ریخته شده..... ۵۸

شکل ۴-۲۱. سطوح شکست حاصل از نمونه ریخته شده به روش سطح شیبدار در بزرگنمائی های متفاوت..... ۵۹

ص

جداول **شماره صفحات**

جدول ۳-۱درصد وزنی عناصر آلیاژA357..... ۳۷

جدول۳-۲. شرایط در حالات متفاوت برای گرمایش مجدد تک مرحله ای..... ۴۰

جدول۴-۱.میزان درصد وزنی به دست آمده از عناصردر آنالیز EDX از مرکز به سمت مرز دانه در شرایط ریخته گری توسط سطح شیبدار Cooling Slope (CS) و عملیات حرارتی شده..... ۵۶

جدول ۴-۲. بررسی خصوصیات مکانیکی نمونه های ریخته شده در قلبهای مسی و سرامیکی..... ۵۷

جدول ۴-۳. بررسی خصوصیات مکانیکی نمونه های ریخته شده و عملیات حرارتی شده تحت زمان های نگهداری مختلف در دمای ۵۸۰ درجه سانتیگراد در قالب سرامیکی..... ۵۷

مقدمه

فصل ۱

مقدمه

فرآیند ریخته گری و شکل دهی در حالت نیمه جامد در چند دهه اخیر به عنوان یک روش موفق و قابل اعتماد جهت ساختن قطعاتی با خواص مکانیکی بالا با ابعاد نزدیک به ابعاد نهایی و ریز ساختار یکنواخت مورد توجه قرار گرفته است.

مطالعه رفتار آلیاژهای نیمه جامد اولین بار توسط Spencer و همکارانش[۱و۲] دو سال ۱۹۷۱ در دانشگاه MIT شروع شد. او با اعمال یک کرنش برشی بر آلیاژ Sn-٪15Pb در حال انجماد،متوجه ایجاد ریز ساختار کروی گردید. ویژگی مهم و بارز فرآیند نیمه جامد تغییر مورفولوژی کریستالها در حین انجماد آلیاژهاست. تحت شرایطی همچون همزدن مکانیکی یا الکترومغناطیس آلیاژ در ناحیه دو فازی، تغییرات زیادی در شرایط رشد کریستالها رخ می دهد، به طوری که دانه های اولیه بصورت دندریتی رشد نمی کنند بلکه بصورت دانه های گلبولی یا رزی شکل درمی آیند[۳].

تاکنون تحقیقات متعددی برای ایجاد ساختار غیر دندریتی و ریخته گری در حالت نیمه جامد انجام شده است[۳]. ایجاد ساختار غیر دندریتی در آلیاژها و تولید شمش در دو حالت مذاب و جامد انجام می شود. در روشهای حالت جامد از تکنیکهای ترمومکانیکی استفاده می شود. عمدتا" از نورد و اکستروژن برای اعمال کرنش در حالت جامد استفاده می شود. در فرآیندهای ذوبی ساختار دندریتی آلیاژ در حالت نیمه جامد – نیمه مایع تحت تاثیر نیروهای برشی اعمال شده که توسط روشهای مختلف از قبیل همزدن مکانیکی و الکترومغناطیس اعمال می شود به ساختار کروی و یا رزی شکل تبدیل می گردد(امروزه بیش از دهها روش برای حصول ساختار غیر دندریتی ابداع گردیده است) [۳].

روش استفاده از سطح شیبدار یکی از روشهای جدید اعمال تنش برشی می باشد که به دلیل برخورداری از فن آوری و تجهیزات ساده بخصوص در ریخته گری مداوم مورد توجه قرار گرفته است. در مقایسه، Thixoform با روشهای سنتی شکل دادن فلزات برای تولید مواد اولیه (شمش) مناسب می باشد. علیرغم اینکه گفته شده که روش Thixoform در تولید انبوه استفاده وسیعی ندارد(البته محدودیت انتخاب اندازه و ساختار در این روش دیده می شود) اما سادگی روش ، تجهیزات اندک ، ارزش افزوده بالا ، اندازه شمش ثابت ، خصوصیات مکانیکی بالاتر و عمربیشتر قالب از مزایایی هستند که بر معایب این روش غلبه می کنند.

