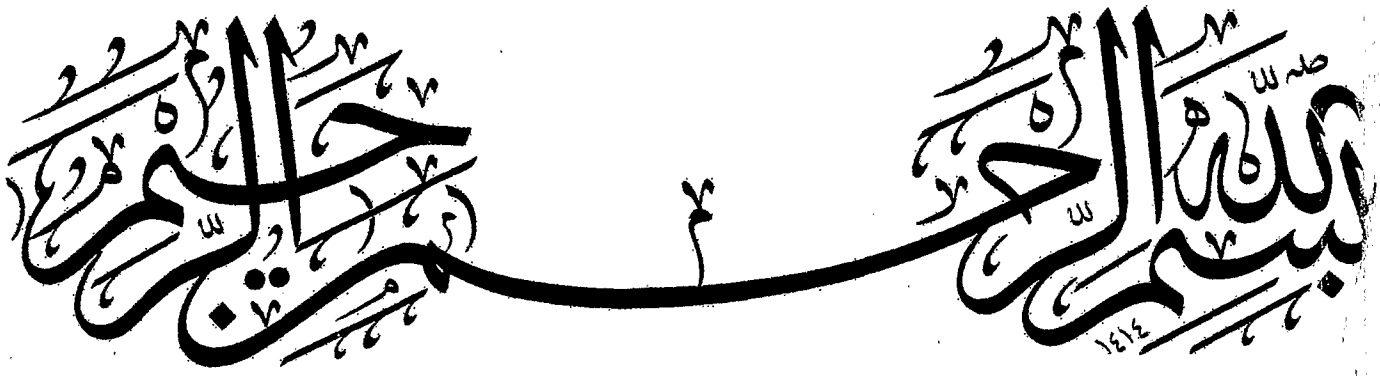
٨٧١٧١٠٦٨٧١
٨٨/١/١٧



١٠٨٩٢٠

۸۷۱/۱۰۹۸۷۱
۸۸/۱/۱۷

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشکده فنی و مهندسی

بخش مهندسی متالورژی

پایان نامه تحصیلی جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد متالورژی گرایش شناسایی و انتخاب مواد

بررسی تاثیر شرایط آسیاکاری بر خواص مکانیکی کامپوزیت Al – SiC تولید شده به روش آلیاژسازی مکانیکی

استاد راهنما:
دکترغلامحسین اکبری

استاد مشاور:
دکتر سیدمجتبی زبرجد

۱۳۸۷ /۱۲/ ۲۷

مولف:
یاسمن صابری کاخکی

تیرماه ۱۳۸۷

۱۰۸۹۲۰

دانشگاه شهید باهنر کرمان

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط احراز کارشناسی ارشد به

گروه مهندسی متالورژی
دانشکده فنی و مهندسی
دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

نام و نام خانوادگی: امضاء:

دانشجو: یاسمن صابری کاخکی

استاد راهنما: دکتر غلامحسین اکبری

داور۱ : دکتر محمدرضا ایزدپناه

داور ۲ : دکتر مریم احتشام زاده

نماینده تحصیلات تکمیلی : مهندس اطهره دادگری نژاد (دانشگاه شهید باهنر کرمان)

حق چاپ محفوظ و مخصوص دانشگاه است

تقدیم به :

پدر و مادر مهربانم ؛

و

آنهایی که دوستشان دارم و دوستم دارند.

تشکر و قدردانی

با سپاس از پروردگار یکتا که به من توفیق اتمام این پایان نامه را عطا فرمود. بدین جهت از زحمات استادان اندیشمند جناب آقای دکتر غلامحسین اکبری استاد محترم دانشگاه باهنر کرمان و جناب آقای دکتر سیدمجتبی زبرجد استاد ارجمند دانشگاه فردوسی مشهد که افتخار شاگردی این بزرگواران را داشتم کمال تشکر و امتنان را دارم.

