بسم الله الرحمن الرحيم

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه ملایر

دانشکده فنی- گروه مهندسی مواد

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی مواد (گرایش سرامیک)

ساخت کامپوزیت$Al-B_4C$به روش آلیاژسازی مکانیکی و بررسی اثر تغییر پارامترهای مقدار و اندازه دانه ذرات تقویت‌کننده بر روی خواص مکانیکی

به وسیله ی :

امیرحمیدی

اساتید راهنما :

دکتر علی شانقی

دکتر محسن اسدی

مهر ۱۳۹۲

به نام خدا

ساخت کامپوزیت $Al-B_4C$ به روش آلیاژسازی مکانیکی و بررسی اثر تغییر پارامترهای مقدار و اندازه دانه ذرات تقویت‌کننده بر روی خواص مکانیکی

به وسیله ی:

امیر حمیدی

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی به عنوان بخشی

از فعالیت‌های لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی:

مهندسی مواد (گرایش سرامیک)

از دانشگاه ملایر

ارزیابی و تأیید شده توسط کمیته پایان نامه با درجه:

دکتر علی شانقی، استادیار مهندسی مواد(استاد راهنما).....

دکتر محسن اسدی، استادیار مهندسی مواد(استاد راهنما).....

دکتر بهزاد کوزه‌گر کالجی،استادیار مهندسی مواد(استاد داور).....

دکتر مسعود سکاکی،استادیار مهندسی مواد(استاد داور).....

دکتر محمود مرادی، (نماینده تحصیلات تکمیلی).....

مهر ماه ۱۳۹۲

حق مالکیت مادی و معنوی پژوهشهای علمی دانشگاه ملایر

- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می‌باشد ولی حقوق معنوی پدیدآورندگان محفوظ خواهد بود.
- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه و با تایید استاد راهنمای اصلی باشد. یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله می‌باشد. در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/رساله منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.
- انتشار کتاب، نرم‌افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/رساله باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام شود.
- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته‌ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/رساله است باید با هماهنگی استاد راهنما از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.
- هرگونه تجاری‌سازی و یا واگذاری یافته‌های پایان‌نامه/رساله به غیر بایستی با موافقت کتبی دانشگاه باشد.

«اینجانب.....بهشمارهدانشجویی .....

دانشجویرشته..... مقطع تحصیلی ..... دانشگاه ملایر متعهد می شوم که کلیه نکات فوق در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه ملایر را در انتشار یافته‌های علمی مستخرج از پایان‌نامه/رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت هرگونه تخلف از مفاد فوق به دانشگاه وکالت و نمایندگی می‌دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هرگونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هرگونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

نام و نام خانوادگی:

امضاء و تاریخ

اقرار نامه اصالت و صحت نتایج

اینجانب ..... به شماره دانشجویی ..... دانشجوی‌رشته ..... مقطع تحصیلی ..... دانشگاه ملایر تایید می‌نمایم که کلیه نتایج این پایان‌نامه / رساله حاصل کار اینجانب و بدون هرگونه دخل و تصرف است و موارد نسخه‌برداری شده از آثار دیگران را با ذکر کامل مشخصات منبع ذکر کرده‌ام. در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص دانشگاه مطابق با ضوابط و مقررات حاکم (قانون حمایت از حقوق مولفان و مصنفان و قانون ترجمه و تکثیر کتب و نشریات و آثار صوتی، ضوابط و مقررات آموزشی، پژوهشی و انضباطی ...) با اینجانب رفتار خواهد شد و حق هرگونه اعتراض در خصوص احقاق حقوق مکتسب و تشخیص و تعیین تخلف و مجازات را از خویش سلب می‌نمایم. در ضمن، مسئولیت هرگونه پاسخگویی به اشخاص، اعم از حقیقی و حقوقی و مراجع ذی‌صلاح (اعم از اداری و قضایی) به عهده اینجانب خواهد بود و دانشگاه هیچ‌گونه مسئولیتی در این خصوص نخواهد داشت.

نام و نام خانوادگی:

امضاء و تاریخ:

مجوز بهره‌برداری از پایان‌نامه

بهره‌برداری از این پایان‌نامه در چهارچوب مقررات کتابخانه و با توجه به محدودیتی که توسط استاد راهنما به شرح زیر تعیین می‌شود، بلامانع است:

◯ بهره‌برداری از این پایان‌نامه / رساله برای همگان بلامانع است.

