

تولید و بررسی خواص ریز ساختاری نانو کامپوزیت آلومینیوم/نانو کاربید بور تولید شده با فرآیند اصطکاکی – اغتشاشی

مهدی زادپرور کارشناس ارشد مهندسی مکانیک، غلامحسین خلف، دکترای مهندسی مکانیک (استادیار)

۱- دانشکده مهندسی مکانیک- دانشگاه آزاد شیراز- ایران

۲- دانشکده مهندسی مکانیک- دانشگاه آزاد شیراز- ایران

Mehdizad22@yahoo.com

چکیده

استفاده از کامپوزیت های زمینه فلزی تقویت شده به دلیل خواص آن مانند استحکام مخصوص بالا، سختی بالا و مقاومت در برابر سایش خوب در حال افزایش است. فرآیند اصطکاکی اغتشاشی یک روش حالت جامد است که می توان از آن برای ایجاد کامپوزیت های سطحی استفاده کرد. در تحقیق حاضر لایه کامپوزیت سطحی با استفاده از ذرات نانو کاربید بور ایجاد شد و امکان پراکندگی ذرات تقویت کننده نانو کاربید بور در کامپوزیت زمینه فلزی آلومینیوم، با موفقیت مورد بررسی قرار گرفت. نمونه ها در معرض تعداد پاس های گوناگون فرآیند اصطکاکی اغتشاشی از یک تا چهار پاس قرار گرفتند. مشاهده ریز ساختاری با میکروسکپ الکترونی روبشی و میکروسکپ نوری از سطح بهسازی شده انجام گرفت. نتایج نشان داد که فرآیند اصطکاکی اغتشاشی باعث کاهش اندازه دانه ها و توزیع یکنواخت ذرات در داخل زمینه آلومینیوم گردید.

واژه های کلیدی: فرآیند اصطکاکی اغتشاشی، آلیاژ آلومینیوم، نانو کاربید بور، خواص ریز ساختاری

نام نویسنده مسئول: مهدی زادپرور

نشانی: شیراز بلوار مدرس کوچه ۲ پلاک ۲۴

۱- مقدمه

فرآیند از جنس کاربید تنگستن انتخاب شد. شکل هندسی ابزار شامل شانه به قطر ۲۰ میلی‌متر و پین به قطر ۵ میلی‌متر و ارتفاع ۳ میلی‌متر که بصورت استوانه‌ای با طول ۱۵۰ میلی‌متر انتخاب شد. زاویه بین ابزار و قطعه کار به منظور پیشروی پیشروی راحت تر ابزار و کاهش پلیسه ۳ درجه انتخاب شد. فرآیند اصطکاکی اغتشاشی توسط دستگاه فرز عمودی با قدرت ۴/۴ کیلو وات و اعمال سرعت پیشروی (16 mm/min) و سرعت چرخشی (1250 rev/min) برای چهار نمونه شامل تک پاسه بدون پودر، تک پاسه با پودر، دو پاسه با پودر و چهار پاسه با پودر اعمال شد. همچنین به منظور جلوگیری از پراکندگی ذرات در زمان انجام عملیات، از یک ابزار بدون استوانه‌ای بدون پین به قطر ۱۸ میلی‌متر و طول ۱۰۰ میلی‌متر از جنس فولاد تند بر (HSS)، با سختی 64HRC استفاده شد. پارامترهای اعمالی برای پوشاندن سطح شامل سرعت پیشروی (8 mm/min) و سرعت چرخشی (800 rev/min) بود. لازم به ذکر است برای تهیه نمونه دو و چهار پاسه، با اعمال دو و چهار پاس متوالی بر روی شیار قطعه کارها تهیه شدند. پراکندگی ذرات و تاثیر تعداد پاس‌ها بر روی پراکندگی پس از سنباده زنی و پولیش و عملیات مانیتینگ به وسیله میکروسکپ الکترونی روبشی (SEM) و متالوگرافی نوری بررسی شد.