از کلیه اساتید محترم بخش متالورژی دانشگاه فردوسی مشهد و دانشگاه شهید باهنر به ویژه از اساتید محترم آقای دکتر ایزدپناه وخانم دکتر احتشام زاده که داوری این پایان نامه را پذیرفتند تقدیر و تشکر می کنم. از مسئولین محترم آزمایشگاههای متالورژی استخراجی، آقای مهندس مکارم و آزمایش خواص مکانیکی، آقای مهندس ایزدی در دانشگاه فردوسی و از مسئولین محترم آزمایشگاه SEM دانشگاه شهید باهنر کرمان سرکار خانم مهندس بقائی و سرکار خانم مهندس دادگرنژاد، کمال تشکر را دارم.

چکیده

یکی از روشهای تولید کامپوزیتها روش آلیاژسازی مکانیکی می باشد. این روش شامل اختلاط پودرهای اولیه, فشرده سازی و تف جوشی آنها می باشد. از آنجایی که فرایند آلیاژسازی مکانیکی شامل سه مرحله تغییر فرم پلاستیک، جوش سرد و شکست می باشد، افزودن ماده ای به هنگام اختلاط پودر و آسیاکاری به منظور افزایش شکست و دست یافتن به کامپوزیت با خواص مطلوب پیش بینی شده است که مقدار این ماده اهمیت فراوانی دارد. از دیگر عوامل موثر بر خواص نمونه های حاصل، زمان آسیا کاری و اندازه و درصد پودرهای فاز ثانویه می باشد که انتخاب مناسب این پارامترها ضروری می باشد.

در تحقیق حاضر به بررسی کامپوزیت Al-SiC و نقش پارامترهایی نظیر اسید استاریک به عنوان عامل کنترل کننده فرایند،زمان آسیا کاری،درصد و اندازه ذرات SiC بر خواص نمونه کامپوزیتی پرداخته شد. نتایج بیانگر افزایش سختی نمونه های کامپوزیتی با افزایش زمان و استفاده از نانو ذرات SiC می باشد. تغییرات ذکرشده به عواملی نظیر کاهش اندازه دانه کریستالی زمینه و توزیع مناسبتر ذرات SiC با افزایش زمان مرتبط می باشد. همچنین به نقش موثر نانو ذرات SiC در استحکام دهی کامپوزیت مورد نظر و کاهش اندازه دانه کریستالی زمینه اشاره شده است.

واژه های کلیدی: کامپوزیت ، Al-SiC،آلیاژسازی مکانیکی، نانو ذرات ، خواص مکانیکی

فهرست

صفحه

فصل ۱- مقدمه ۱

فصل ۲ ـ مروری بر منابع ۴

۲- مروری بر منابع ۵

۲-۱- مواد نانو ۵

- نانو لوله ها ۶
- نانو ساختارها ۶
- نانولایه ها ۷
- نانو خوشه ها ۷
- نانوسیم ها ۸
- نانو حفره ها ۹
- نانو ذرات ۹