◯ بهره‌برداری از این پایان‌نامه / رساله با اخذ مجوز از استاد راهنما، بلامانع است.

◯ بهره‌برداری از این پایان‌نامه / رساله تا تاریخ ..... ممنوع است.

استاد راهنما می‌تواند یکی از گزینه‌های بالا را انتخاب کند و مسئولین کتابخانه موظف به رعایت موارد تعیین‌شده می‌باشند.

نام استاد یا اساتید راهنما:

تاریخ:

امضاء:

تقدیم به پدر و مادرم:

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خود گذشتگان

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است

به پاس قلب‌های بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید

به پاس محبت‌های بی‌دریغشان که هرگز فروکش نمی کند

تقدیم به همسرم:

نشانه لطف الهی در زندگی من استو سایه مهربانش سایه سار زندگیم می باشد او که اسوه صبر و تحمل بوده و مشکلات مسیر را برایم تسهیل نمود

تقدیم به دلبندم:

امید بخش جانم که آسایش او آرامش من است

تشکر و قدردانی:

مراتب سپاسگذاری خود را خدمت اساتید ارجمند جناب آقایان دکتر علی شانقی و دکتر محسن اسدی اسدآباد اعلام نموده و از راهنمایی های دلسوزانه ایشان در طول انجام پایان نامه کمال تشکر و قدردانی را دارد.

چکیده:

روش آلیاژسازی مکانیکی و متالورژی پودر یکی از روش‌های موفق در تولید پودرهای نانو کامپوزیتی با زمینه فلزی می‌باشد. در تحقیق حاضر پودرهای میکرونی Al و B_4Cبا استفاده از آسیاب ماهواره‌ای با انرژی بالا به مدت۲۰ ساعت و با نسبت وزنی گلوله به پودر ۱۵:۱ به منظور خردایش، ریز شدن ساختار و توزیع یکنواخت ذرات B_4C در زمینه فلزی آسیاب شدند. با افزایش زمان آسیاب بررسی ریزساختار و کرنش شبکه‌ای با آنالیزهای پراش اشعه ایکس(XRD) ، میکروسکوپ الکترونی روبشی(SEM) و میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) انجام شد.در ادامه به منظور دستیابی به قطعات چگال بر روی پودرهای کامپوزیتی فرآیند پرس گرم صورت گرفت. آزمایش سختی‌سنجی و تعیین دانسیته قطعات حاصل از فرآیند پرس‌گرم انجام شد. نتایج آزمایشات نشان دادند که با گذشت ۲۰ ساعت از زمان آسیاب پودرهای نانو کامپوزیتی با توزیع مناسب ذرات B_4C در زمینه آلومینیمی ایجاد شده‌اند. با افزایش زمان آسیاب و میزان فاز تقویت‌کننده، کرنش شبکه به میزان ٤٤/٥ تا ٦١/٦ درصد افزایش و میانگین اندازه کریستالیت‌های فاز آلومینیمی به میزان ٤٤-۳۳ نانومتر کاهش یافته و افزایش میزان فاز تقویت-کننده سبب افزایش سرعت فرآیند آسیاکاری شده است. همچنین مشخص شد فرآیند پرس‌گرم فرآیندی مناسب برای تولید مواد چگال از پودرهای کامپوزیتی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی:آلیاژسازی مکانیکی ، کامپوزیت زمینه فلزی، $Al-B_4C$، ریز ساختار.

فهرست مطالب:

