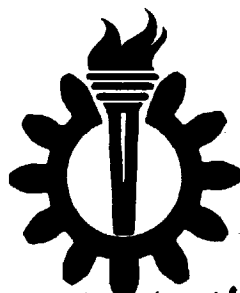


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

از انجمن‌های علمی ایران
تعمیرات و نگهداری



دانشگاه علم و صنعت ایران

دانشکده مهندسی مواد و متالورژی

۱۳۸۰ / ۸ / ۳۰

پایان نامه کارشناسی ارشد

تاثیر کار مکانیکی بر فرآیند ساخت کامپوزیت $TiC-Al_2O_3$ از طریق

سنتز احتراقی

اساتید راهنما: دکتر وحدتی - دکتر جواد پور

استاد مشاور: دکتر خاوندی

دانشجو:

سید محمد حسین احمدی

013495

بهمن ۷۹

۳۹۹۴۲

چکیده

ستز احتراقی روشی است که مبنای آن انجام یک واکنش گرمازا می باشد که سبب می گردد بدون نیاز به حرارت بالا بتوان مواد مختلفی مانند ساینده ها، المانهای مقاوم در برابر حرارت، مواد با شیب غلظتی و کامپوزیتها را تولید نمود. این روش بدلیل خودکفا بودن از نظر انرژی، روشی بسیار مقرون به صرفه می باشد و در حال حاضر مورد توجه محققین قرار دارد. در تحقیق حاضر تلفیقی از این روش با کار مکانیکی برای ساخت کامپوزیت $TiC - Al_2O_3$ از طریق واکنش:



ابداع گردیده و در آن تاثیر پارامترهای مختلفی چون زمان و روش آسیاب کردن، خواص ذرات اولیه، شرایط دمایی از قبیل نرخ گرم کردن و پیش گرم کردن و امثالهم مورد بررسی قرار گرفته اند.

گزارشات محققین دلالت بر این دارند که در واکنش فوق ابتدا اکسید تیتانیم توسط آلومینیم احیا گردیده و سپس تیتانیم حاصل به همراه گرافیت، کاربید تیتانیم میدهند ولی مکانیزم دقیق این واکنش تاکنون به درستی شناخته نشده است. در این تحقیق سعی بر این بوده است که بتوان مکانیزم مورد بحث را بدست آورد. مشاهده شده است که در اثر کار مکانیکی، تشکیل ترکیبات بین فلزی در دماهای کمتری صورت گرفته و بعلت پایین بودن انرژی آزاد شده ناشی از این تشکیل، امکان انجام واکنش ستز احتراقی نبوده و واکنش از پیش روی باز ایستاده است. این ترکیبات بین فلزی که عمدتاً Ti_3Al ، $TiAl$ و $TiAl_3$ می باشند، در حین واکنش احیای اکسید تیتانیم توسط آلومینیم تشکیل می گردند. نتایج نشان میدهند که در اثر کار مکانیکی، دمای تشکیل این ترکیبات از ۹۰۰ به ۶۵۰ درجه سانتی گراد کاهش می یابد و دیگر تشکیل کاربید تیتانیم که به دمایی حدود ۱۶۰۰ درجه سانتی گراد نیاز دارد ممکن نخواهد بود. اما اگر کار مکانیکی بجای اینکه میان TiO_2 و Al انجام گردد، بین TiO_2 و C یا Al و C صورت گیرد، از آنجاییکه دمای تشکیل ترکیبات بین فلزی کاهش نیافته است، امکان تولید کامپوزیت مورد بحث وجود خواهد داشت.