– نانو ذرات نیمه رسانا (نقاط کوانتمی) ۱۰

– نانو ذرات سرامیکی ۱۰

– نانو ذرات فلزی ۱۲

– نانو روکش ها و نانولایه ها ۱۲

۲-۱-۱- استحکام دهی با کاهش اندازه دانه ها ۱۳

۲-۱-۲- روشهای مختلف شکل گیری مواد نانوساختار ۱۴

۲-۲- کامپوزیت ۱۵

۲-۲-۱- کامپوزیت Al-SiC ۱۶

۲-۲-۲- کاربردهای کامپوزیت Al-SiC ۱۷

۲-۲-۳- نانو کامپوزیت Al-SiC ۱۷

۲-۳- روش تولید کامپوزیت ها ۱۷
۲-۴- تعریف آسیاکاری و مشخصه های آن ۲۰
۲-۴-۱- انواع آسیا ۲۱
۲-۴-۲-۱- آسیا فرسایشی ۲۱
۲-۴-۲-۲- آسیاگلوله ای سیاره ای ۲۲
۲-۴-۲-۳- آسیا لرزاننده ۲۴
۲-۴-۲-۴- آسیاگردان با انرژی پایین ۲۴
- آسیا گلوله ای گردان ۲۴
۲-۴-۲- اهمیت آسیاکاری در کامپوزیت Al-SiC ۲۵
۲-۵- روش آلیاژسازی مکانیکی ۲۶
۲-۶- تاریخچه آلیاژسازی مکانیکی ۲۷
۲-۷- مکانیزم آلیاژسازی مکانیکی ۳۲
۲-۸- فاکتورهای تاثیرگذار بر آلیاژسازی مکانیکی ۳۴
۲-۸-۱- تاثیر عوامل کنترل کننده فرآیند و محیط آسیاکاری ۳۸
۲-۹- اثر افزودن فاز تقویت کننده و زمان بر خواص نمونه پودری تولید شده به روش آلیاژسازی
مکانیکی ۳۹
۲-۱۰- فشرده سازی پودر و تهیه نمونه ۴۰
۲-۱۰-۱- تاثیر دما و فشار در عملیات تف جوشی ۴۲
۲-۱۱- اثر افزودن فاز تقویت کننده و زمان بر خواص نمونه کامپوزیتی ۴۴
۲-۱۱-۱- خواص مکانیکی ۴۴
هدف از انجام تحقیق ۴۵
فصل ۳ ـ مواد و روش آزمایش ۴۷
۳- مواد و روش انجام آزمایش ۴۸

۳-۱- مواد ۴۸
۳-۲- آسیاکاری ۴۹
۳-۳- افزودن PCA ۵۰
۳-۴- تولید کامپوزیت ۵۰
۳-۵- نمونه سازی ۵۲
۳-۶- آنالیز الک ۵۶
۳-۷- آنالیزهای ساختاری ۵۷
۳-۸- تصاویر SEM ۵۷
۳-۹- تستهای مکانیکی ۵۸
۳-۹-۱- تست فشار ۵۸
۳-۹-۲- تست سختی ۵۸
۳-۶-۳- بررسی سطح شکست ۵۸
فصل ٤ ـ نتایج و بحث ۵۹
۴- نتایج و بحث ۶۰
۴-۱- بررسی اثر آسیاکاری روی پراکندگی اندازه پودر ۶۰
۱-۴-۱- آنالیز الک پودر آلومینیوم ۶۰
- آنالیز الک پودر آلومینیوم قبل از آسیاکاری ۶۰
- آنالیز الک پودر آلومینیوم خالص آسیاکاری شده در عدم حضور اسید استاریک ۶۱
- آنالیز الک پودر آلومینیوم خالص آسیاکاری شده ۶۲
۲-۴-۱- آنالیز الک مخلوط کامپوزیتی Al -۲/۵ vol%SiC ۶۳
- آنالیز الک مخلوط کامپوزیتی Al-۲/۵ Vol % SiC در عدم حضور اسید استاریک ۶۳
- آنالیز الک مخلوط کامپوزیتی Al-۲/۵ Vol % SiC در حضور۰/۱٪ اسید استاریک ۶۵
- آنالیز الک مخلوط کامپوزیتی Al – ۲/۵ Vol% SiC در حضور ۰/۵ ٪ ۶۸

- آنالیز الک مخلوط کامپوزیتی Al – ۲/۵ Vol%SiC در حضور ۱٪ اسید استاریک ۷۱

۳-۴-۱- توزیع اندازه دانه ۷۷

۴-۲- بررسی مورفولوژی با استفاده از SEM ۸۴

- تصویر پودر Al-۲/۵ vol%SiC در حضور و عدم حضور استاریک اسید در زمان ۲ ساعت ۸۵

۱-۴-۲- بررسی مورفولوژی پودرها ۸۶

- تصویر پودرهای کامپوزیتی در حضور ۱٪ استاریک اسید در زمانها و اندازه و درصد ذرات SiC مختلف ۸۸