فصل۱ :مقدمه ۱

۱-۱-مقدمه ۲

فصل۲ :مروری برمنابع ٤

۲-۱- تعریف کامپوزیت ۵

۲-۲-تاریخچه کامپوزیت‌ها ٦

۲-۳-طبقه‌بندی کامپوزیت‌ها ٦

۲-٤-اجزا تشکیل دهنده کامپوزیت‌ها ۷

۲-٤-۱-انواع عتقویت‌کننده ۷

۲-۵-کامپوزیت‌های زمینه فلزی ۱۱

۲-۵-۱- فرایندهای تولید مواد مرکب زمینه فلزی ۱۳

۲-٦- خواص وکاربرد کامپوزیت‌های زمینه فلزی ۱٦

۲-۷- بررسی روشهای تولید و خواص کامپوزیت زمینه آلومینیمی با ذرات B_4C ۱۷

۲-۸- نانوکامپوزیت‌ها ۲٤

۲-۸-۱- مقایسه بین خواص کامپوزیت‌های زمینه فلزی با ذرات نانو ومیکرون ۲۵

۲-۹- بررسی فرایندهای تولید کامپوزیت‌های زمینه فلزی تقویت شده با ذرات ۲٦

۲-۱۰- آلیاژسازی مکانیکی ۲۷

۲-۱۱- پارامترهای موثر برفرآیند آلیاژسازی مکانیکی ۲۹

۲-۱۱-۱- نوع آسیاب ۳۰

۲-۱۱-۲- ظرف آسیا ۳۱

۲-۱۱-۳- سرعت آسیا ۳۱

۲-۱۱-٤- زمان آسیا ۳۲

۲-۱۱-۵- جنس،سایزوتوزیع سایزگلوله‌ها ۳۳

۲-۱۱-٦- نسبت وزنی گلوله به پودر ۳٤

۲-۱۱-۷- میزان پرشدن ظرف آسیا ۳٤

۲-۱۱-۸-اتمسفرآسیا ۳۵

۲-۱۱-۹- عوامل کنترل فرآیند ۳۵

۲-۱۱-۱۰- درجه حرارت آسیاب ۳۶
۲-۱۲- فرایندهای موثر در عمل آسیا کردن ۳۷
۲-۱۲-۱- آهنگری میکرونی ۳۷
۲-۱۲-۲- شکست ۳۷
۲-۱۲-۳- آگلومره شدن ۳۸
۲-۱۳- پرس کردن پودر کامپوزیت ۳۹
۲-۱٤- نوآوری وهدف ازانجام تحقیق ۳۹

فصل۳ : روش انجام آزمایش **٤۱**
۳-۱- مواداولیه ٤۲
۳-۱-۱- آزمایش تهیه پودرهای کامپوزیتی ٤٦
۳-۲- آزمایش‌های مشخصه‌یابی پودرهای کامپوزیتی ٤۷
۳-۲-۱- میکروسکوپ الکترونی روبشی ٤۷
۳-۲-۲- پراش پرتو ایکس(XRD) ٤۷
۳-۲-۳- سختی سنجی ٤۷
۳-۲-٤- میکروسکوپ الکترونی عبوری(TEM) ٤۸
۳-۳- آزمایش‌های تولید قطعات چگال ٤۸
۳-٤- آزمایش‌های مشخصه‌یابی قطعات حاصل از پرس گرم ٤۸
۳-۵- مشخصات دستگاه‌های مورد استفاده ٤۹
۳-۵-۱- مخلوط‌کن ٤۹
۳-۵-۲- آسیاب ماهواره‌ای ٤۹
۳-٦- تجهیزات مورد استفاده به منظور پرس گرم نمودن قطعات ۵۰
۳-۷- دستگاه التراسونیک ۵۱

فصل٤ : نتایج و بحث **۵۲**
٤-۱-مقدمه ۵۳
٤-۲- اثرزمان آسیاب بر ریز ساختار پودرهای کامپوزیتی $Al-5\%B_4C$ ۵۳
٤-۳- بررسی تفرق اشعه ایکس در زمان‌های مختلف آسیاب کامپوزیت $Al-5\%B_4C$ ٦۲
٤-٤- اثرزمان آسیاب بر ریز ساختار پودرهای کامپوزیتی $Al-10\%B_4C$ ٦٦
٤-۵- اثرزمان آسیاب بر ریز ساختار پودرهای کامپوزیتی $Al-15\%B_4C$ ۷۲
٤-٦- بررسی تفرق اشعه ایکس کامپوزیت‌های تولید شده ۸۱
٤-۷-بررسی میکروسکوپ الکترونی عبوری(TEM) ۸۲

٤-٨- بررسی خواص حاصل از پرس گرم نمودن پودرهای کامپوزیتی ٨٤
٤-٨-١- بررسی پراش اشعه ایکس ٨٤
٤-٨-٢- بررسی ساختار سطحی(مورفولوژی) کامپوزیت$Al-5\%B_4C$..... ٨٥
٤-٨-٣- تعیین چگالی قطعات تولید شده به روش پرس گرم..... ٨٨
٤-٨-٤- بررسی رفتار سختی ٩٢

