دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده تحصیلات تکمیلی

سمینار برای دریافت درجه کارشناسی ارشد"M.Sc."

رشته مهندسی مواد، شناسایی و انتخاب مواد مهندسی

عنوان:

بررسی سطوح شکست کامپوزیت های زمینه فلزی

استاد راهنما:

نگارش:

فهرست مطالب

عنوان مطالب **شماره صفحه**

چکیده ۱

مقدمه ۲

فصل اول

مروری بر منابع ٤

۱-۱- کامپوزیت‌ها و انواع آن ٥

۱-۱-۱- کامپوزیت‌های زمینه پلیمری(PMCS) ٦

۱-۱-۲- کامپوزیت‌های زمینه سرامیکی(CMCS) ٦

۱-۱-۳- کامپوزیت‌های کربن-کربن(CCCS) ٦

۱-۱-٤- کامپوزیت‌ها با زمینه بین فلزی(IMCs) ۷

۱-۱-٥- کامپوزیت‌های زمینه فلزی(MMCs) ۷

۱-۲- انواع تقویت‌کننده‌ها و خواص آنها ۸

۱-۲-۱- تقویت کننده‌های پیوسته ۹

۱-۲-۲- تقویت‌کننده‌های ناپیوسته ۹

۱-۳- خواص آلومینیوم به عنوان فاز زمینه کامپوزیت ۱۰

۱-٤- دلایل استفاده از کامپوزیت‌های آلومینیوم و کاربرد آن ۱۱

۱-٥- روشهای تولید کامپوزیت‌های زمینه فلزی ۱۱

۱-٥-۱- روشهای حالت جامد ۱۲

۱-٥-۲- روشهای حالت مایع(ذوبی) ۱٥

۱-٦- مقایسه روش متالورژی پودر و ریخته‌گری ۱٦

۱-۷- تاثیر اندازه ذرات تقویت کننده در کامپوزیت ۱۷

۱-۸- توزیع یکنواخت ذرات تقوت کننده در پودر ۱۸

۹-۱- آسیاب کردن پودر ۱۸
۱۰-۱- دانسیته و تخلخل ۲۲
۱۱-۱- سختی در کامپوزیت‌های آلومینیوم ۲۲
۱۲-۱- تاثیر ذرات تقویت کننده بر نابجایی‌ها ۲٤
۱۳-۱- خواص حرارتی کامپوزیت ۲۵
۱٤-۱- بررسی اثر دما بر روی رفتار کامپوزیت آلومینیوم ۲۵
۱۵-۱- مدل رایس- جانسون ۲٦
۱٦-۱- اهمیت فصل مشترک ذرات و زمینه ۲۷
۱۷-۱- شکست کامپوزیت‌های آلومینیوم ۲۸
۱-۱۷-۱- کامپوزیت‌های سرد شده در حین انجماد ۲۸
۲-۱۷-۱- مکانیزم شکست کامپوزیت ۲۹
۳-۱۷-۱- سطوح شکست کامپوزیت‌های آلومینیوم ۳۰
۱۸-۱- آنالیز ترک در کامپوزیت ۳۵
۱-۱۸-۱- شبیه سازی ترک در کامپوزیت‌ها ۳٦
۱۹-۱- تاثیر ذرات تقویت کننده بر استحکام کامپوزیت‌های آلومینیوم ۳۸

نتیجه‌گیری ٤۲
پیشنهادها ٤۳

مرجع‌ها ٤٤

فهرست جداول

عنوان مطالب **شماره صفحه**

جدول ۱-۱: برخی از خصوصیات آلومینیوم خالص ۱۱
جدول ۲-۱: خصوصیات کامپوزیت‌های آلومینیومی تقویت شده با ذرات ۲٤
جدول ۳-۱: نتایج محاسبات و پارامترهای اندازگیری شده از SEM ۲٦
جدول ٤-۱: استحکام شکست کامپوزیت $Al-SiO_2$ برای درصدهای مختلف ذرات ۲۹