۳- بحث و تحلیل نتایج

نتایج آزمون متالوگرافی نشان داد که منطقه اصطکاکی اغتشاشی تقریباً دارای عرض و عمق به اندازه پین بوده و ذرات کاربید بور در ابعاد میکرون در ناحیه‌ای که تحت عملیات قرار گرفتند پراکنده شده‌اند. شکل‌های ۱، ۲، ۳، ۴، تصاویر مربوط به متالوگرافی نمونه‌ها را نشان می‌دهد.

فرآیند اصطکاکی اغتشاشی، یک روش حالت جامد است که بر اساس روش جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی بنا شده است و در آن از ابزار جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی که بصورت یک ابزار استوانه‌ای در حال چرخش است و شامل یک پین و شانه است استفاده می‌شود. پین ابزار دو کار اصلی زیر را انجام می‌دهد: ۱- گرم کردن قطعه به وسیله اصطکاک ۲- حرکت دادن مواد به منظور اتصال.

فرآیند اصطکاکی اغتشاشی به عنوان روشی برای بهینه کردن ریز ساختار آلیاژهای ریخته‌گری، همگن کردن آلیاژهای تولید شده توسط متالورژی پودر، بهینه کردن ریز ساختار کامپوزیت‌های زمینه فلزی و اخیراً هم بمنظور ایجاد کامپوزیت‌های سطحی مورد استفاده قرار گرفته است. پودر استفاده شده در این تحقیق نانو کاربید بور بوده که به دلیل چگالی پایین (حدوداً $2/5 \text{ gr/cm}^3$) و دمای ذوب ۲/۷ درجه سلسیوس به عنوان ماده تقویت کننده کامپوزیت‌های زمینه فلزی، پلیمری و سرامیکی بکار می‌رود.

۲- مواد و روش آزمایش

در تحقیق حاضر از آلیاژ Al ۶۰۶۱ استفاده شد که برای این تحقیق از ورقه اصلی قطعاتی با ابعاد (۲۰×۷۰) میلی‌متر و ضخامت ۵ میلی‌متر با کمک برش لیزر (جهت جلوگیری از اعوجاج و لبه دار شدن) تهیه گردید. برای ایجاد کامپوزیت سطحی از ذرات نانو کاربید بور استفاده شد که برای این منظور شیاری به عمق ۲ میلی‌متر و عرض ۱ میلی‌متر بر روی سطح قطعات ایجاد شد. ابزار مورد استفاده برای انجام

که اجرای پاس‌های بیشتر، باعث کم شدن شکاف‌های بین فصل مشترک لایه‌های فرآوری شده است.

دهد. شکل ۱ مربوط به فلز پایه است، شکل ۲ مربوط به انجام فرآیند پس از یک پاس FSP را نشان می‌دهد که مناطق تیره نشان دهنده ذرات کاربید بور است که بصورت آگلومره تجمع پیدا کرده است. و اشکال ۳، ۴ مربوط به دو پاس و چهار پاسه است.

۵- مراجع

[۱] Weiqiang Guo, Long Wan, Shixiong Lv, Tianho Wang, Yengxian Huang/ Microstructure of AZ31 Mg/SiCp surface composite fabricated by Direct Friction Stir Processing/ Materials and Design 59 (2014) 274–278

[۲] Saeid Shahraki, Sami Khorasani, Reza Abdi Behnagh, & Hosein Bisad/ Producing of AA5083/ZrO₂ Nanocomposite by (FSP)/ 2013/ Metall and Materi Trans BDOI 10.1007/s11663

[۳] Tomotake Hirata, Tsutomu Tanaka, Yorinobu Takigawa and Kenji Higashi/ Relationship between deformation behavior and microstructural evolution of friction stir processed Zn–22 wt.% Al alloy/ Scripta Materialia 56 (2007) 477–480

[۴] Zarghani AS. Bozorg SFK. Hanzaki AZ. 2011. Wear assessment of Al/Al₂O₃ nano-composite surface layer produced using friction stir processing. wear, 270:403-412.

