The 12th
International Conference on
Materials and Metallurgical Engineering
28 and 29 November 2023, Tehran

دوازدهمین
کنفرانس بین‌المللی
مهندسی مواد و متالورژی ایران
۷ و ۸ آذر ماه ۱۴۰۲/ تهران

بررسی اثر عملیات حرارتی T6 بر ساختار و خواص مکانیکی فوم‌های آلومینیوم آلیاژی ۷۰۷۵

اکرم صالحی[۱]، علیرضا کیانی رشید[۲،*]، مسعود گلستانی پور[۳،*]

۱- دانشجوی دکتری مهندسی مواد، دانشگاه فردوسی مشهد.
۲- استاد گروه مهندسی مواد، دانشگاه فردوسی مشهد.
۳- استادیار گروه پژوهشی مهندسی مواد، سازمان جهاد دانشگاهی خراسان رضوی.
kianirashid@um.ac.ir, golestanipour@acecr.ac.ir

چکیده

در این تحقیق تأثیر عملیات حرارتی T6 بر رفتار مکانیکی و ریزساختاری فوم های آلومینیومی ۷۰۷۵ بررسی شد. روش های مختلفی برای تولید فوم های فلزی وجود دارد که در این میان روش ریخته‌گری دقیق این امکان را فراهم می‌کند که ساختارهای فومی سلول باز و پیچیده را بتوان تولید نمود. در تحقیق حاضر از روش ریخته‌گری دقیق تحت خلا برای تولید فوم های آلومینیومی سلول باز کمک گرفته شد. فوم های آلومینیومی با درصد تخلخل‌های ۹۰٪، ۸۱٪ و ۶۲٪ تولید شدند و ریزساختار و خواص مکانیکی آن ها مورد بررسی قرار گرفت. بررسی های انجام شده توسط SEM نشان از حضور فازهای ثانویه و پراکنده پس از انجام عملیات حرارتی T6 دارد. بررسی های مکانیکی نیز نشان داد که با کاهش درصد تخلخل، استحکام مکانیکی افزایش خواهد یافت به طوریکه با کاهش ۱۸٪ تخلخل، استحکام فشاری در نمونه‌های عملیات حرارتی نشده ۴۸٪ و در نمونه‌های T6، ۲۲۲٪ افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: عملیات حرارتی T6، فوم آلومینیومی ۷۰۷۵، SEM، بررسی های مکانیکی

۱- مقدمه

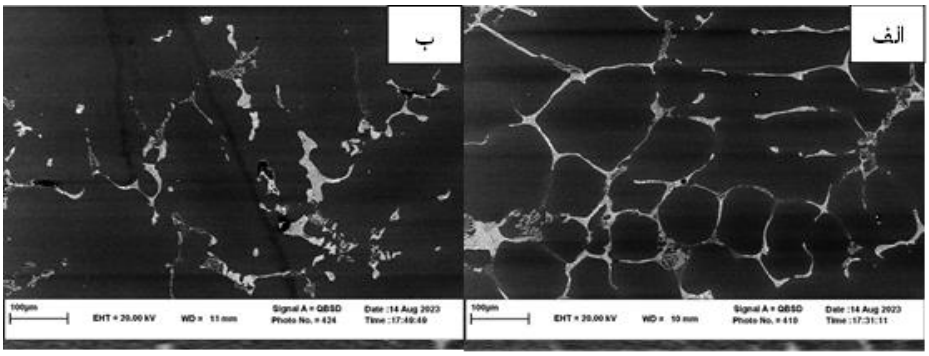
فوم‌های فلزی به دو دسته فوم‌های سلول باز و سلول بسته تقسیم می‌شوند. تولید قطعات فومی به روش‌های مختلفی امکان‌پذیر است. این روش‌ها شامل روش‌های ذوبی و غیر ذوبی می‌شد که در این میان، تولید فوم به روش ذوبی جایگاه مطلوبی نسبت به سایر روش‌ها دارد. با تقویت خواص فیزیکی و مکانیکی فوم‌های فلزی، می‌توان دامنه کاربردی آن‌ها را به طور وسیعی افزایش داد. از جمله کاربردهای فوم‌های فلزی می‌توان به استفاده از آن‌ها در صنایع نظامی، هوافضا، نفت و گاز، خودروسازی، حمل و نقل و پتروشیمی اشاره کرد. هدف از این مقاله، دستیابی به دانش فنی تولید فوم‌های فلزی سلول باز بر پایه آلومینیوم آلیاژی ۷۰۷۵ می‌باشد. آلیاژ مورد استفاده یکی از پرکاربردترین آلیاژهای آلومینیومی مورد استفاده در صنعت هوافضا می‌باشد که دلیل آن هم دارا بودن ویژگی‌هایی همچون استحکام و سختی بالا در کنار وزن سبک و قابلیت انجام عملیات حرارتی می‌باشد.