۱-۴-۲- بررسی مورفولوژی پودرها ۹۰

۴-۳- بررسی ریزساختاری با استفاده از SEM ۹۰

- بررسی اندازه ذرات پودر کامپوزیتی حاصل از آسیاکاری با استفاده از SEM ۹۳

۱-۴-۳- بررسی ریزساختاری نمونه ها با استفاده از SEM ۹۷

۴-۴- ترکیب شیمیایی ۹۹

۴-۵- بررسی الگوی XRD پودر ۱۰۰

۱-۴-۵- بررسی اندازه دانه کریستالی پودرها با استفاده از XRD ۱۰۱

۴-۶- بررسی تست فشار نمونه های تولیدی ۱۰۹

۴-۷- بررسی سطوح شکست با استفاده از SEM ۱۱۴

۱-۴-۷- مکانیزم شکست در کامپوزیتهای زمینه فلزی Al تقویت شده با فاز سرامیکی SiC ۱۱۶

فصل ۵ ـ نتیجه گیری ۱۱۸

۵-۱- نتیجه گیری ۱۱۹

۵-۲- پیشنهاداتی برای ادامه پروژه ۱۲۰

مراجع ۱۲۱

فهرست شکل ها و جداول

شکل ۲-۱- نانولوله های تک دیواره ۶

شکل ۲-۲- ریزساختار نانوکامپوزیت Cu-20vol%Al2O3 تولید شده به روش آلیاژسازی مکانیکی ۷

شکل ۲-۳- تصویر شماتیکی از نانو خوشه ۸

شکل ۲-۴- نانو کریستالهایی از اکسید روی ZnO ۱۱

شکل ۲-۵- تصویر TEM از نانو ذرات SiC ۱۲

جدول ۲-۱- خواص مکانیکی مواد مرکب آزمایش شده ۱۹

شکل ۲-۶- قسمتهای مختلف آسیا فرسایشی ۲۱

شکل ۲-۷- قسمتهای مختلف آسیا سیاره ای ۲۲

شکل ۲-۸- (a) شکل شماتیک آسیا سیاره ای (b) شکل شماتیک برخورد گلوله و پودر ۲۲

شکل ۲-۹- ارتباط تعداد برخوردهای مستقیم گلوله ها و تعداد گلوله ها در آسیا سیاره ای ۲۳

شکل ۲-۱۰- قسمتهای مختلف آسیا لرزاننده ۲۴

شکل ۲-۱۱- نحوه عملکرد آسیا گلوله ای گردان ۲۵

جدول ۲-۲- کاربردهای روش آلیاژسازی مکانیکی ۲۷

شکل ۲-۱۲- نمودار فازی Al-Ta ۲۹

شکل ۲-۱۳- تصویر شماتیک شکل گیری پودر کامپوزیتی با استفاده از فرآیند آسیاکاری ۳۰

شکل ۲-۱۴- تصویر شماتیک انواع برخوردهای گلوله و پودر در حین آلیاژسازی مکانیکی ۳۱

شکل ۲-۱۵- تغییرات ریزساختاری ذرات پودر کامپوزیتی Cu-20wt%W ۳۱

شکل ۲-۱۶- شکل شماتیک تاثیر عامل پلیمری PCA در کامپوزیت Al_2O_3/SiC ۳۳

شکل ۲-۱۷- فاکتورهای تاثیرگذار بر فرایند آلیاژسازی مکانیکی ۳۵

شکل ۲-۱۸- روند تغییرات فرکانس برخورد گلوله ها برحسب تعداد و اندازه گلوله ها در آسیاپرانرژی ۳۶

شکل ۲-۱۹- قسمتهای مختلف دستگاه PAS و نحوه عملکرد آن ۴۱

شکل ۲-۲۰- نمودار تغییرات اندازه دانه با دمای عملیات پیش زینتر ۴۳

شکل ۲-۲۱- الگوی XRD به عنوان تابعی از دمای پیش گرم ۴۳

شکل ۳-۱- تصویر SEM از پودر SiC با مش ۱۰۰۰ ..... ۴۸

شکل ۳-۲- تصویر TEM از پودر نانو SiC ۴۸

شکل ۳-۳- آسیا سیاره ای ۴۹

جدول ۳-۱- تعیین متغیرهای نمونه های کامپوزیتی مختلف ۵۲

شکل ۳-۴- طراحی قالب استاندارد مورد نظر ۵۳

شکل ۳-۵- عملیات حرارتی به منظور افزایش سختی سنبه ۵۴

شکل ۳-۶- قالب طراحی شده ۵۵

جدول ۴-۱- توزیع دانه بندی پودر خالص Al ۶۰

جدول ۴-۲- توزیع دانه بندی پودر خالص Al بدون استاریک اسید پس از ۲ ساعت آسیاکاری ۶۱