فصل٥ :نتیجه‌گیری وپیشنهادها **٩٥**

٥-١- نتیجه‌گیری ٩٦
٥-٢- پیشنهادها ٩٧

مراجع **٩٨**

فهرست اشکال

فصل دوم

شکل ۲-۱- شماتیکی از انواع کامپوزیت‌ها با توجه به نوع تقویت کننده..... ۸
شکل ۲-۲- نسبت سطح تماس به حجم سه نوع تقویت‌کننده مختلف در کامپوزیت‌ها..... ۹
شکل ۲-۳- طبقه‌بندی کامپوزیت‌های زمینه فلزی..... ۱۲
شکل۲-٤- قابلیت روش‌های مختلف در تولید کامپوزیت‌های زمینه فلزی ۱٤
شکل ۲-۵- شماتیکی از مراحل تولید کامپوزیت‌های زمینه فلزی..... ۱۵
شکل ۲-٦- تغییرات استحکام تسلیم و استحکام کششی در کامپوزیت Al/B_4C ۲۰
شکل ۲-۷- تاثیر میزان فشار بر چگالی نسبی کامپوزیت آلومینیم..... ۲٤
شکل ۲-۸- میزان رشد مقالات منتشر شده در زمینه آلیاژسازی مکانیکی..... ۲۸
شکل۲-۹- اثر زمان آسیا بر اندازه کریستال‌های آهن، نیکل، آلومینیوم و آلیاژهای آن..... ۳۳

فصل سوم

شکل۳-۱- الف) مورفولوژی ب) آنالیز XRD ج) آنالیزEDX پودر آلومینیم..... ٤٤
شکل۳-۲- الف) مورفولوژی ب) آنالیز XRD ج) آنالیز EDSاز پودر کاربید بوراولیه..... ٤۵
شکل۳-۳- شماتیک انجام آزمایش..... ٤٦
شکل ۳-٤- آسیاب گلوله‌ای سیاره‌ای..... ۵۰
شکل۳-۵- الف) پرس ب)کوره تحت خلا..... ۵۱

فصل چهارم

شکل ٤-۱-کامپوزیت آلومینیم وکاربید بور پس از گذشت ۵ و ۱۰ ساعت ازآسیاکاری..... ۵٤
شکل ٤-۲-آنالیزEDS از پودر کامپوزیت آلومینیم و کاربید بور..... ۵٤
شکل ٤-۳-کامپوزیت آلومینیم وکاربید بور پس از ۱۵ ساعت آسیاب..... ۵٦
شکل ٤-٤-کامپوزیت آلومینیم و کاربید بور پس از ۲۰ ساعت آسیاب..... ۵٦
شکل ٤-۵-ذره کاربید بور درحال فرورفتن در زمینه آلومینیم..... ۵۷
شکل ٤-٦-نقشه توزیع عنصر آلومینیم..... ۵۹
شکل ٤-۷- نقشه توزیع عنص بور..... ۵۹
شکل ٤-۸-تصاویر SEM کامپوزیت $Al-B_4C$ و ذرات نانومتری B_4C..... ٦۱
شکل ٤-۹-تصویر SEM از پودر کامپوزیتی$Al-5\%B_4C$..... ٦۲
شکل ٤-۱۰-آنالیز XRD در زمانهای مختلف..... ٦۳

