



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده تحصیلات تکمیلی

سمینار برای دریافت درجه کارشناسی ارشد “M.Sc”
مهندسی مواد-انتخاب شناسایی مواد

عنوان:

مطالعه تأثیر پارامترهای مختلف بر روی ریز ساختار، سیالیت و خواص
مکانیکی آلیاژهای Al-Si

استاد راهنما:

نگارش:

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه.....
فصل اول - آلیاژهای ریختگی Al-Si	
۴	۱ آلیاژهای ریختگی Al-Si.....
۴	۱-۱ عنصر آهن در آلیاژهای ریختگی Al-Si.....
فصل دوم - ترکیبات بین فلزی حاوی آهن در آلیاژهای Al-Si	
۸	۲ ترکیبات بین فلزی حاوی آهن در آلیاژهای Al-Si.....
۸	۲-۱ نوع رسوبات.....
۱۲	۲-۱-۱ مورفولوژی ذرات بین فلزی حاوی آهن در آلیاژهای Al-Si.....
۱۹	۲-۱-۲ تشکیل و رشد فاز سوزنی β -Al ₅ FeSi.....
۲۱	۲-۲ تأثیر فازهای بین فلزی حاوی آهن بر خواص آلیاژهای Al-Si.....
۲۱	۲-۲-۱ خواص مکانیکی.....
۲۲	۲-۲-۱-۱ خواص کششی.....
۲۴	۲-۲-۱-۲ استحکام خستگی.....
۲۶	۲-۲-۱-۳ خواص دمای بالا.....
۲۶	۲-۲-۲ خواص ریختگی.....
۲۹	۲-۲-۳ قابلیت ماشینکاری.....

فصل سوم- خنثی سازی اثر آهن

- ۳- خنثی سازی اثر آهن..... ۳۱
- ۳-۱- خنثی سازی شیمیایی ۳۱
- ۳-۱-۱- منگنز ۳۱
- ۳-۱-۲- کرم..... ۳۵
- ۳-۱-۳- کبالت..... ۳۶
- ۳-۱-۴- بریلیم..... ۳۸
- ۳-۱-۵- استرانسیم..... ۳۸
- ۳-۱-۵-۱- تأثیر مستقل استرانسیم..... ۳۹
- ۳-۱-۵-۲- تأثیر همزمان استرانسیم و بریلیم..... ۴۷
- ۳-۱-۵-۳- تأثیر همزمان استرانسیم و منیزیم..... ۴۸
- ۳-۱-۵-۴- تأثیر همزمان استرانسیم و جوانه زایی با $Al-Ti-B$ ۵۳
- ۳-۱-۶- تأثیر خنثی سازی شیمیایی بر بهبود خواص آلیاژ..... ۵۵
- ۳-۲- خنثی سازی با روشهای حرارتی..... ۵۹
- ۳-۲-۱- نرخ سرد شدن مذاب..... ۵۹
- ۳-۲-۲- فوق گرم شدن مذاب..... ۶۵
- ۳-۲-۳- عملیات محلول سازی..... ۷۰

فصل چهارم- نتیجه گیری و پیشنهاد

- ۴- نتیجه گیری..... ۷۶

منابع و مآخذ

- منابع و مآخذ..... ۷۸

فهرست جدول ها

عنوان
شماره صفحه
فصل دوم- ترکیبات بین فلزی حاوی آهن در آلیاژهای Al-Si

جدول ۱-۲- انواع فازهای غنی از آهن در آلیاژهای Al-Si..... ۹

فصل سوم- خنثی سازی اثر آهن

جدول ۱-۳- واکنشهای اصلی مشاهده شده در آنالیز حرارتی آلیاژهای A319.2..... ۴۹
جدول ۲-۳- تغییر فاصله بازوهای دندریتی و زمان موضعی انجماد با فاصله از انتهای قالب آپگرد..... ۶۱

فهرست شکل ها

عنوان
شماره صفحه
فصل اول- آلیاژهای ریختگی Al-Si

شکل ۱-۱- دیاگرام فازی آلومینیم- سیلیسیم..... ۵

فصل دوم- ترکیبات بین فلزی حاوی آهن در آلیاژهای Al-Si

شکل ۱-۲- فازها و ترکیبات بین فلزی مختلف در آلیاژ Al-Si..... ۱۰

شکل ۲-۲- فاز صفحه ای β که در یک تخلخل انقباضی قرار گرفته است..... ۱۰

شکل ۲-۳- تشکیل ذرات لجن در آلیاژ A319.2 (ذرات چندضلعی و ستاره ای)..... ۱۲

شکل ۲-۴- دیاگرام فاکتور SF : دما و ترکیب شیمیایی که در آن ذرات لجن تشکیل می شوند..... ۱۲

شکل ۲-۵- الف) فاز سوزنی شکل خیلی بزرگ در آلیاژ Al-13Si-1.6Fe-1.25Cu ب) فاز سوزنی شکل بزرگ

