دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی مواد

دفاع از پایان نامه ارشد-گرایش شناسایی و انتخاب مواد

تولید و مشخصه یابی پوشش‌های TBC ضخیم با ترک‌های عمودی

ارائه دهنده : فائزه گنجوی

تاریخ و زمان: سه شنبه ۱۴۰۳/۰۴/۱۲، ساعت: ۱۳ **مکان:** سالن سمینار دانشکده مهندسی مواد

اعضای کمیته داوری

استاد راهنما: دکتر حمیدرضا سلیمی جزی

اساتید داور: دکتر علی اشرفی- دکتر رحمت الله عمادی

چکیده

پوشش‌های سد حرارتی شامل یک پوشش چندلایه است که بالاترین لایه عایق حرارتی است و از یک سرامیک با رسانایی حرارتی کم، معمولاً زیرکونیا پایدار شده با ایتریا تشکیل شده است. این لایه، روی یک سوپرآلیاژ رسوب داده می‌شود.برای بهبود مقاومت اکسیداسیون سوپرآلیاژ با پوشش سد حرارتی، یک پوشش پیوندی فلزی بین پوشش سرامیکی بالایی و زیرلایه سوپرآلیاژی رسوب داده می‌شود. هنگامی که دما بالاتر از ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌رود، اکسیداسیون پوشش پیوندی فلزی اجتناب ناپذیر است و لایه اکسید حرارتی رشد یافته را شکل می‌دهد. به‌طور معمول رسوب پوشش بالایی، به‌روش رسوب فیزیکی بخار یا پاشش پلاسمایی در هوا انجام می‌گردد. در پوشش‌های سد حرارتی که به روش پاشش پلاسمایی در هوا تولید می‌گردد؛ وجود حفرات و ترک‌ها در ساختار لایه فوقانی جزء مشخصه‌های اصلی این پوشش‌ها است. وجود ترک‌های عمودی در لایه بالایی سرامیکی به مقدار بهینه یکی از عوامل موثر در افزایش مقاومت به شوک حرارتی پوشش در دمای بالا می‌باشد. ترک‌های عمودی با ایجاد فضای کافی در ساختار پوشش در حین فرآیند سرمایش و گرمایش که باعث منقبض و منبسط شدن پوشش در حین سیکل‌های حرارتی می‌شود و همچنین با آزادسازی تنش‌های پسماند ناشی از تفاوت در ضریب انبساط حرارتی بین پوشش و زیرلایه و تنش‌های ایجادشده باعث افزایش مقاومت به شوک حرارتی پوشش می‌گردند که درنهایت موجب افزایش طول عمر این نوع پوشش‌ها می‌گردد. استفاده از پوشش سد حرارتی با ضخامت بالاتر از معمول و در حدود ۱ میکرومتر و بیشتر، باعث افزایش طول عمر قطعات و افزایش بازده توربین‌ها می‌گردد. استفاده از پوشش‌های

سد حرارتی ضخیم با ترک‌های عمودی، دمای فصل مشترک پایین‌تر، طول عمر بالاتر و افت دمایی بیشتر در پوشش بالایی را موجب می‌شود. برای پوشش‌های سدحرارتی تولیدشده به روش پاشش پلاسمایی در هوا، پس از قرار گیری نمونه‌ها در محیط کاری و در دماهای بالاتر از ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد، تف‌جوشی رخ داده و بر خواص این نوع پوشش‌ها اعم از دانسیته ترک‌های عمودی، عرض ترک‌های عمودی، سختی، مدول یانگ و تافنس شکست این نوع پوشش‌ها تاثیرگذار است. در پژوهش حاضر برای بررسی خواص این پوشش‌ها در دمای بالا از پوشش سد حرارتی با ضخامت ۱ میلی‌متر نمونه تهیه شد. ، نمونه‌ها در سیکل‌های ۶،۱۲،۱۸،۲۴،۳۰،۴۲،۵۴ ساعته، تحت عملیات حرارتی در دمای ۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرارگرفت. جهت ارزیابی پوشش، بررسی ریزساختاری توسط میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی روبشی و آنالیز تصاویر توسط نرم‌افزار آنالیز Image J انجام شد. نتایج نشان‌داد که افزایش زمان عملیات حرارتی در نمونه‌های پوشش‌دار موجب کاهش دانسیته ترک‌های عمودی و عرض این ترک‌ها، به ترتیب از ۱/۸۶۴ به ۰/۶۸۹ ترک بر میلی‌متر برای دانسیته ترک و ۴/۰۷۷ به ۰/۱۸۲ میکرومتر برای عرض ترک شد. نتایج نشان داد با افزایش زمان تف‌جوشی میزان سختی اندازه‌گیری شده در ۶ ساعت ابتدایی از ۶۸۷ ویکرز به ۹۲۷ ویکرز افزایش یافت و سپس در ادامه فرآیند عملیات حرارتی تا ۶۶۲ ویکرز در ۵۴ ساعت به صورت تدریجی کاهش یافت. مدول الاستیک اندازه‌گیری شده برای پوشش‌ها ابتدا در ۶ ساعت اولیه عملیات حرارتی از ۳/۶۷۸ به ۴/۹۶۱ گیگاپاسکال افزایش و سپس در ادامه فرآیند تا ۵۴ ساعت حرارت دهی به ۳/۵۴۲ گیگاپاسکال به صورت تدریجی کاهش یافت. تافنس شکست نیز در ۶ ساعت اولیه فرآیند از ۰/۸۳۲ به (MPa.m^0.5) ۱/۰۳۹ افزایش یافت و سپس تا (MPa.m^0.5) ۰/۸۰۲ در ادامه فرآیند حرارت دهی تا ۵۴ ساعت کاهش یافت. این تغییر در میزان اندازه‌گیری شده خواص، به تف‌جوشی لایه سرامیکی مربوط است که در نتیجه آن حفرات و ترک‌ها بسته شده و با رشد دانه‌ها تغییر در خواص مشاهده می‌شود.

کلمات کلیدی

پوشش سد حرارتی ضخیم، توربین گازی، ترک‌های عمودی، شکست پوشش سد حرارتی، تف جوشی پوشش سد حرارتی، مدول یانگ پوشش سد حرارتی.