- ۱- در ابتدا بر خود لازم می‌دانم از جناب آقای دکتر وحدتی و جناب آقای دکتر جوادپور، اساتید محترم راهنما که در این پروژه از راهنمایی‌های ایشان بهره برده‌ام، تشکر نمایم.
- ۲- از جناب آقای دکتر مالکی که در تمامی مراحل انجام این تحقیق از مشاوره و کمک فکری ایشان حداکثر استفاده را نموده‌ام، کمال تشکر را دارم. مسلماً بدون همکاری ایشان انجام این پروژه میسر نمی‌گردید.
- ۳- از استاد مشاور محترم جناب آقای دکتر خاوندی تشکر می‌کنم.
- ۴- از دوست بسیار عزیزم آقای مهندس گرجی‌خان که در بسیاری از مراحل این تحقیق با دلسوزی و همدلی مثال‌زدنی همراه بوده‌است قدردانی می‌کنم.
- ۵- از زحمات سرکار خانم مهندس عادل‌بابت همکاری ایشان در انجام آزمایشات اشعه ایکس سپاسگذارم.
- ۶- از آقای دکتر سعیدی و آقای مهندس زرین‌فر که امکانات انجام بخشی از آزمایشات را در دانشگاه صنعتی اصفهان برایم فراهم نمودند، تشکر می‌کنم.
- ۷- از مسئولین آزمایشگاه سرامیک دانشگاه تهران و خصوصاً جناب آقای دکتر هادیان قدردانی می‌کنم.
- ۸- از مسئول محترم بخش کوره مرکز تحقیقات نیروی هوایی، آقای پری‌ور که با در اختیار قرار دادن امکان استفاده از کوره خلا مرا در انجام بخشی از تحقیقاتم یاری نمودند تشکر می‌نمایم.
- ۹- از جناب آقای مهندس زنجیری مدیریت محترم بخش شیمی مرکز تحقیقات جهاد سازندگی که در تهیه مواد اولیه لازم برای این تحقیق با اینجانب همکاری نموده‌اند، سپاسگذاری می‌کنم.
- ۱۰- از آقای مهرجو سرپرست محترم آزمایشگاه‌های هیدرو و پیرو متالورژی بابت در اختیار قرار دادن امکانات آزمایشگاهی و همکاری ایشان تشکر می‌نمایم.
- ۱۱- از سرکار خانم پری‌پور بابت زحماتی که در تایپ این تحقیق به‌عهده داشتند، کمال تشکر و سپاس را دارم.

فهرست عناوین

۲	۱- مقدمه
۵	۲- مروری بر منابع
۵	۲-۱- مقدمه
۵	۲-۱-۱- معرفی واکنشهای ستز احتراقی
۷	۲-۱-۲- کاربردها
۸	۲-۱-۳- مزایا و محدودیتها
۸	۲-۱-۴- تاریخچه
۱۰	۲-۲- مبانی واکنشهای ستز احتراقی
۱۰	۲-۲-۱- ترمودینامیک و پایداری واکنشهای ستز احتراقی
۱۳	۲-۲-۲- رژیم احتراق
۱۴	۲-۲-۳- پارامترهای موثر بر ستز احتراقی
۱۵	۲-۲-۳-۱- شکل و اندازه ذرات
۲۱	۲-۲-۳-۲- فرآوری مواد اولیه
۲۳	۲-۲-۳-۳- روشهای اشتعال
۲۴	۲-۲-۳-۴- ایجاد حرارت و کنترل واکنش
۲۵	۲-۲-۳-۵- تاثیر نرخ گرم کردن بر واکنشهای ستز احتراقی
۲۶	۲-۲-۴- سینتیک واکنش ستز احتراقی
۲۸	۲-۳- طبقه‌بندی واکنشهای ستز احتراقی
۲۹	۲-۳-۱- سیستمهای ساده
۳۰	۲-۳-۲- واکنشهای ترمیتی
۳۱	۲-۳-۳- ستز احتراقی اکسیدهای پیچیده
۳۲	۲-۴- فشرده کردن مواد ستز شده
۳۳	۲-۴-۱- فشرده سازی بدون اعمال فشار
۳۳	۲-۴-۲- ستز احتراقی توام با فشرده کردن