[۵] ربیعی زاده، افسری، محمدی. تولید و بررسی خواص نانو کامپوزیت سطحی آلومینیوم / نانو لوله کربنی (Al-CNT) تولید شده به وسیله فرآیند اصطحاکای اغتشاشی

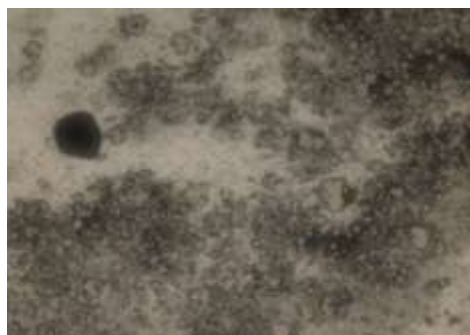
در اشکال تصاویر میکروسکپ الکترونی روبشی (شکل‌های ۵، ۶، ۷) از سطح مقطع نانو کامپوزیت‌های سطحی آلومینیوم کاربید بور تولید شده به وسیله فرآیند اصطحاکای اغتشاشی در پاس‌های مختلف ارائه شده است. با مشاهده تصاویر بدست آمده از میکروسکپ الکترونی روبشی (SEM)، توزیع ذرات نانو در داخل فلز پایه دیده شد. همانطوری که در تصاویر SEM مشاهده می‌شود، زمینه که آلیاژ آلومینیوم می‌باشد و دارای میانگین عدد اتمی بالاتری نسبت به B₄C می‌باشد روشن تر دیده می‌شود و ذرات پراکنده شده در آلیاژ که تیره ترند، نانو کاربید بور می‌باشد. همچنین با مقایسه شکل هانچوه توزیع نانو کاربید بور را می‌توان بررسی کرد. در نمونه تک پاسه توزیع نانو ذرات بیشتر بصورت تجمعی می‌باشد که عمدتاً در محل، نا پیوستگی و شکاف‌های در فصل مشترک بعضی از لایه‌های اختلاط، گیر افتاده بودند که حاصل اغتشاش کمتر و اختلاط میکانیکی ضعیف تر نانو کاربید بور با فلز پایه در تعداد پاس‌های کمتر می‌باشند. در تصویر مربوط به نمونه فرآوری شده با چهار پاس همراه با پودر نانو می‌باشد، توزیع نانو ذرات کاربید بور بطور یکنواخت تری می‌باشد که این ناشی از انجام فرآوری با تعداد پاس‌های بیشتر می‌باشد



شکل ۲- متالوگرافی از قطعه تک پاسه



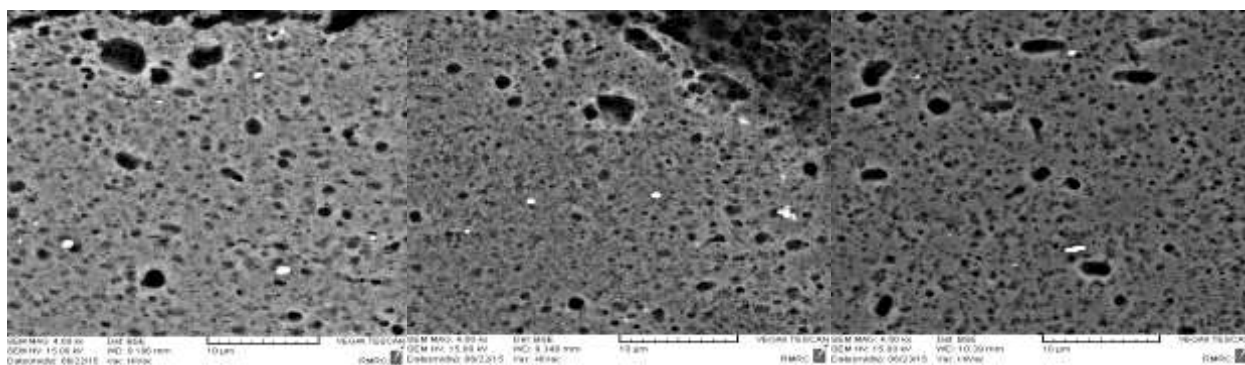
شکل ۱- متالوگرافی از فلز پایه



شکل ۴- متالوگرافی از قطعه چهار پاسه



شکل ۳- متالوگرافی از قطعه دو پاسه



شکل ۷- تصویر SEM از قطعه چهار پاسه شکل ۶- تصویر SEM از قطعه دو پاسه شکل ۵- تصویر SEM از قطعه یک پاسه