در آلیاژ Al-7Si-0.7Fe-1.25Cu ج) طیف EDX مربوط به فاز سوزنی شکل خیلی

بزرگ(الف)..... ۱۵

شکل ۶-۲- الف) فاز حاوی آهن در مورفولوژی حروف چینی در آلیاژ Al-7Si-0.7Fe-1.25Cu-0.5Mn

ب) طیف EDX فاز حروف چینی شکل (الف)..... ۱۶

شکل ۷-۲- الف) فاز ستاره ای شکل در آلیاژ Al-7Si-0.7Fe-1.25Cu-0.15Cr-0.5Mn ب) طیف

EDX فاز ستاره ای شکل (الف)..... ۱۷

شکل ۸-۲- الف) فاز آهن در مورفولوژی چندضلعی بزرگ در آلیاژ Al-13Si-0.7Fe-5Cu-0.15Cr-

0.5Mn ب) طیف EDX فاز چندضلعی..... ۱۸

شکل ۹-۲- جوانه زنی فاز β روی ذرات اکسید..... ۲۰

شکل ۱۰-۲- جوانه زنی فاز صفحه ای β روی آلومینا γ ۲۰

شکل ۱۱-۲- پدیده جوانه زنی ترجیحی سوزنهای β ۲۱

شکل ۱۲-۲- رشد فاز سوزنی β ۲۱

شکل ۱۳-۲- تأثیر آهن روی خواص مکانیکی آلیاژ Al-6.2Si-3.7Cu..... ۲۴

شکل ۱۴-۲- تغییر خواص مکانیکی آلیاژ Al-7Si-0.14Mg با مقدار آهن..... ۲۵

شکل ۱۵-۲- تغییر درصد ازدیاد طول و تافنس شکست با کسر حجمی ذرات حاوی آهن..... ۲۵

شکل ۱۶-۲- فاز غنی از آهن که در تنش سیکلی در دمای 343°C برش خورده است..... ۲۶

شکل ۱۷-۲- تأثیر حضور آهن بر توزیع تخلخل..... ۲۷

شکل ۱۸-۲- حضور حفره انقباضی در مجاورت فاز صفحه ای β ۲۸

شکل ۱۹-۲- قطعه ای که برای محاسبه پارامتر قابلیت ریخته گری طراحی شده است..... ۲۸

شکل ۲۰-۲- تأثیر منگنز و کرم بر قابلیت ریخته گری آلیاژ Al-9Si-2Cu-0.2Fe..... ۲۹

فصل سوم- خنثی سازی اثر آهن

شکل ۱-۳- تغییرات طول متوسط سوزنهای β با مقدار منگنز موجود در آلیاژ A319..... ۳۳

شکل ۲-۳- ریزساختار آلیاژ A319 : ذرات حروف چینی α در حضور منگنز مشاهده می شوند..... ۳۳

شکل ۳-۳- ذرات ستاره ای یا چندضلعی در ریزساختار آلیاژ A319..... ۳۵

شکل ۴-۳- فاکتور SF برحسب مقدار منگنز در آلیاژ A413..... ۳۵

شکل ۵-۳- تشکیل ذرات لجن با مورفولوژی ستاره ای شکل در حضور کرم..... ۳۶

شکل ۶-۳- در همسایگی ذرات لجن فاز بین فلزی دیگری تشکیل نمی شود..... ۳۷

شکل ۷-۳- مورفولوژی فاز بین فلزی حاوی آهن در حضور کبالت..... ۳۷

شکل ۸-۳- تأثیر حضور بریلیم بر طول متوسط سوزنهای β ۳۹

شکل ۹-۳- تأثیر عنصر بریلیم بر تغییر مورفولوژی فاز سوزنی β به مورفولوژی حروف چینی..... ۳۹