۳۴	۲-۳-۲- سایر روشهای متراکم کردن
۳۸	۲-۵- آلیاژ سازی مکانیکی
۳۸	۲-۵-۱- انواع آسیابهای گلوله‌ای
۴۰	۲-۵-۲- پارامترهای موثر بر آلیاژ سازی مکانیکی
۴۱	۲-۵-۳- فرآیند آلیاژ سازی
۴۲	۲-۵-۴- فرآیند آسیاب کردن واکنش دار
۴۳	۲-۶- کامپوزیت $TiC - Al_2O_3$
۴۳	۲-۶-۱- مقدمه
۴۴	۲-۶-۲- مکانیزم واکنش
۴۶	۲-۶-۳- محاسبه دمای آدیاباتیک
۴۶	۲-۶-۴- پارامترهای موثر بر سنتز کامپوزیت $TiC - Al_2O_3$
۴۶	۲-۶-۴-۱- اندازه و شکل ذرات
۴۹	۲-۶-۴-۲- افزودن عوامل رقیق کننده
۵۲	۲-۶-۴-۳- چگالی در حالت خام
۵۵	۲-۶-۴-۴- پیش گرم کردن
۵۶	۲-۶-۴-۵- نرخ گرمایش
۵۸	۳- روش تحقیق
۵۸	۳-۱- مواد اولیه
۵۸	۳-۲- آسیاب کردن
۵۸	۳-۲-۱- مشخصات آسیاب
۶۰	۳-۲-۲- فرآیند آسیاب کردن
۶۱	۳-۳- اندازه گیری قطر ذرات
۶۳	۳-۴- آنالیز حرارتی
۶۳	۳-۵- فشرده کردن
۶۳	۳-۶- حرارت دادن در کوره

۶۴	۳-۷- فازشناسی محصولات.....
۶۷	۴- یافته‌ها.....
۶۷	۴-۱- اندازه‌گیری قطر ذرات.....
۷۱	۴-۲- آنالیز حرارتی.....
۷۱	۴-۲-۱- گروه MA_2
۷۸	۴-۲-۲- گروه MA_3
۸۲	۴-۲-۳- گروه MA_4
۸۷	۴-۴- پراش اشعه X
۸۷	۴-۴-۱- سری MA_2
۹۶	۴-۴-۲- سری MA_3
۱۰۵	۴-۴-۳- سری MA_4
۱۱۴	۵- سگالش.....
۱۱۴	۵-۱- سری MA_2
۱۲۰	۵-۲- سری MA_3
۱۲۲	۵-۳- سری MA_4
۱۲۶	۵-۴- پیشنهاد مکانیزم مستز.....
۱۲۸	۶- نتیجه‌گیری.....
۱۳۰	مراجع.....

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲ - نمایش شماتیکی نمودار درجه حرارت - زمان در حین یک واکنش احتراقی ۶
- شکل ۲-۲ - طبیعت متخلخل یک کامپوزیت سرامیکی تولید شده از واکنش خودپیشرونده ۶
- شکل ۲-۳ - شماتیک نمودار انتالپی برحسب درجه حرارت برای مواد اولیه و محصولات ۱۱
- شکل ۲-۴ - تاثیر نسبت $(298)/\sum n_i C_P(P_i)$ بر $\Delta H(298)$ بر T_{ad} ۱۳
- شکل ۲-۵ - پیشروی جبهه موج احتراق ۱۵
- شکل ۲-۶ - تاثیر توزیع اندازه ذرات برچگالی خام ۱۷
- شکل ۲-۷ - تاثیر قابلیت ترشوندگی بر نیروی بین ذرات ۱۷
- شکل ۲-۸ - تاثیر (a) حجم مایع بین دو ذره و (b) جدایش نسبی ذرات بر نیروی موئینگی بین ذرات ۱۸
- شکل ۲-۹ - شماتیک ارتباط بین نرخ احتراق با اندازه ذرات فلزی و اجزاء غیر فلزی ۱۹
- شکل ۲-۱۰ - تاثیر اندازه ذرات Ti بر نرخ واکنش $Ti+C$ در $T_0 = 200^\circ C$ و $T_0 = 20^\circ C$ ۲۰
- شکل ۲-۱۱ - پروفیل دمایی در جبهه احتراق واکنش $Ti+C = TiC$ برای اندازه ذرات مختلف Ti ۲۰
- شکل ۲-۱۲ - وابستگی سرعت جبهه احتراق و مقدار کربن محترق نشده به اندازه ذرات Ti ۲۱
- شکل ۲-۱۳ - تاثیر دمای اولیه بر دمای آدیاباتیک ۲۴
- شکل ۲-۱۴ - تاثیر نرخ گرم کردن بر میزان ایجاد حرارت شیمیایی θ در واکنش $Ti+C \rightarrow TiC$ ۲۶
- شکل ۲-۱۵ - اثر برخی عوامل بر سرعت جبهه و دمای احتراق در واکنشهای SHS ۲۸
- شکل ۲-۱۶ - دیاگرام فازی $Ti-C$ ۳۰
- شکل ۲-۱۷ - نمودار انتالپی - درجه حرارت برای مواد اولیه و محصولات واکنش (۲-۱۷) ۳۵
- شکل ۲-۱۸ - (a) تاثیر آلومینیم اضافی و فشردگی خام (P) بر چگالی محصولات
(b) تصویر میکروسکوپ نوری از کامپوزیت تولید شده بوسیله واکنش (۲-۱۷) با $9 = 52/x$ ۳۵
- شکل ۲-۱۹ - نمودار پایداری ستنز احتراقی برای واکنش (۲-۱۷) ۳۶
- شکل ۲-۲۰ - تصویر شمایی از سیستم پرس گرم بکاررفته برای ستنز احتراقی توام با فشردن داغ ۳۶
- شکل ۲-۲۱ - تاثیر (a) میزان آلومینیم اضافی، (b) میزان Al_2O_3 و (c) فشار ابتدایی ۳۷