جدایش مذاب و ایجاد ترک در سطح قطعه در حین شکل دهی از عیوب اصلی شکل دهی نیمه جامد می باشد که باعث افت خواص مکانیکی و کیفیت سطحی قطعات تولیدی می شود. بنابراین کنترل پارامترهای موثر برای رسیدن به حالت بهینه در هر فرآیند شکل دهی لازم و ضروری است. در این پژوهش با توجه به نیاز صنایع نظامی برای تولید قطعات به روش نیمه جامد، از روش سطح شیبدار خنک کننده (Thixocasting) استفاده شد. روش سطح شیبدار امروزه جهت تولید شمشهای آلومینیومی A356 , 357 که برای Thixoforming مورد استفاده هستند، کاربرد دارد. با ریخته گری شمش روی سطح شیبدار خنک کننده کریستالهای فاز اولیه به گلبولی تبدیل می شوند. شمشهای ویژه مورد استفاده در روش Thixoform باید دارای کریستالهای اولیه کروی در مقابل ساختار دندریتی به هم پیوسته باشند، از این رو شمشهائی که ویژگی های ساختاری مذکور را نداشته باشند در این روش مورد استفاده قرار نمی گیرند.

روش Thixoforming به صورت ریخته گری نیمه جامد و استفاده از ذرات جامد گلبولی در زمینه مایع می باشد، که فاز مایع در طی عبور از سطح شیبدار برش زده می شود [۴].

در این تحقیق تاثیر کلیه پارامترهای ریخته گری (از جمله اثرات طول تماس، زاویه سطح شیبدار، دمای بارریزی، جنس قالب ، پیشگرم شدن قالب ، سیستم خنک کننده ، دما و زمان نگهداری عملیات حرارتی جهت انجام گرمایش مجدد) بر مورفولوژی ساختار و همچنین تاثیر آن بر خواص مکانیکی مورد بررسی قرار گرفته است.

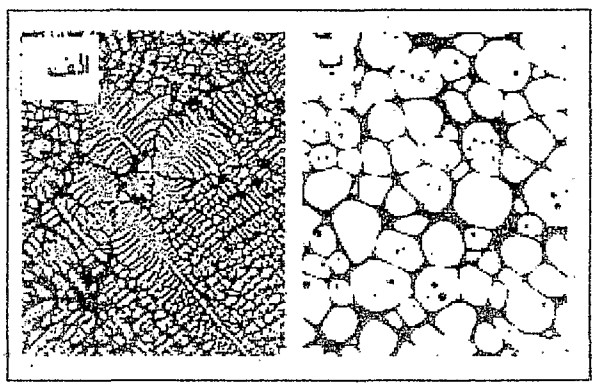
مروری بر منابع

فصل ۲

۲-۱- فرآیند نیمه جامد

مطالعه رفتار آلیاژهای نیمه جامد اولین بار توسط Spencer و همکارانش[۱و۲] در سال ۱۹۷۱ در MIT صورت گرفت. ویژگی مهم و بارز فرآیند نیمه جامد تغییر مورفولوژی کریستالها در حین انجماد آلیاژهاست. که این تغییر شامل تبدیل مورفولوژی فازها از دندریتی بصورت کروی یا روی شکل است. مکانیزم تشکیل ریز ساختار کروی هنوز به خوبی شناخته نشده است. در تحقیقات انجام شده مدل شکست مکانیکی دندریتها، تئوری ذوب مجدد دندریتها، شکست آنها و جدایش در اثر ایجاد مرزهایی با انرژی بالا برای تفسیر و توجیه تشکیل ریز ساختار کروی پیشنهاد شده است[۱و۲].

طبق این تئوریها، بازوهای دندریتی به علت اعمال نیروی برشی از قسمت اتصال با شاخه اصلی شکسته شده و یا به دلیل انتقال حرارت در قسمت انتهایی بازوی دندریتی ذوب مجدد می شوند. ذرات دندریتی شکسته شده توسط مکانیزم جابجایی به ناحیه مذاب رفته و رشد می کنند [۴]. درشکل ۲-۱ دو نوع ریز ساختاردندریتی و گلبولی نشان داده شده است.



شکل۲-۱. دو نوع ریز ساختار الف)دندریتی و ب) گلبولی[۳].

بطور کلی دو روش اصلی برای تولید قطعات با استفاده از روش نیمه جامد وجود دارد که در دسته اول مخلوط مذاب و جامد از فلز مذاب تهیه شده و مستقیما" تحت فرایند شکل دهی قرار می گیرد (رئوکست)، در دسته دوم از شکل دهی نیمه جامد ،آلیاژ نیمه جامد ابتدا بصورت شمش منجمد شده