فهرست شکل‌ها

عنوان مطالب **شماره صفحه**

شکل ۱-۱: تغییرات میکروسکوپی در هنگام سینترینگ ۱٤
شکل ۲-۱: تصویر SEM و ارزیابی پودر میکرو کامپوزیت Al-SiC ۲۰
شکل ۳-۱: تصویر SEM و تغییرات در مورفولوژی پودر نانو کامپوزیت Al-SiC ۲۱
شکل ٤-۱: سختی کامپوزیت آلومینیومی A-۲۱۲٤ تقویت شده با ذرات ۲۳
شکل ٥-۱: تصویر SEM از نانو ساختار شکست کامپوزیت آلومینیوم در دمای اتاق ۲۷
شکل ٦-۱: تصویر SEM از سطح شکست آلیاژ آلومینیوم ۳۰
شکل ۷-۱: تصویر SEM از سطح شکست کامپوزیت با ٪۹ حجمی ذرات SiC ۳۰
شکل ۸-۱: سطح شکست از آلیاژ تقویت نشده ٦۰٦۱Al و کامپوزیت
٦۰٦۱Al-۱٥Vol.%SiC، آزمایش شده در دمای ٦۲۳K ۳۱
شکل ۹-۱: سطح شکست نشان دهنده ذرات کلیواژ و پیوند بین ذره‌ای قوی در Al-۸٪SiC ۳۲
شکل ۱۰-۱: تصویر یک ذره ناپیوسته در سطح شسکت Al-۱۸٪SiC ۳۲
شکل ۱۱-۱: تصویرSEM از سطح شکست آلیاژ تقویت نشده ۸۰۹۰Al ۳۳
شکل ۱۲-۱: مشاهده شکل‌گیری فضاهای خالی در کامپوزیت Al_2O_3 ٪۲۰-Al٦۰٦۱
توسط مکانیزم گسستگی فصل مشترک ذرات و زمینه در سطح شکست ۳۳
شکل ۱۳-۱: سطح شکست کششی از آلیاژ آلومینیوم A-۲۱۲٤، کامپوزیت تقویت
شده با ذرات BN و کامپوزیت تقویت شده با ذرات Al_2O_3 ..... ۳٥
شکل ۱٤-۱: شبیه سازی رشد ترک بدون شکست ذرات ۳۷
شکل ۱٥-۱: شبیه سازی رشد ترک با شکست ذرات ۳۷
شکل ۱٦-۱: نسبت استحکام به کسر حجمی ذرات SiC در کامپوزیت‌های آلومینیومی ۳۹
شکل ۱۷-۱: نمودار تنش فشاری کامپوزیت آلومینیوم A-۲۱۲٤ تقویت شده با ذرات BN ٤۱

چکیده

نیاز به قابلیت مواد جدید برای پاسخگوئی به نیـاز مهندسـی دقیـق و حـساس منجـر بـه توسـعه کامپوزیت‌های زمینه فلزی در کاربردهای صنعتی گشته است.

کامپوزیت‌های آلومینیومی تقویت شده با ذرات، به عنوان یک ماده مهندسی مهـم کـه کاربردهـای عمده‌ای در صنعت دارند مورد توجه قرار گرفته‌اند. علت جلب توجه این مـواد مربـوط بـه خـواص مطلوب آنها شامل دانسیته پایین، استحکام بالا، مقاومت سایشی و مقاومت خـستگی بـالا مـی‌باشـد. کامپوزیت‌های آلومینیوم به دلیل خواص استحکامی و مقاومت سایشی بالای خود کاربردهای زیـادی در صنایع نظامی، هوا فضا و غیره دارند. ریخته‌گری و متالورژی پـودر دو روش اصـلی بـرای تولیـد کامپوزیت‌های زمینه آلومینیوم می‌باشند، که روش متالورژی پودر نسبت به ریخته‌گری پیچیده‌تر بوده اما سطح تماس بهتری بین ذرات و زمینه کامپوزیت را فراهم می‌آورد. یکی از مهم‌ترین مزایـای ایـن روش در مقایسه با روش‌های ذوبی این است که درجه حرارت فرآیند در این روش پایین‌تر است، به همین دلیل از برهم کنش بین فـاز زمینـه و تقویـت کننـده و ایجـاد فازهـای ناخواسـته ناشـی از آن جلوگیری می‌شود.

کلمات کلیدی: کامپوزیت زمینه فلزی؛ آلومینیم؛ متالورژی پودر.