شکل ٤-١١-تغییرات میانگین اندازه کریستال‌ها با زمان آسیا..... ٦٤
شکل ٤-١٢-تغییرات کرنش شبکه با زمان آسیا..... ٦٤
شکل ٤-١٣-شماتیک تشکیل دانه‌های نانومتری در حین آسیاکاری..... ٦٥
شکل ٤-١٤-تصویر SEM پس از گذشت الف) ١ ب) ٢ ساعت از زمان آسیاکاری..... ٦٨
شکل ٤-١٥-تصویر SEM ازپودر کامپوزیتی $Al-10\%B_4C$ ٦٩
شکل ٤-١٦-تصویر SEM از $Al-10\%B_4C$ الف)١٦٠٠برابر ب)٥٠٠٠٠برابر..... ٧٠
شکل ٤-١٧-تصویرSEM از$Al-10\%B_4C$ الف)١٥ ب)٢٠ ساعت از زمان آسیاکاری..... ٧١
شکل ٤-١٨-تصویرSEM از پودرهای $Al-15\%B_4C$ الف)٢ ب)٥ ساعت..... ٧٣
شکل ٤-١٩-الف) کامپوزیت$Al-15\%B_4C$ ب) $Al-5\%B_4C$ پس از گذشت ٢ ساعت..... ٧٤
شکل ٤-٢٠-تصویرSEM از $Al-15\%B_4C$ الف) ٥ ب) ١٠ و ج)١٥ ساعت..... ٧٦
شکل ٤-٢١-تصویرSEM از $Al-15\%B_4C$پس ازگذشت الف) ٢٠ ب) ٢٥..... ٧٧
شکل ٤-٢٢-(X-ray map) پس از ٥ ساعت برای کامپوزیت $Al-15\%B_4C$ ٧٨
شکل ٤-٢٣-تصویرSEM الف) $Al-5\%B_4C$ ب)$Al-15\%B_4C$ پس از ٢٠ ساعت..... ٨٠
شکل ٤-٢٤-تصویر XRD الف)$Al-5\%B_4C$ ب)$Al-10\%B_4C$ ج)$Al-15\%B_4C$ پس از ٢٠.... ٨١
شکل ٤-٢٥-تصاویرTEMالف) وب) $AL-5\%B_4C$ج) ود)$Al-15\%B_4C$..... ٨٤
شکل ٤-٢٦- XRD الف) پودرهای کامپوزیتی $Al-5\%B_4C$ ب) پرس گرم شده..... ٨٥
شکل ٤-٢٧-SEM از $Al-5\%B_4C$ پرس‌گرم شده الف)٤٤٠ ب)٤٨٠ ج)٥٢٠ درجه..... ٨٧
شکل٤-٢٨-اثر میزان فاز تقویت‌کننده و اندازه دانه برچگالی قطعات قبل از آسیاکاری پودرها..... ٨٩
شکل ٤-٢٩-اثر میزان فاز تقویت‌کننده و اندازه دانه بر چگالی قطعات بعد از آسیاکاری پودرها... ٩٠
شکل ٤-٣٠-اثرمیزان فاز تقویت‌کننده و دما بر چگالی نسبی قطعات حاصل از پرس‌گرم..... ٩١
شکل ٤-٣١-اثرمیزان فاز تقویت‌کننده و اندازه دانه بر میزان سختی قطعات قبل از آسیاکاری..... ٩٣
شکل ٤-٣٢-اثرمیزان فاز تقویت‌کننده و اندازه دانه بر میزان سختی قطعات بعد از آسیاکاری..... ٩٤

فهرست جداول

فصل دوم

جدول ۲-۱- خواص برخی از تقویت‌کننده‌های ذره‌ای رایج در مواد مرکب زمینه فلزی.....۱۳
جدول ۲-۲- نوع کاربرد،هزینه تولید و قابلیت روش‌های مختلف در تولید کامپوزیت ۱٦
جدول ۲-۳- خواص برخی از آلیاژهای آلومینیم و کامپوزیت‌های با زمینه آلومینیم.....۱۹

فصل سوم

جدول ۳-۱- درصدخلوص واندازه تقریبی پودرهای اولیه.....٤۲

فصل چهارم

جدول٤-۱- میانگین اندازه کریستال ها و حداکثر کرنش شبکه ۸۲

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

کامپوزیت‌های زمینه فلزی تقویت شده با ذرات سرامیکی به دلیل خواص ویژه، دارا بودن خاصیت همسانگردی، هزینه تولید کم و پیچیدگی کمتر در فرآیند تولید دارای اهمیت زیادی می‌باشند. در میان کامپوزیت‌های زمینه فلزی به خصوص کامپوزیت‌های Al-B_4C به دلیل خواص ویژه نظیر استحکام ویژه(σ/ρ) مطلوب، مدول ویژه (E/ρ) بالا و مقاومت سایشی عالی و جذب نوترون عالی کاربرد گسترده‌ای در صنایع هوافضا، خودرو و هسته‌ای دارای یافته‌اند.

در صورت استفاده از روش‌های ریخته‌گری در تولید کامپوزیت Al-B_4C مشکلات، عدم ترشدن مناسب ذرات B_4C و مذاب Al و امکان ایجاد فازهای ترد و نامناسب درون زمینه فلزی به دلیل دمای بالا و ایجاد واکنش وجود خواهد داشت. ضمن اینکه در صورت استفاده از ذرات نانومتری B_4C به عنوان فاز تقویت‌کننده در مذاب آلومینیم، مشکل به هم چسبیدن، شناور شدن ذرات روی سطح مذاب و عدم توزیع یکنواخت ذرات تقویت‌کننده درون زمینه دو چندان خواهد شد.

کامپوزیت‌ها مواد نوظهوری می‌باشند که با پیشرفت تکنولوژی در تولید ذرات و الیاف‌های متنوع بر اهمیت آنها افزوده می گردد. حضور ذرات و الیاف در ماده زمینه، سبب ایجاد خواص مطلوب‌تری گشته و نیروهای اعمال شده به کامپوزیت به طور یکنواختی به ذرات یا الیاف منتقل می‌شوند.