- شکل ۲-۲۲- کامپوزیت $3TiC - 2Al_2O_3 - 4Al$ حاصل از واکنش (۲-۱۰) ۳۹
- شکل ۲-۲۳- (a) آسیاب سایشی، (b) آسیاب بشکه‌ای، (c) آسیاب فواره‌ای و (d) آسیاب مغناطیسی ۳۹
- شکل ۲-۲۴- شماتیک وقایع اتفاق افتاده در اثر برخورد گلوله و پودر ۴۲
- شکل ۲-۲۵- تصویر متالوگرافی که Al_2O_3 را در اطراف حفرات در ساختار $TiC-Al_2O_3$ نشان می‌دهد ۴۵
- شکل ۲-۲۶- آنالیز اشعه X از محصول واکنش (۲-۲۸) ۴۵
- شکل ۲-۲۷- ریزساختار محصول واکنش (۲-۱۸) ۴۶
- شکل ۲-۲۸- تشکیل سد نفوذی بین دو ذره واکنش دهنده در حین واکنش SHS ۴۷
- شکل ۲-۲۹- تاثیر اندازه ذرات (a) TiO_2 ، (b) Al و (c) C بر سرعت واکنش ۲-۱۸ ۴۷
- شکل ۲-۳۰- تصویر شمایی از تاثیر ذرات کربن بعنوان سد در مقابل تماس ذرات Al و TiO_2 ۴۸
- شکل ۲-۳۱- تاثیر میزان Al_2O_3 اضافی بر سرعت موج و دمای آدیاباتیک ۴۹
- شکل ۲-۳۲- ریزساختار کامپوزیت $TiC-Al_2O_3$ ۵۰
- شکل ۲-۳۳- اثر درصد آلومینیم اضافی بر سرعت پیشروی موج و دمای آدیاباتیک ۵۱
- شکل ۲-۳۴- ریزساختار کامپوزیت $TiC-Al_2O_3$ با درصد وزنی مختلف آلومینیم اضافی ۵۱
- شکل ۲-۳۵- تصویر میکروسکوپ الکترونی از سطح مقطع شکسته شده ۵۲
- شکل ۲-۳۶- تاثیر آلومینیم اضافی و فشار خارجی بر چگالی خام نسبی ۵۳
- شکل ۲-۳۷- تاثیر آلومینیم اضافی و فشار خارجی بر چگالی نهایی سرامیک ۵۳
- شکل ۲-۳۸- تاثیر دانسیته خام بر Tig در درصد های مختلف Al ۵۴
- شکل ۲-۳۹- تاثیر دانسیته خام بر نرخ واکنش احتراقی برای درصد های مختلف آلومینیم ۵۵
- شکل ۲-۴۰- تاثیر دمای پیش گرم کردن بر سرعت موج احتراق و دمای آدیاباتیک ۵۶
- شکل ۳-۱- نمودار توزیع اندازه گلوله های آسیاب ۵۹
- شکل ۳-۲- شماتیک سیستم گرمایش بکاررفته جهت حرارت دادن نمونه ها ۶۴
- شکل ۴-۱- توزیع اندازه ذرات اکسید تیتانیم ۶۷
- شکل ۴-۲- توزیع اندازه ذرات پودر آلومینیم ۶۸
- شکل ۴-۳- توزیع اندازه ذرات گرافیت ۶۸