شکل ۱۰-۳- تأثیر Sr بر (الف) طول متوسط سوزنهای β و ب) ضخامت متوسط سوزنهای β ۴۱

شکل ریزساختار آلیاژ A319 دارای ۳۰۰ ppm استرانسیم..... ۴۲

- شکل ۱۲-۳ الف) تشکیل فاز غنی از Sr در آلیاژ دارای ۶۰۰ ppm استرانسیم ب) درشت شدن فاز سیلیسیم جدید..... ۴۴
- شکل ۱۳-۳ ریزساختار آلیاژ Al-0.8Si-0.3Fe که با افزودن الف) ۳۰۰ ppm و ب) ۸۰۰ ppm استرانسیم اصلاح ساختار شده است..... ۴۵
- شکل ۱۴-۳ طیف EDX مربوط به الف) فاز β ، ب) ذرات ریز سیلیسیم شکل (۳۳-۴-الف) و ج) ذرات سیلیسیم فشرده شکل (۳۳-۴-ب)..... ۴۶
- شکل ۱۵-۳ ریزساختار مشاهده شده در آلیاژ Al-Si-Cu با افزودن ۳۰۰ ppm استرانسیم..... ۴۶
- شکل ۱۶-۳ تصویر آنالیز الکترون برگشتی ذرات حروف چینی آلیاژ الف) بهسازی شده، ب) بهسازی نشده..... ۴۷
- شکل ۱۷-۳ ریزساختار مشاهده شده در آلیاژ A380.1 الف) بهسازی نشده، ب) بهسازی شده با Be+Sr..... ۴۸
- شکل ۱۸-۳ منحنی سرد شدن آلیاژ GM2 (A319+0.6wt%Mg)..... ۵۰
- شکل ۱۹-۳ ریزساختار آلیاژ A319.2..... ۵۱
- شکل ۲۰-۳ ریزساختار آلیاژ A319.2+1.2wt%Mg..... ۵۲
- شکل ۲۱-۳ ریزساختار آلیاژ Al-6.5%Si حاوی ۰/۶ درصد آهن و ۰/۵۳ درصد منیزیم..... ۵۲
- شکل ۲۲-۳ ریزساختار آلیاژ بهسازی شده با استرانسیم..... ۵۳
- شکل ۲۳-۳ ریزساختار آلیاژ A319 در حضور جوانه زا..... ۵۴
- شکل ۲۴-۳ ریزساختار آلیاژ A319 و مشاهده تأثیر حضور همزمان استرانسیم و جوانه زا..... ۵۷
- شکل ۲۵-۳ تأثیر افزودن عناصر خنثی ساز بر میزان تخلخل آلیاژ A319..... ۵۸
- شکل ۲۶-۳ تأثیر افزودن عناصر خنثی ساز بر خواص کششی آلیاژ A319 حاوی مقادیر مختلف آهن..... ۵۸
- شکل ۲۷-۳ ریزساختار آلیاژ A319..... ۶۲
- شکل ۲۸-۳ هیستوگرام اندازه سوزنهای β برای آلیاژ A319 در نمونه هایی با فواصل ۵ ، ۲۰ و ۱۰۰ میلیمتر از انتهای آبگرد قالب..... ۶۲
- شکل ۲۹-۳ منحنی طول متوسط سوزنهای فاز β و دمای شروع تشکیل فاز β بر حسب سرعت سرد کردن..... ۶۳
- شکل ۳۰-۳ مورفولوژی فاز حاوی آهن در آلیاژ Al-12.9Si-0.57Mn-0.74Fe-0.01Cr در نرخ سرد شدن الف) $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ و ب) $900^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ۶۴
- شکل ۳۱-۳ مورفولوژی فاز حاوی آهن در آلیاژ Al-5.9Si-1.48Fe-0.4Mn-0.15Cr در نرخ سرد شدن الف) $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ و ب) $900^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ۶۵
- شکل ۳۲-۳ ریزساختار آلیاژ A319 حاوی یک درصد آهن و ۰/۰۰۳ درصد منیزیم : الف) فوق گرم شده تا 750°C و ب) فوق گرم شده تا 850°C پیش از ریخته گری..... ۶۷
- شکل ۳۳-۳ ریزساختار فاز α به دست آمده با الف) افزودن منگنز و ب) فوق ذوب مذاب تا 850°C ۶۸
- شکل ۳۴-۳ اثر افزودن فسفر به آلیاژ A319 : الف) حضور ذرات AIP و ب) تأثیر همزمان فوق گرم شدن مذاب و حضور فسفر..... ۷۰

شکل ۳-۳۵- طرح شماتیک تغییر ترکیب شیمیایی فاز β در حین عملیات محلول سازی.....۷۲

شکل ۳-۳۶- خواص کششی آلیاژ Al-13Si حاوی مقایر مختلف آهن پس از محلول سازی در دمای 540°C تا حداکثر ۲۰۰ ساعت.....۷۳

شکل ۳-۳۷- تکه تکه شدن سوزنهای β در آلیاژ Al-13Si-1.5Fe در حالت الف) ریختگی و ب) محلول سازی شده در دمای 540°C به مدت ۳۰ ساعت.....۷۴

مطالعه تأثیر پارامترهای مختلف بر روی ریز ساختار، سیالیت و خواص مکانیکی آلیاژهای Al-Si

چکیده

امروزه آلیاژهای Al-Si در طیفی بسیار گسترده و با خواصی متنوع در صنایع مختلف بکار گرفته می شوند. علت این امر را می توان در خواص منحصر بفرد آنها نظیر قابلیت ریخته گری بسیار عالی، قابلیت عملیات حرارتی و خواص مکانیکی قابل توجه آنها دانست. اینگونه خصوصیات بشدت تحت تاثیر برخی از عوامل قرار می گیرند که از آنجمله می توان به شرایط حرارتی، رفتار انجمادی و نیز ترکیب شیمیایی آلیاژ اشاره کرد. عنصر آهن را می توان یکی از مهمترین ناخالصی ها در اینگونه آلیاژها بشمار آورد چرا که با تشکیل ترکیبات صفحه مانند فاز β عمل تغذیه با اشکال مواجه شده و خواص مکانیکی نیز بشدت تحت تاثیر قرار می گیرند.

Mn

β

Be Co Cr

β

β