جدول ۴-۳- توزیع دانه بندی پودر خالص Al با ۱٪ استاریک اسید پس از ۲ ساعت آسیاکاری ۶۲

جدول ۴-۳ (a)- درصد وزنی ذرات کوچکتر از ۳۰۰ میکرون به صورت تابعی از درصد استاریک اسید در نمونه آلومینیوم خالص پس از ۲ ساعت آسیاکاری ۶۲

جدول ۴-۴- توزیع دانه بندی مخلوط کامپوزیتی Al – ۲/۵ %SiC قبل از آسیاکاری ۶۳

جدول ۴-۵- توزیع دانه بندی پودر کامپوزیتی Al – ۲/۵ vol% SiC در زمان ۲ ساعت ۶۳

جدول ۴-۶- توزیع دانه بندی پودر کامپوزیتی Al – ۲/۵ vol% SiC در زمان ۵ ساعت ۶۴

جدول ۴-۷- توزیع دانه بندی پودر کامپوزیتی Al – ۲/۵ vol% SiC در زمان ۱ ساعت ۶۵

جدول ۴-۸- توزیع دانه بندی پودر کامپوزیتی Al – ۲/۵ vol% SiC در زمان ۲ ساعت ۶۶

جدول ۴-۹- توزیع دانه بندی پودر کامپوزیتی Al – ۲/۵ vol% SiC در زمان ۵ ساعت ۶۷

جدول ۴-۱۰- توزیع دانه بندی پودر کامپوزیتی Al – ۲/۵ vol% SiC در زمان ۱ ساعت ۶۸

جدول ۴-۱۱- توزیع دانه بندی پودر کامپوزیتی Al – ۲/۵ vol% SiC در زمان ۲ ساعت ۶۹

جدول ۴-۱۲- توزیع دانه بندی پودر کامپوزیتی Al – ۲/۵ vol% SiC در زمان ۵ ساعت ۷۰

جدول ۴-۱۳- توزیع دانه بندی پودر کامپوزیتی Al – ۲/۵ vol% SiC در زمان ۱ ساعت ۷۱

جدول ۴-۱۴- توزیع دانه بندی پودر کامپوزیتی Al – ۲/۵ vol% SiC در زمان ۲ ساعت ۷۱

جدول ۴-۱۵- توزیع دانه بندی پودر کامپوزیتی Al – ۲/۵ vol% SiC در زمان ۵ ساعت ۷۲

جدول ۴-۱۶- توزیع دانه بندی پودر کامپوزیتی Al – ۲/۵ vol% SiC در زمان ۱۰ ساعت ۷۲

شکل ۴-۱ (a) ـ نمودار توزیع تجمعی اندازه ذرات پودر Al خالص پس از ۲ ساعت آسیاکاری در درصدهای مختلف اسید استاریک. ۷۳

شکل ۴-۱(b)- نمودار توزیع تجمعی اندازه ذرات کامپوزیت Al- ۲/۵٪ SiC در زمانهای مختلف در عدم حضور اسید استاریک ۷۳

شکل ۴-۱ (c) ـ نمودار توزیع تجمعی اندازه ذرات کامپوزیت Al- ۲/۵٪ SiC در زمانهای مختلف در حضور ۰/۱ درصد اسید استاریک ۷۴

شکل ۴-۱ (d) ـ نمودار توزیع تجمعی اندازه ذرات کامپوزیت Al- ۲/۵٪ SiC در زمانهای مختلف در حضور ۰/۵ درصد اسید استاریک ۷۴

شکل ۴-۱ (e) ـ نمودار توزیع تجمعی اندازه ذرات کامپوزیت Al- ۲/۵٪ SiC در زمانهای مختلف در حضور ۱ درصد اسید استاریک ۷۵