روش آلیاژسازی مکانیکی که بر اساس آسیاب کردن مخلوطی از پودر اولیه استوار است، برای اولین بار در سال ۱۹۷٦ میلادی برای تولید ذرات کامپوزیتی مورد استفاده قرار گرفت. آلیاژسازی مکانیکی یک روش تولید پودر در حالت جامد بوده و شامل جوش خوردن و شکست متوالی ذرات پودر اولیه در یک آسیاب گلوله‌ای با انرژی بالا می‌باشد. از این روش می توان برای تولید پودرهای کامپوزیتی در حالت

جامد با استفاده از انرژی مکانیکی بهره برد. در طول این فرآیند ذرات پودر مواد اولیه در بین گلوله‌های آسیاب قرار گرفته و در حین بر خورد گلوله‌ها با یکدیگر و با جداره محفظه آسیاب انرژی زیادی به ذرات پودر وارد می‌شود. تغییر شکل پلاستیک شدید در حین فرآیند می‌تواند منجر به افزایش چگالی نابجایی‌ها و سپس مرتب شدن آنها در یک ساختار سلولی شود. با افزایش زمان آسیاکاری دانه‌های ریزتر میتواند از ساختار سلولی به وجود آمده تشکیل گردد.

پس از آماده شدن نانو پودرهای کامپوزیتی از فرآیندهای فشردن، پرس‌گرم، پرس‌سرد، پرس ایزواستاتیک و زینترینگ در دماها و با شرایط متفاوت می‌توان برای رسیدن به قطعه حجیم استفاده نمود. در این تحقیق برای ساخت پودرهای کامپوزیتی Al-B_4C ابتدا پودر B_4Cبا اندازه دانه ۲۰ میکرون و پودرB_4C با اندازه دانه ۱۰ میکرون و ۵ میکرون در آسیاب سیاره ای با انرژی بالا تولید شد و پودرهایحاصل را با پودر آلومینیم مخلوط کرده و از یک آسیاب ماهواره‌ای با انرژی بالا جهت تولید کامپوزیت و در ادامه از روش پرس‌گرم به منظور دستیابی به قطعه حجیم استفاده شده است.

فصل دوم

مروری بر منابع

۲-۱-تعریف کامپوزیت

واژه کامپوزیت، از کلمه انگلیسی **compose** به معنای ترکیب‌کردن، ساختن و مخلوط‌کردن مشتق شده است که به آن مواد مرکب نیز گفته می‌شود. کامپوزیت‌ها از ترکیب و اختلاط چند ماده حاصل می‌شوند. در حقیقت منظور از کامپوزیت، ترکیب و اختلاط فیزیکی است نه شیمیایی، یعنی اینکه اجزائ تشکیل دهنده ماهیت شیمیایی و طبیعی خود را کاملاً حفظ می‌کنند. گر چه در بعضی کامپوزیت‌های پیشرفته، برای بهبود خواص، انجام اصلاحات شیمیایی جزیی سطحی در مورد مواد تشکیل‌دهنده الزامی است. معمولاً کامپوزیت‌ها دارای خصوصیاتی هستند که بر اجزائ سازنده ارجحیت دارند. یک کامپوزیت حتماً بایستی شامل موارد زیر باشد:

- کامپوزیت باید اختلاطی از حداقل دو ماده شیمیایی مجزا باشد که از نظر فیزیکی مشخص و از نظر مکانیکی نیز قابل تفکیک باشد.
- کامپوزیت بایستی به نحوی ساخته شده باشد که توزیع و مقدار هر یک از اجزا در دیگری قابل کنترل باشد و بتوان ماده‌ای با مقادیر مورد نیاز از هر دو جزئی بدست آورد.
- کامپوزیت‌ها بایستی دارای خواصی باشند که در هیچکدام از سازنده‌ها به تنهایی قابل دسترس نباشد، یعنی خواص کامپوزیت بایستی نسبت به سازنده‌ها برتر و بی نظیر باشد (حداقل در جنبه‌های مورد نظر). لذا با ساخت کامپوزیت در واقع خصوصیات مطلوب سازنده‌ها حفظ شده و خصوصیات نامطلوب هر یک به حداقل ممکن در کامپوزیت ظاهر می‌شود[۱].