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

Mat 2023

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

بررسی خواص ریزساختاری، مکانیکی و خستگی حرارتی پوشش‌های عایق حرارتی گرادیانی مولایت به روش APS بر روی آلیاژ آلومینیم

معصومه بندار[۱] ، مهتاب سروش مقدم[۲]، دکتر سید عبدالکریم سجادی[۳]

۱- کارشناسی ارشد مهندسی مواد و متالورژی.
۲- کارشناسی ارشد مهندسی مواد و متالورژی.
۳- استاد دانشگاه فردوسی مشهد.
nazanin.bondar1997@gmail.com

چکیده

هدف از این پژوهش، مطالعه ریزساختار، خواص مکانیکی و خستگی حرارتی پوشش‌های عایق حرارتی دو لایه و گرادیانی می‌باشد. در همین راستا، با استفاده از روش پاشش حرارتی پلاسمایی، مولایت به صورت دو لایه با ضخامت ۲۰۰ و ۳۰۰ میکرون و گرادیانی سه‌لایه و پنج‌لایه روی آلیاژ آلومینیم اعمال شد و از آلیاژ NiCrAlY، به عنوان لایه‌ی میانی استفاده شد. در نهایت، ریزساختار پوشش‌ها توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی(FE-SEM) بررسی شد. برای بررسی مقاومت اکسیداسیون پوشش‌ها، نمونه‌ها در درجه حرارت $^{\circ}C$ ۳۰۰ برای مدت ۵۰ و ۱۰۰ ساعت در کوره قرار گرفتند. سپس، آنالیز خستگی حرارتی به صورت سیکل‌های ۳۰ دقیقه‌ای در دمای ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. علاوه بر این، میکروسختی‌سنجی انجام شد. نتایج نشان داد که پوشش‌های گرادیانی پنج‌لایه دارای بیش‌ترین مقدار میکروسختی به مقدار ۵۰۲ ویکرز می‌باشند. پس از انجام اکسیداسیون و خستگی حرارتی، در پوشش‌های گرادیانی نسبت به دو لایه، هیچ‌گونه جدایش رخ نداده‌است.

کلمات کلیدی: پوشش‌های عایق حرارتی، مولایت، آلومینیم، ریزساختار، پلاسما اسپری.

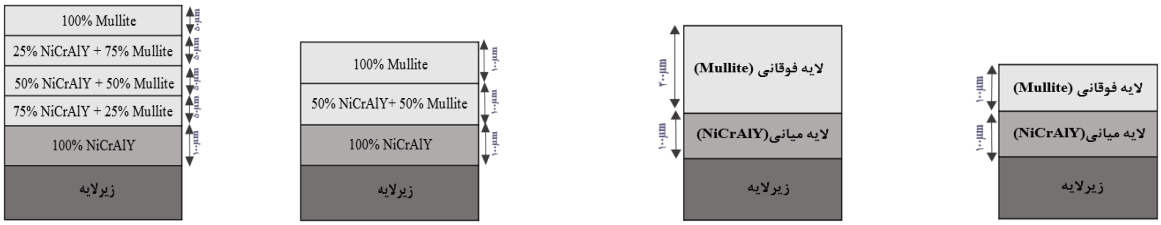
۱-مقدمه

به دلیل نیاز صنایع به پوشش‌هایی که پایداری دمایی بالایی داشته باشند و از طرفی عایق حرارتی نیز باشند و از قطعات حفاظت بیش‌تری به عمل آورند، تحقیقات بسیاری از پژوهشگران روی پوشش‌های سرامیکی متمرکز شده‌است. همچنین، امروزه بالا رفتن هزینه‌های تولید در صنعت، شرایطی را به وجود آورده‌است که تلاش و همت پژوهشگران و صنعت‌گران را در تمامی زمینه‌ها، به سمت تولید و پیشرفت محصولاتی با خواص خاص‌تر و مقرون به صرفه‌تر و در مقابل، دارای عمر بالاتر هدایت می‌کند. اجزای موتورهای درون‌سوز، به طور کلی توسط فولاد و آلومینیم تولید می‌شوند و مداومت عمر این قطعات، بستگی به خواص پوشش اعمال‌شده روی آن‌ها در شرایط دشوار دمایی کار توربین دارد [۱]. پوشش مورد نظر باید دارای خصوصیاتی همچون: نقطه ذوب بالا، عدم تغییر فاز با افزایش دما تا رسیدن به دمای کاری، هدایت حرارتی کم، بی اثر از نظر شیمیایی، ضریب انبساط حرارتی نزدیک به جنس زیر لایه، چسبندگی مناسب پوشش به زیرلایه، چگالی کم و مقاومت در برابر شوک حرارتی خوب، باشد [۲]. علاوه بر تحقیقات صورت‌گرفته در سال‌های اخیر درباره‌ی کاربرد پوشش‌های عایق حرارتی در توربین‌ها و به ویژه در موتور های دیزلی، مشخص شده‌است که استفاده از پوشش‌های سد حرارتی منجر به بازیابی ۲۰ درصد انرژی حرارتی تولیدی و بهبود عملکرد موتور شود [۳]. هدف از اعمال پوشش به صورت گرادیانی، از بین بردن مرزهای میکروسکوپی موجود در مواد است. هدف از پروژه حاضر، بررسی پوشش‌های عایق حرارتی دو لایه و گرادیانی می‌باشد. نوآوری