۲- روش پژوهش

در تحقیق حاضر نمونه‌های فوم آلومینیومی با درصد تخلخل‌های ۹۰٪، ۸۱٪ و ۶۲٪ با روش ریخته گری دقیق تولید شدند. نمونه‌ها به دو دسته مختلف نمونه خام و نمونه عملیات حرارتی شده تقسیم می شوند. برای انجام عملیات حرارتی T6، ابتدا نمونه‌ها در دمای ۴۸۰°C به مدت ۱ ساعت آنیل و سپس در دمای ۱۲۰°C به مدت ۲۴ ساعت پیرسازی شدند. هر دو گروه نمونه‌ها تحت بررسی های خواص مکانیکی و ریزساختاری (توسط میکروسکوپ SEM) قرار گرفتند.

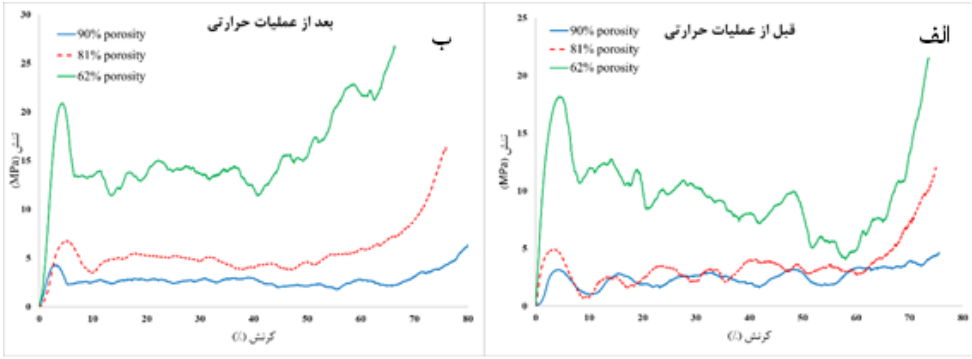
۳- نتایج، بحث و نتیجه گیری

بررسی‌های SEM نشان داد که با انجام عملیات حرارتی T6 رسوبات از حالت پیوسته به ناپیوسته و پراکنده در زمینه تبدیل می‌شوند که باعث مستحکم‌تر شدن آلیاژ می‌شوند. این اتفاق ناشی از عملیات پیرسازی در حین عملیات حرارتی T6 می‌باشد. در تحقیقات گذشته نشان داده شده است که این رسوبات عموما از نوع η و با ترکیب غنی از آلومینیوم می باشند [۱-۲].



شکل ۱. تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی :الف) نمونه قبل از عملیات حرارتی، ب) نمونه عملیات حرارتی شده T6.

تمامی نمونه‌ها (قبل و بعد از عملیات T6 و در درصدهای مختلف) طبق استاندارد ISO ۱۳۳۱۴ تحت آزمون فشار قرار گرفتند (شکل ۱). همان طور که دیده می‌شود و در تحقیقات پیشین نیز بررسی شده است، آلیاژهای عملیات حرارتی شده T6، استحکام تسلیم بیشتری نسبت به آلیاژهای ریخته‌گری شده دارند، زیرا فازهای ثانویه رسوب کرده در زمینه، در برابر حرکت نابجایی‌ها مقاومت خواهند کرد که منجربه افزایش استحکام در آن نمونه‌ها خواهد شد. در نمونه‌های تست شده در پژوهش حاضر نیز دیده می‌شود که تمام نمونه‌ها بعد از عملیات حرارتی، نه تنها افزایش استحکام داشته‌اند بلکه رفتار آن‌ها در هر سه درصد تخلخل، تردی کمتری را نشان می‌دهد (نوسانت کمتری در منحنی‌ها دیده می‌شود). [۳-۴]



شکل ۲. نتایج حاصل از بررسی های آزمون فشار: لف) نمونه‌های قبل از عملیات حرارتی، ب) نمونه‌های بعد از عملیات حرارتی T6.

۴- مراجع

1. Zhang, Peng-Xiang, et al. "Effect of T6 heat treatment on microstructure and hardness of nanosized Al2O3 reinforced 7075 aluminum matrix composites." Metals 9.1 (2019): 44.
2. Kumar, DV Ravi, V. Ravi Kumar, and CR Prakash Rao. "Influence of T6-heat treatment on mechanical properties of Al7075 alloy reinforced with Cenosphere." Materials Today: Proceedings 5.11 (2018): 25036-25044.
3. Campana, Francesca, and Daniela Pilone. "Effect of heat treatments on the mechanical behaviour of aluminium alloy foams." Scripta Materialia 60.8 (2009): 679-682.
4. Bolat, Çağın, Gökhan Bilge, and Ali Gökşenli. "An investigation on the effect of heat treatment on the compression behavior of aluminum matrix syntactic foam fabricated by sandwich infiltration casting." Materials Research 24 (2021): e20200381.