مقدمه

نانو ذرات سرامیکی و مواد فلزی، هر دو شامل خصوصیات منحصر به فرد و متفاوت با یکدیگر هستند. به‌خاطر اندازه دانه‌ها در مقیاس نانو، نانو ذرات سرامیکی عموما دارای تنش‌های تسلیم بالا هستند که با رابطه هال-پچ (Hall-Petch) نیز پیش بینی شده است، با اینکه ممکن است این رابطه در اندازه دانه‌های بسیار ریز بدلیل تغییرات در شکل و میزان شکل پذیری این دانه‌های بسیار ریز صادق نباشد. گزارش شده است که کامپوزیت‌های زمینه فلزی دارای خصوصیات فیزیکی و مکانیکی جالب توجهی هستند، مانند مقاومت خستگی خوب در سیکل‌های زیاد، مدول ویژه بالا، و پایداری حرارتی زیاد. در میان کامپوزیت‌های زمینه فلزی، کامپوزیت‌های تقویت شده با ذرات، به‌دلیل تولید آسان، هزینه‌های پایین و خصوصیات ایزوتروپیک، از توجه ویژه‌ای برخوردار هستند. درسال‌های اخیر استفاده از کامپوزیت‌های زمینه فلزی تقویت شده با ذرات سرامیکی بسیار افزایش یافته است.

ترکیب دو ویژگی خاص مواد فلزی و نانو ذرات سرامیکی به صورت کامپوزیت‌های زمینه فلزی با نانو ذرات تقویت کننده در ساختار، پتانسیل به‌وجود آوردن مجموعه‌ای از خصوصیات را دارد که، امکان دست‌یابی به این خصوصیات توسط مواد و ساختارهای مرسوم وجود ندارد.

کامپوزیت‌های زمینه فلزی آلومینیوم یک دسته مجزا از مواد مهندسی پیشرفته را در مقابل آلیاژهای مرسوم آلومینیوم به‌وجود آورده‌اند. با گسترش متدهای نوین شکل‌دهی و ساخت و استفاده از مواد و ذرات تقویت کننده کم هزینه، استفاده از این کامپوزیت‌ها در صنایع گوناگون بصورت گسترده‌ای رو به افزایش است. از میان کامپوزیت‌های زمینه های فلزی، زمینه آلومینیومی بعلت داشتن چگالی پایین، استحکام ویژه و چقرمگی بالا بعنوان فاز زمینه کاربرد زیادی دارد. Al در مقابل آهن دارای چگالی پایین، قابلیت هدایت گرما و الکتریسیته و نسبت استحکام به وزن بالاتر می‌باشد. از طرف دیگر Al

در مقایسه با دیگر آلیاژها و فلزاتی چون Mg و یا Ti که دارای چگالی پایین هستند ارزان‌تر می‌باشد. از جمله دیگر خواص برجسته Al مقاومت به خوردگی بالای آن در محیط می‌باشد. کامپوزیت‌های زمینه فلزی آلومینیوم از یک توزیع یکنواخت ذرات تقویت کننده در زمینه آلومینیومی تشکیل شده‌اند و خصوصیات پایه‌ای آن‌ها می‌توانند توسط نوع، سایز، شکل و مقدار ذرات کنترل گردند.

آلیاژهای آلومینیوم بدلیل نسبت بالای استحکام به وزن، جایگاه گسترده‌ای در صنعت مهندسی حمل و نقل پیدا کرده‌اند. مشکل مقاومت به سایش نسبتا پایین آلیاژهای آلومینیوم با بکارگیری کامپوزیت‌های زمینه فلزی آلومینیوم، بخصوص در کاربردهای متالورژی سطوح می‌تواند مرتفع شود. یکی از بزرگترین سوالات صنعت حمل و نقل این است که چه موادی استفاده شود تا وزن شدیدا کاهش یافته و در نتیجه در مصرف سوخت صرفه جویی شود. کامپوزیت‌های آلومینیومی بسیار مستعد هستند تا جایگزین دیگر مواد گران قیمت در بسیاری از کاربردهای عمده مهندسی شوند. نیاز به امنیت و قابلیت اطمینان همواره رو به افزایش است و بنابراین خصوصیات مکانیکی نسبت به هر زمان دیگر بسیار اهمیت پیدا کرده است. مسلما خودروهای آینده مجموعه‌ای از مخلوط مواد خواهند بود که بزرگترین کاندیدای آن کامپوزیت‌های زمینه فلزی آلومینیوم است.

بخش زیادی از تحقیقاتی که در سال‌های اخیر بر روی کامپوزیت‌های زمینه فلزی صورت گرفته، در زمینه توسعه کامپوزیت‌های زمینه آلومینیومی بوده است. کامپوزیت Al-nano MgO به عنوان یکی از جدیدترین کامپوزیت‌هایی که هنوز پژوهش‌های خیلی اندکی بر روی آن صورت گرفته، مورد توجه قرار گرفته است.