13th International Confrence on Materials Engineering & Metallurgy
Iran - Karaj
December 10 -11, 2024
iMAT2024
سیزدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی مواد و متالورژی
ایران - کرج
۲۰ - ۲۱ آذرماه ۱۴۰۳

مکانیزم شکست تیتانیم خالص ساخته شده به روش ساخت افزایشی ذوب بستر پودری

سمیرا اسلامی زرنق[۱*]، مازیار آزادبه[۲]، فائزه غفاری[۳]

۱- دانشجوی دکتری، رشته مهندسی مواد، دانشگاه صنعتی سهند، تبریز، ایران samiraeslami70@gmail.com

۲- استاد، رشته مهندسی مواد، دانشگاه صنعتی سهند، تبریز، ایران azadbeh@sut.ac.ir

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته مهندسی مواد، دانشگاه صنعتی سهند، تبریز، ایران www.ghafari.bme.faezeh@gmail.com

چکیده

روش ذوب لیزر انتخابی بدلیل ماهیتش موجب ایجاد ساختار لایه‌ای عمود بر مسیر ساخت می‌شود. فازهای تشکیل دهنده نیز در کنار این ویژگی می‌تواند خواص مکانیکی را تحت تأثیر قرار دهد. بمنظور بررسی اتفاقاتی که در آلیاژ تیتانیم در نتیجه پرینت رخ می‌دهد، دو نمونه با استفاده از پودر تیتانیم کروی به روش ذوب لیزر انتخابی پرینت شدند. در ریزساختار صفحه (Y-Z)، رشد اپیتکسالی شامل دانه‌های ستونی بتای اولیه که در آنها به طور متناوب فاز α و یا فاز مارتنزیتی تیغه‌ای شکل α' که همگی بموازات جهت ساخت نمونه (Z) شکل گرفته‌اند، دیده شد. در صفحه‌ی (X - Y)، مقاطع عرضی ساختار اپیتکسیالی قابل تشخیص است. سختی، استحکام کششی و ازدیاد طول نسبی، به ترتیب ۳۰۳ HV_{30}، ۶۳۷ ±۱۲ MPa و ۲۷/۵ ±۱/۵ ٪ بدست آمد. ازدیاد طول نسبتاً بالا می‌تواند ناشی از گلویی شدن لایه‌هایی از فاز α نرم که هر کدام در میان دو لایه از فاز سخت α' قرار گرفته‌اند، باشد.

کلمات کلیدی: تیتانیم خالص، ذوب لیزری انتخابی، رشد اپیتکسیال، مارتنزیت.

۱- مقدمه

تیتانیم خالص به عنوان یک ماده آلوتروپیک با دمای ذوب ۱۶۶۸ °C، دارای فاز β (BCC) در دماهای بالاتر از ۸۸۲ °C و فازهای α و یا α' (HCP) در دماهای کمتر از آن می‌باشد [۱،۲]. ذوب لیزر انتخابی یکی از روش‌های تولید افزایشی یا چاپ سه بعدی است که به عنوان یک فناوری کلیدی در صنایع مدرن برای ساخت قطعات ساختاری پیچیده بکار گرفته می‌شود [۳،۴]. از نقطه نظر ریزساختاری، در آلیاژهای تیتانیم ساخته شده به روش ذوب لیزر انتخابی به عنوان مثال آلیاژ Ti۶Al۴V [۵،۶] که در آنها از پودر پیش‌آلیاژی استفاده شده است رشد اپیتکسیالی دانه‌های بتا در جهت ساخت به دست آمده است. استحکام کششی و ازدیاد طول قطعات تیتانیم خالص تولید شده با این روش [۷،۸] نیز قابل مقایسه با خواص آن قطعه که با سایر روش‌ها تولید می‌شود، می‌باشد. استحکام کششی نسبتاً بالای تیتانیم پرینت شده در مقایسه با همان قطعه تولید شده با روش‌های دیگر به ساختار مارتنزیتی ایجاد شده در روش حاضر مربوط می‌گردد. سرعت سرمایش بالا در طول ساخت آلیاژهای تیتانیم به روش ذوب لیزر انتخابی، منجر به تشکیل فازهای مارتنزیتی و ریزساختارهای نانومتری می‌شود [۹]. هدف این پژوهش بررسی ریزساختاری تیتانیم خالص پرینت شده و ارائه‌ی نحوه‌ی ارتباط آن با نوع شکست اتفاق افتاده، می‌باشد.

۲- روش پژوهش

۲ قطعه تیتانیم خالص با ابعاد ۷۸ × ۲۰ × ۳ میلی‌متر با پودر تیتانیم خالص تجاری با درصد خلوص ≤ ٪ ۹۹ و اندازه ذرات ۱۵-۴۵ µm در ۱۲۰ لایه، هر لایه به ضخامت ۲۵ µm پرینت شدند. از مهم‌ترین پارامترهای ساخت می‌توان به توان لیزر ۹۵ W، سرعت اسکن ۶۰۰ $mm.s^{-1}$، فاصله مراکز دو حوضچه مجاور ۸۸ µm و استراتژی اسکن خطی با چرخش ۶۷° نسبت به لایه ماقبل اشاره کرد. چگالی نمونه‌ها با استفاده از روش ارشمیدس اندازه‌گیری شد. بررسی فازی توسط دستگاه پراش پرتو اشعه ایکس انجام شد. سختی ویکرز با اعمال نیروی ۳۰ کیلوگرم به مدت ۱۵ ثانیه انجام شد. ریزساختار صفحات (X-Y) و (Z-Y) با میکروسکوپ نوری بررسی شد. آزمون کشش در دمای محیط با سرعت جابجایی ثابت فک ۱ $mm.s^{-1}$ و شکست نگاری توسط میکروسکوپ الکترون روبشی انجام شد. با استفاده از ارزیابی ریزساختار و مورفولوژی شکست با استفاده از میکروسکوپ نوری در سطح جانبی محل شکست (صفحه‌ی (Y-Z))، مکانیزمی برای شکست اینگونه آلیاژها ارئه شد.

۳- نتایج، بحث و نتیجه گیری

در الگوی پراش اشعه ایکس نمونه پرینت شده فاز α و فاز مارتنزیتی α' ملاحظه می‌شود (شکل ۱). ریزساختار صفحه‌ی X-Y و Y-Z به ترتیب شامل دانه‌های هم محور و دانه‌های ستونی می‌باشند که برخی حاوی فاز α و برخی دیگر شامل فاز α'