این پروژه، فقدان گزارش مبنی بر اعمال پوشش‌های عایق حرارتی گرادیانی مولایت بر روی بستر آلومینیم و بررسی خواص ریزساختاری، مکانیکی و خستگی حرارتی آن‌ها می‌باشد.

۲-روش پژوهش

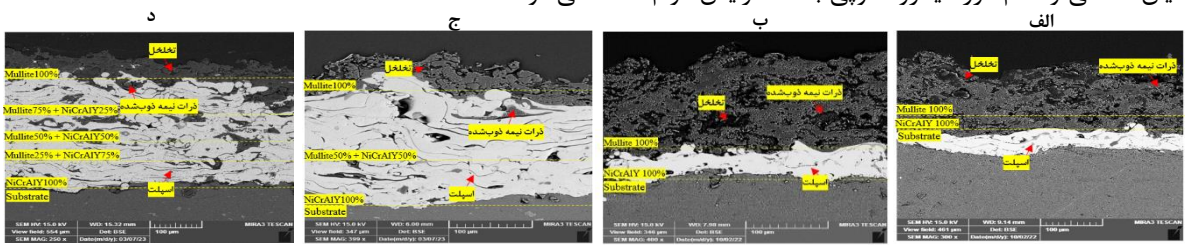
هدف از این بخش، تشریح زیرلایه و پودر های اولیه مورد استفاده، روش پوشش‌دهی و اقدامات لازمه انجام‌گرفته قبل از انجام هر تست می‌باشد. زیرلایه مورد استفاده از جنس آلیاژ آلومینیم ۵۰۸۳ با ضخامت ۵ میلی متر انتخاب شد. در این پژوهش، جهت اعمال پوشش از روش پاشش پلاسمای اتمسفری (APS) استفاده شده‌است که شامل لایه میانی از جنس آلیاژ NiCrAlY و لایه سرامیکی از جنس مولایت است. شماتیک پوشش‌های اعمال‌شده در شکل ۱ قابل مشاهده است. همچنین پارامترهای اعمال پوشش NiCrAlY و پوشش مولایت برای تمام نمونه‌ها یکسان در نظر گرفته‌شده‌است



شکل ۱- شماتیک پوشش‌های اعمال‌شده به روش APS. (الف) پوشش دو لایه با ضخامت کلی ۲۰۰ میکرون، (ب) پوشش دو لایه با ضخامت کلی ۳۰۰ میکرون، (ج) پوشش گرادیانی سه‌لایه و (د) پوشش گرادیانی پنج‌لایه

۳-نتایج، بحث و نتیجه گیری

۳-۱- بررسی ریزساختار پوشش اعمال‌شده: همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، در پوشش‌های دولایه، مرز بین لایه‌ها مشخص است و تخلخل در پوشش سرامیکی مولایت بیش‌تر از لایه میانی است. در پوشش‌های گرادیانی وجود این گرادیان غلظتی و عدم مرز میکروسکوپی باعث افزایش دوام قطعه می‌شود.



شکل ۵-تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی پوشش‌های (الف) دولایه با ضخامت ۲۰۰ میکرون، (ب) دولایه با ضخامت ۳۰۰ میکرون، (ج) گرادیانی سه‌لایه و (د) گرادیانی پنج‌لایه.

مراجع

1- MSF. Zaini, AMI. Mamat, JB. Saedon and MS. Adenan, "Thermal barrier coating (TBC) of 8 yttria stabilized zirconia and mullite on medium carbon steel," J. Mech. Eng 9, 2020.

2- XQ. Cao, R. Vassen, D. Stöver, "Ceramic materials for thermal barrier coatings," Journal of the European Ceramic Society 24 (1), 2004.

3- M. A. Fernández-Pereira, "Effects of synthesis parameters on the morphology and crystallinity of mullite powders," Journal of the European Ceramic Society, 2006.