- شکل ۴-۴- توزیع اندازه ذرات نمونه MA۲۶ ۶۹
- شکل ۴-۵- توزیع اندازه ذرات نمونه MA۴۶ ۷۰
- شکل ۴-۶- مقایسه توزیع اندازه ذرات Al_2TiO_2 و MA۲۶ ۷۰
- شکل ۴-۷- مقایسه توزیع اندازه ذرات TiO_2 و C با MA۴۸ ۷۱
- شکل ۴-۸- نمودار DTA نمونه MA۲۱ ۷۳
- شکل ۴-۹- نمودار DTA نمونه MA۲۲ ۷۳
- شکل ۴-۱۰- نمودار DTA نمونه MA۲۳ ۷۴
- شکل ۴-۱۱- نمودار DTA نمونه MA۲۴ ۷۴
- شکل ۴-۱۲- نمودار DTA نمونه MA۲۶ ۷۵
- شکل ۴-۱۳- نمودار DTA نمونه MA۲۱C ۷۵
- شکل ۴-۱۴- نمودار DTA نمونه MA۲۲C ۷۶
- شکل ۴-۱۵- نمودار DTA نمونه MA۲۳C ۷۶
- شکل ۴-۱۶- نمودار DTA نمونه MA۲۶C ۷۷
- شکل ۴-۱۷- مقایسه نتایج آزمایش DTA نمونه‌های MA۲۱C، MA۲۲C، MA۲۳C، MA۲۶C ۷۷
- شکل ۴-۱۸- نتایج آزمایش DTA بر نمونه MA۳۴ ۷۸
- شکل ۴-۱۹- نتایج آزمایش DTA بر نمونه MA۳۵ ۷۹
- شکل ۴-۲۰- نتایج آزمایش DTA بر نمونه MA۳۶ ۷۹
- شکل ۴-۲۱- مقایسه نتایج آزمایش DTA نمونه‌های MA۳۴، MA۳۵ و MA۳۶ ۸۰
- شکل ۴-۲۲- نتایج آزمایش DTA بر نمونه $MA_{31}TiO_2$ ۸۰
- شکل ۴-۲۳- نتایج آزمایش DTA بر نمونه $MA_{34}TiO_2$ ۸۱
- شکل ۴-۲۴- نتایج آزمایش DTA بر نمونه $MA_{35}TiO_2$ ۸۱
- شکل ۴-۲۵- نمودار DTA نمونه MA۴۲ ۸۳
- شکل ۴-۲۶- نمودار DTA نمونه MA۴۶ ۸۳
- شکل ۴-۲۷- مقایسه نتایج آزمایش DTA نمونه‌های MA۴۲ و MA۴۶ ۸۴

- شکل ۲۸-۴- نمودار DTA نمونه MA۴۱Al ۸۴
- شکل ۲۹-۴- نمودار DTA نمونه MA۴۳Al ۸۵
- شکل ۳۰-۴- نمودار DTA نمونه MA۴۴Al ۸۵
- شکل ۳۱-۴- نمودار DTA نمونه MA۴۶Al ۸۶
- شکل ۳۲-۴- مقایسه نتایج آزمایش DTA نمونه‌های MA۴۱Al، MA۴۳Al، MA۴۴Al و MA۴۶Al ۸۶
- شکل ۳۳-۴- الگوی پراش اشعه X نمونه MA۲۱ ۸۷
- شکل ۳۴-۴- الگوی پراش اشعه X نمونه MA۲۲ ۸۸
- شکل ۳۵-۴- الگوی پراش اشعه X نمونه MA۲۳ ۸۸
- شکل ۳۶-۴- الگوی پراش اشعه X نمونه MA۲۴ ۸۹
- شکل ۳۷-۴- الگوی پراش اشعه X نمونه MA۲۵ ۸۹
- شکل ۳۸-۴- الگوی پراش اشعه X نمونه MA۲۶ ۹۰
- شکل ۳۹-۴- الگوی پراش اشعه X نمونه MA۲۲H۱ ۹۱
- شکل ۴۰-۴- الگوی پراش اشعه X نمونه MA۲۳H۱ ۹۱
- شکل ۴۱-۴- الگوی پراش اشعه X نمونه MA۲۴H۱ ۹۲
- شکل ۴۲-۴- الگوی پراش اشعه X نمونه MA۲۶H ۹۲
- شکل ۴۳-۴- الگوی پراش اشعه X نمونه MA۲۶H۱ ۹۳
- شکل ۴۴-۴- الگوی پراش اشعه X نمونه MA۲۶CH ۹۳
- شکل ۴۵-۴- الگوی پراش اشعه X نمونه MA۲۶CH۱ ۹۴
- شکل ۴۶-۴- الگوی پراش اشعه X نمونه MA۲۶CH۲ ۹۴
- شکل ۴۷-۴- الگوی پراش اشعه X نمونه MA۲۶CH۴ ۹۵
- شکل ۴۸-۴- الگوی پراش اشعه X نمونه MA۳۱ ۹۷
- شکل ۴۹-۴- الگوی پراش اشعه X نمونه MA۳۲ ۹۷
- شکل ۵۰-۴- الگوی پراش اشعه X نمونه MA۳۳ ۹۸
- شکل ۵۱-۴- الگوی پراش اشعه X نمونه MA۳۴ ۹۸