شکل ۴-۱ (f) ـ نمودار توزیع تجمعی اندازه ذرات کامپوزیت Al- ۲/۵٪ SiC در درصدهای مختلف اسید استاریک پس از ۲ ساعت آسیاکاری ۷۵

شکل ۴-۱ (g) ـ نمودار توزیع تجمعی اندازه ذرات کامپوزیت Al- ۲/۵٪ SiC در درصدهای مختلف اسید استاریک پس از ۵ ساعت آسیاکاری ۷۶

جدول (۴-۱۶) اندازه ذرات پودر کامپوزیتی در درصدهای مختلف استاریک اسید و زمانهای مختلف ۷۷

شکل۴-۱(h) – درصد وزنی ذرات کوچکتر از ۳۰۰ میکرون به صورت تابعی از درصد استاریک اسید در نمونه کامپوزیتی *Al* -۲/۵٪ *SiC* ومقایسه نمونه خالص و کامپوزیتی پس از ۲ ساعت آسیا کاری ۷۸

شکل ۴-۲- توزیع دانه بندی پودر کامپوزیتی Al – ۲/۵ vol% SiC در عدم حضور اسید استاریک در زمانهای مختلف ۷۹

شکل ۴-۳- توزیع دانه بندی پودر کامپوزیتی Al – ۲/۵ vol% SiC در حضور ۰/۱٪ اسید استاریک
در زمانهای مختلف ۷۹
شکل ۴-۴- توزیع دانه بندی پودر کامپوزیتی Al – ۲/۵ vol% SiC در حضور ۰/۵٪ اسید استاریک
در زمانهای مختلف ۸۰
شکل ۴-۵- توزیع دانه بندی پودر کامپوزیتی Al – ۲/۵ vol% SiC در حضور ۱ ٪ اسید استاریک
در زمانهای مختلف ۸۰
شکل ۴-۶- درصد وزنی ذرات کوچکتر از ۳۰۰ میکرون به صورت تابعی از زمان درنمونه کامپوزیتی
Al-۲/۵ %SiC ۸۲
شکل ۴-۷- توزیع اندازه ذره پودر در مقادیر مختلف استاریک اسید در نمونه کامپوزیتی Al-۲/۵ %SiC
پس از ۲ ساعت آسیاکاری ۸۳
جدول ۴-۱۷- ارتباط توزیع اندازه ذرات پودر کامپوزیتی Al-۵ %SiC و اندازه ذرات SiC ۸۴
شکل ۴-۸- بررسی مورفولوژی (SEM) پودر کامپوزیتی Al-۲/۵ %SiC پس از ۲ ساعت آسیاکاری ۸۵
شکل ۴-۹- بررسی میکروسکوپی (SEM) پودرهای کامپوزیتی و خالص Al-SiC ۸۹
شکل ۴- ۱۰ (a-f) - ریز ساختار نمونه Al – ۵ Vol%SiC ۹۲
شکل ۴-۱۱(a) - بررسی میکروسکوپی پودر Al ـ ۲/۵ vol% SiC (micron) ۹۴
شکل ۴-۱۱ (a') - اشکال بیانگر آنالیز خطی در شکل ۸ (a) می باشد..... ۹۵
شکل ۴-۱۱ (b) – آنالیز عنصری نقطه ۱ ..... ۹۵
شکل ۴-۱۲ (a) - بررسی میکروسکوپی پودر Al -۵ vol% SiC (micron)..... ۹۶
شکل ۴-۱۲ (b) –آنالیز عنصری پودر Al -۵ vol% SiC (micron) در نقطه ۳..... ۹۶
شکل ۴-۱۳ (a) – بررسی میکروسکوپی پودر Al -۵ vol% SiC (micron)..... ۹۶
شکل ۴-۱۳ (b) –آنالیز عنصری پودر Al -۵ vol% SiC (micron) در نقطه ۴ ..... ۹۷
شکل ۴-۱۴ (a) - ریز ساختار نمونه Al -۵ vol% SiC (micron) در زمان ۲ ساعت ۹۸
شکل ۴-۱۴ (b) ـ ریز ساختار نمونه Al -۵ vol% SiC (micron) در زمان ۱۰ ساعت ۹۸