- شکل ۴-۵۲ - الگوی پراش اشعه X نمونه MA_{35} ۹۹
- شکل ۴-۵۳ - الگوی پراش اشعه X نمونه $MA_{35}H_1$ ۱۰۰
- شکل ۴-۵۴ - الگوی پراش اشعه X نمونه $MA_{35}H_2$ ۱۰۰
- شکل ۴-۵۵ - الگوی پراش اشعه X نمونه $MA_{35}H$ ۱۰۱
- شکل ۴-۵۶ - الگوی پراش اشعه X نمونه $MA_{35}H_2$ ۱۰۱
- شکل ۴-۵۷ - الگوی پراش اشعه X نمونه $MA_{34}TiO_2H_1$ ۱۰۲
- شکل ۴-۵۸ - الگوی پراش اشعه X نمونه $MA_{35}TiO_2H_1$ ۱۰۳
- شکل ۴-۵۹ - الگوی پراش اشعه X نمونه $MA_{35}TiO_2H_1$ ۱۰۳
- شکل ۴-۶۰ - الگوی پراش اشعه X نمونه $MA_{35}TiO_2H_4$ ۱۰۴
- شکل ۴-۶۱ - الگوی پراش اشعه X نمونه MA_{41} ۱۰۵
- شکل ۴-۶۲ - الگوی پراش اشعه X نمونه MA_{44} ۱۰۶
- شکل ۴-۶۳ - الگوی پراش اشعه X نمونه MA_{45} ۱۰۶
- شکل ۴-۶۴ - الگوی پراش اشعه X نمونه MA_{46} ۱۰۷
- شکل ۴-۶۵ - الگوی پراش اشعه X نمونه $MA_{42}H_1$ ۱۰۷
- شکل ۴-۶۶ - الگوی پراش اشعه X نمونه $MA_{46}H_1$ ۱۰۸
- شکل ۴-۶۷ - الگوی پراش اشعه X نمونه $MA_{42}H_4$ ۱۰۸
- شکل ۴-۶۸ - الگوی پراش اشعه X نمونه $MA_{44}H_4$ ۱۰۹
- شکل ۴-۶۹ - الگوی پراش اشعه X نمونه $MA_{46}H_4$ ۱۰۹
- شکل ۴-۷۱ - الگوی پراش اشعه X نمونه $MA_{43}AlH_1$ ۱۱۱
- شکل ۴-۷۲ - الگوی پراش اشعه X نمونه $MA_{43}AlH_4$ ۱۱۱
- شکل ۴-۷۳ - الگوی پراش اشعه X نمونه $MA_{44}AlH_4$ ۱۱۲
- شکل ۵-۱ - پتانسیل اکسیژن در سیستم $Ti-O$ در محدوده دمایی $1000^{\circ}C$ ۱۱۵
- شکل ۵-۲ - دیاگرام فازی آلایژ دوتایی $Ti-Al$ ۱۱۶

فهرست جداول

جدول ۱-۲ - بعضی مواد تولید شده بوسیله فرآیند <i>SHS</i>	۷
جدول ۲-۲ - مقایسه انواع آسیابهای گلوله‌ای	۳۹
جدول ۲-۳ - برخی واکنشهای مشاهده شده در حین آسیاب کردن	۴۳
جدول ۳-۱ - مشخصات مواد اولیه	۵۸
جدول ۳-۲ - مشخصات آسیاب	۵۹
جدول ۳-۳ - مشخصات نمونه‌های حاصل از کار مکانیکی بین Al و TiO_2	۶۲
جدول ۳-۴ - مشخصات نمونه‌های حاصل از کار مکانیکی بین Al و C	۶۲
جدول ۳-۵ - مشخصات نمونه‌های حاصل از کار مکانیکی بین C و TiO_2	۶۲
جدول ۳-۶ - درجه حرارت‌های کونچ شدن نمونه‌های سری MA_2	۶۵
جدول ۳-۷ - درجه حرارت‌های کونچ شدن نمونه‌های سری MA_3	۶۵
جدول ۳-۸ - درجه حرارت‌های کونچ شدن نمونه‌های سری MA_4	۶۵
جدول ۴-۱ - نتایج آزمایش <i>XRD</i> نمونه‌های MA_2	۹۶
جدول ۴-۲ - نتایج آزمایش <i>XRD</i> نمونه‌های MA_3	۱۰۴
جدول ۴-۳ - نتایج آزمایش <i>XRD</i> نمونه‌های MA_4	۱۱۲

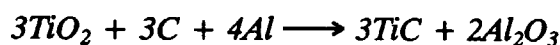
فصل اول

مقدمه

مقدمه

فرآیند ساخت کامپوزیتها به روش سنتز احتراقی، روش بسیار جدیدی می باشد که طی دهه اخیر توسعه بسیار یافته است. اساس این پروسه بر مبنای انجام یک واکنش گرمازا است که منجر به تولید کامپوزیت مورد نظر می گردد. از آنجا که این گونه واکنشها از لحاظ حرارتی خودکفا بوده و نیازی به منبع حرارتی خارجی ندارند، این روش، روشی مناسب و بسیار اقتصادی در تولید مواد مرکب به حساب می آید. البته این نکته نیز باید ذکر گردد که بدلیل طبیعت متخلخل این مواد و دشواری کنترل فرآیند، استفاده از این روش توأم با محدودیتهایی چون فشردن محصول، عدم امکان کنترل ریز ساختار و غیره می باشد. از این رو بسیاری از محققین تلاش در بهینه کردن این پروسه نموده اند و در این مهم به نتایج قابل توجهی دست یافته اند بطوریکه قادر شده اند چگالی محصول را به ۹۹٪ چگالی نهایی برسانند.

تحقیق حاضر بر مبنای شناخت روش سنتز احتراقی و خصوصاً سنتز احتراقی تولید کامپوزیت $TiC - Al_2O_3$ از طریق واکنش زیر استوار است:



این واکنش همانگونه که ذکر خواهد گردید، از دو بخش تشکیل شده است:

الف - احیای اکسید تیتانیم توسط آلومینیم

ب - تشکیل کاربید تیتانیم

محصول حاصل از این واکنش، سرامیکی با سختی بسیار بالا می باشد که در ساخت تیغه های برش کاربرد فراوانی یافته است. ساخت این کامپوزیت بدلیل گرمازا بودن واکنش سنتز احتراقی، از لحاظ اقتصادی بسیار با صرفه است زیرا تولید آن تنها نیازمند یک کوره با اتمسفر خنثی است که بتواند دما مخلوط پودرهای مواد اولیه را تا حدود ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد برساند ولی در روش مرسوم، پودرهای کاربید تیتانیم و اکسید آلومینیم با یکدیگر مخلوط شده و سپس سیتتر می شوند که از نظر مصرف انرژی و هزینه مواد اولیه قابل مقایسه با روش سنتز احتراقی نمی باشد.

در این تحقیق تلاش گردیده است که اثر کار مکانیکی بر فرآیند ساخت کامپوزیت فوق الذکر بررسی شود. در اثر کار مکانیکی (به عنوان مثال با آسیاب کردن پودر مواد اولیه)، نفوذ ذرات مواد اولیه سهولت یافته و دمای آغاز واکنش سنتز احتراقی (T_{ig}) کاهش می یابد و در نتیجه حرارت لازم برای رسیدن دمای مخلوط پودری به دمای اشتعال کاهش یابد.