جدول ۴-۱۸- آنالیز نمونه پودری Al – ۲/۵٪ SiC در عدم حضور اسید استاریک..... ۹۹

جدول ۴-۱۹- آنالیز نمونه پودری Al – ۲/۵٪ SiC در حضور ۱٪ اسید استاریک..... ۹۹

شکل ۴-۱۵ (a) ـ الگوی XRD نمونه کامپوزیتی Al ـ ۵٪ SiC (nano) پس از ۲ ساعت آسیاکاری..... ۱۰۱

شکل ۴-۱۵ ـ الگوی XRD ۱۰۵

شکل ۴-۱۶- تعیین اندازه دانه و کرنش شبکه به روش ویلیامسون هال ۱۰۵

شکل ۴-۱۷- اندازه دانه آلومینیوم به صورت تابعی از زمان در نمونه های کامپوزیتی و آلومینیوم خالص..... ۱۰۷

شکل ۴-۱۸- کرنش داخلی ایجاد شده در شبکه آلومینیوم به صورت تابعی از زمان در نمونه های

کامپوزیتی و آلومینیوم خالص ۱۰۷

شکل ۴-۱۹- اندازه دانه آلومینیوم به صورت تابعی از زمان در نمونه کامپوزیتی Al – ۲/۵٪ SiC ۱۰۸

جدول ۴-۲۰- اندازه دانه آلومینیوم به صورت تابعی از زمان در نمونه کامپوزیتی Al–۵٪ SiC ۱۰۸

جدول ۴-۲۱- تغییرات اندازه دانه SiC در کامپوزیت Al – ۵٪ SiC (nano) در زمانهای مختلف..... ۱۰۹

شکل ۴-۲۰- نمودارهای تنش برحسب کرنش کامپوزیت Al–۵٪ SiC (nano) در زمانهای مختلف ۱۱۰

شکل ۴-۲۱- نمودار تنش تسلیم نمونه Al –۵٪ SiC (nano) برحسب زمان آسیاکاری ۱۱۲

شکل ۴-۲۲- نمودار درصد تغییر طول تا شکست نمونه Al –۵٪ SiC (nano) برحسب زمان آسیاکاری..... ۱۱۲

شکل ۴-۲۳- نتایج تست سختی نمونه های تولیدی ۱۱۳

شکل ۴-۲۴- نمودارهای تنش برحسب کرنش کامپوزیت Al –0٪ SiC در زمان ۲ ساعت..... ۱۱۳

شکل ۴-۲۵ (a)– Al–۵٪ SiC (nano, 2hr milling) ۱۱۴

شکل ۴-۲۵ (b)– Al–۵٪ SiC (nano, 10hr milling) ۱۱۵

شکل ۴-۲۵ (c)– Al–۰٪ SiC (2hr milling) ۱۱۶

فصل اول

مقدمه

کامپوزیتها مخلوطی از دو یا چند ماده می باشند به طوری که فازهای تشکیل دهنده خواص متفاوتی داشته و خواص ماده مرکب به طور قابل ملاحظه ای با خواص اجزای تشکیل دهنده آن متفاوت باشد. جزء تشکیل دهنده ای که در ساختار ماده مرکب از پیوستگی لازم برخوردار بوده و درصد بیشتری را دارا می باشد زمینه نامیده شده و با توجه به اینکه ماده مرکب دارای زمینه فلزی، سرامیکی و یا پلیمری باشد، خواص مکانیکی ماده مرکب به طور قابل ملاحظه ای متفاوت خواهد بود. کامپوزیتهای زمینه فلزی (MMC) مزایای فراوانی نسبت به فلزات یکپارچه داشته که از آن جمله می توان به مدول و استحکام بالاتر، خصوصیات بهتر در درجه حرارتهای بالا، ضرایب انبساط حرارتی کمتر و مقاومت در مقابل سایش بیشتر اشاره کرد. به دلیل داشتن این برتریها، مواد مرکب زمینه فلزی، کاربرد گسترده‌ای در صنایع هوا فضا دارند [۱ و ۴].

کامپوزیتهای Al/SiC_p که در آنها ذرات تقویت کننده SiC (سرامیکهای سخت ومقاوم در درجه حرارتهای بالا) در زمینه Al (نرم و سبک) قرار گرفته و منجر به ارتقای خصوصیات مکانیکی آن شده‌اند، از جمله پرکاربردترین کامپوزیتهای زمینه فلزی می‌باشند. اگرچه متالورژی ذوب یکی از تکنیکهای رایج برای ساخت مواد کامپوزیتی زمینه فلزی می‌باشد، اما برای تولید کامپوزیتهای Al/SiC_p با استفاده از روشهای مبتنی بر ذوب، مشکلاتی وجود دارد. این مشکلات ناشی از اختلاف ضریب انبساط حرارتی دو جزء و نیز عدم ترکنندگی مناسب بین مذاب Al و ذرات SiC می‌باشد که این مساله باعث به وجود آمدن فازهای ترد Al_4C_3 شده و خواص مکانیکی کامپوزیت تولید شده را کاهش می‌دهد. برای جلوگیری از بروز مشکلات ذکر شده، بهترین روش برای تولید آنها، فرآیند متالورژی پودر (روش آلیاژ سازی مکانیکی) می‌باشد [۱]. در تولید کامپوزیت Al-SiC ، این روش شامل مخلوط سازی پودرهای Al و SiC ، فشرده سازی و تف جوشی آنها

می باشد. از آنجایی که مرحله مخلوط سازی اولین مرحله تولید کامپوزیت محسوب میشود، نقش عوامل موثر در این مرحله باید مورد توجه قرار گیرد. به این منظور از آسیا گلوله‌ای با انرژی بالا استفاده شده و نقش پارامترهایی نظیر زمان مخلوط سازی، شدت مخلوط سازی اندازه و درصد ذرات تقویت کننده، افزودن روانساز (عامل کنترل کننده فرآیند)، محیط آسیاکاری در خواص نمونه های تولیدی مورد توجه می باشد [۱]. در تحقیق حاضر به بررسی فرآیند تولید کامپوزیت Al/SiC با استفاده از روش آلیاژسازی مکانیکی و نقش عامل کنترل کننده فرآیند و زمان در خواص نمونه حاصل می پردازیم. همچنین به دلیل اهمیت نقش نانوکامپوزیتها در افزایش استحکام کامپوزیت و کاربرد وسیع این مواد در قطعات پیشرفته مهندسی تلاش خواهیم کرد با مقایسه خواص کامپوزیت های تقویت شده با پودرهای نانو SiC با نمونه‌های مشابه با اندازه ذره بزرگتر (SiC میکرون)، بهینه ترین حالت ممکن را برآورد کنیم، به طوری که نقش موثر نانو کامپوزیتها در بهبود خواص مورد ارزیابی قرار گیرد.

فصل دوم

مروری بر منابع

۲- مروری بر منابع

در این فصل توضیحات کوتاهی در ارتباط با نانو مواد ،کامپوزیت Al-SiC بـه همـراه کلیـاتی در ارتباط با روش آلیاژسازی مکانیکی و نیز عوامل موثر بر این روش تولید، ارائه شده است.

۲-۱- مواد نانو[1]

مواد نانو به دو روش عمده بالا به پایین و پایین به بالا شکل می گیرند. این مواد مشخصات مطلـوبی مانند هدایت الکتریکی بالا، استحکام مکانیکی بالا و نسبت استحکام به وزن بالایی خواهند داشت.مواد در مقیاس نانو به دسته های زیر تقسیم بندی می شوند:

- نانو لوله ها
- نانو ساختارها
- نانو لایه ها
- نانو خوشه ها
- نانو سیم ها
- نانو حفره ها
- نانو ذرات

که در ادامه به شرح مختصر هر کدام پرداخته می شود .

1-nanomaterials