دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی مواد

دفاع از پایان نامه ارشد-شناسایی و انتخاب مواد

ارزیابی ساختار میکروسکوپی و خواص مکانیکی ساختار دوفلزی فولاد زنگ‌نزن316L- اینکونل 718 ساخته شده به روش ذوب گزینشی با لیزر

ارائه دهنده : مهبد فارابی

تاریخ و ساعت: سه‌شنبه ۱۴۰۲/۰۶/۲۱ ساعت ۸:۳۰ مکان: سالن سمینار دانشکده مهندسی مواد

اعضا کمیته داوری

اساتید راهنما و مشاور: دکتر احمد رضائیان، دکتر محسن بدرسمای، دکتر احمد کرمانپور

اساتید داور: دکتر بهزاد نیرومند، دکتر مسعود عطاپور

چکیده

دوفلزی IN718-316LSS با توجه به خواص مکانیکی و خوردگی مناسب در دمای بالا و محیط، زوجی نام آشنا در روش‌های اتصال متداول جوشکاری بوده است. در سالیان اخیر با توجه به برتری‌های بالقوه روش‌های ساخت افزودنی، پژوهش های متعددی در حوزه ایجاد ساختار دوتایی از این دو آلیاژ به کمک این فناوری صورت پذیرفته است. از این رو هدف گذاری پژوهش حاضر، امکان‌سنجی ایجاد ساختار دوفلزی مذکور بر بستری پیش‌ساخته و ارزیابی ناحیه اختلاط حاصل، در متغیرهای فراوری متفاوت به کمک روش ذوب در بستر پودر با لیزر، تعیین گردید. بدین منظور ابتدا در سه دسته توان ۱۰۰، ۱۷۵ و ۲۵۰ وات و در سه دسته سرعت ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸ متر بر ثانیه، و در الگو روبش، فاصله هم‌پوشانی و صخامت لایه ثابت، ۹ نمونه اینکونلی بر بستری پیش‌ساخته از فولاد زنگ‌نزن 316L تولید شد. در گام بعدی با توجه به نتایج حاصل از نظر عیوب و ساختار، در سه دسته متغیر توان و سرعت بهینه نمونه‌های ارزیابی خواص مکانیکی تولید و بررسی‌های متعاقب صورت پذیرفت. بررسی‌های ریزساختاری به کمک میکروسکوپ نوری، الکترونی، آزمون پراش پرتو ایکس و محاسبات فازی انجام و خواص مکانیکی توسط ریزسختی سنجی و آزمون ''کشش-برش'' مورد مطالعه قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل، با افزایش میزان چگالی انرژی ورودی، فارغ از مقادیر متفاوت توان و سرعت، عمق نفوذ، میزان رقت و ضخامت ناحیه متأثر از تغییرات ترکیب شیمیایی در ساختار دوفلزی افزایش می‌یابد. بسته به حالت ذوب و هندسه حوضچه، نحوه و میزان اختلاط در فصل مشترک متغیر ملاحظه گردید. با افزایش چگالی خطی انرژی ورودی از ۱۲۵ تا ۶۲۵ ژول بر متر، حالت ذوب از رسانش با هندسه تک انحنایی به گذرا و سوراخ کلیدی با هندسه دو انحنایی تغییر نمود. با توجه به محاسبات صورت گرفته، ناحیه مؤثر در میزان اختلاط قسمت بالایی حوضچه، در محلی دیده شد که به طور عمده نیروی مارانگونی نقش غالب را در سیلان مذاب دارد. بر مبنای این نتایج، مدل تحلیلی و محاسباتی بر اساس رابطه کلاسیک هندسی درجه رقت، برای پیش‌بینی تغییرات غلظت در راستای ساخت ارائه گردیدکه تطابق خوبی با منحنی‌های تغییرات غلظت بدست آمده از نمونه‌ها به کمک میکروسکوپ الکترونی بدست داد. به علاوه نقشه‌های شیمیایی و آنالیزهای خطی تهیه شده از نمونه‌ها در چگالی‌های انرژی ۶۲۵ و ۴۳۷ ژول بر متر، حاکی از ایجاد فصل مشترک تدریجی با اختلاط شبه ایده‌آل (نوع۱)؛ در مقادیر انرژی ۲۹۲ تا ۴۱۷ ژول بر متر، حاکی از اختلاط متوسط و حضور نوارهای غلظتی غنی از آهن و نیکل (نوع۲) و در مقادیر انرژی کم‌تر از ۲۵۰ ژول بر متر، حاکی از اختلاط جزئی (نوع ۳) در نمونه‌ها بود. روند تغییرات چگالی نسبی ساخت، از روند مشابه قبل پیروی نکرد. این‌بار با افزایش انرژی ورودی، ابتدا چگالی نسبی در ناحیه متأثر از تغییرات ترکیب شیمیایی از مقدار ۹۳ تا ۹۹/۹ درصد افزایش، سپس در سه دسته نمونه بهینه مذکور، ثابت و در نهایت تا مقدار ۹۵/۹۶ درصد افت نمود. نوع عیوب در انرژی‌های ورودی کم‌تر(متناظر با حالت ذوب رسانش) از دسته ذوب ناقص با اثرات هم‌افزا در راستای ساخت، و در مقادیر انرژی ورودی بالا حفرات گازی ناشی از تبخیر ماده دیده شد. علاوه بر عیوب فرایندی مذکور، ترک‌های انجمادی نیز در حداکثر چگالی انرژی ورودی یعنی ۶۲۵ ژول بر متر دارای فصل مشترک نوع ۱ در ناحیه‌ای با نسبت ترکیبی ۷۰ درصد فولاد و ۳۰ درصد اینکونل ملاحظه گردید. حداکثر چگالی انرژی ورودی، ضمن افزایش دامنه انجماد، توزیع همگون‌تر همزمان آهن، مولیبدن و نیوبیوم را در زمینه به همراه داشت و شرایط را برای جدایش شدیدتر عناصر نیوبیوم و مولیبدن و ایجاد لاوه‌های غنی از مولیبدن را فراهم آورد و احتمال ترک خوردگی انجمادی را فزونی بخشید. بالعکس در فصل مشترک نوع ۲، ضمن ایجاد اختلاط قابل توجه، وجود نوارهای غلظتی غنی‌تر از آهن و نیکل مانع از توزیع همگون آهن در زمینه نیکل شده و هم‌راستا با کاهش جدایش، مسیرهای احتمالی رشد ترک را نیز محدود ساخت. فرم کلی ریزساختار حاصل در نمونه‌های دارای فصل مشترک ۲ به صورت دانه‌های هم محور در ناحیه فولادی، ترکیب دانه‌های ستونی و هم‌محور در ناحیه اختلاط و دانه‌های ستونی درشت با جهت‌گیری <۱۰۰> در ناحیه اینکونلی مشاهده شد. بر اساس نتایج آزمون ''کشش-برش'' نمونه‌های دوفلزی دارای فصل مشترک نوع ۲، استحکامی در حدود تک‌فلزی اینکونل ۷۱۸، در عین تغییرشکل پذیری به مراتب بهتر را به علت حضور ترکیبی از دانه‌های ستونی و هم‌محور دارا بودند. به علاوه نتایج ریزسختی و همچنین محاسبه اندازه دانه در ناحیه فولادی نشان داد که از جنبه ساختاری و مکانیکی تغییرات محسوسی در ناحیه متأثر از حرارت رخ نداده است. دستیابی به محدوده متغیرهای بهینه برای فراوری این دو فلزی از جنبه‌های چگالی نسبی ساخت، عیوب متالورژیکی و خواص مکانیکی ضمن ارائه درک صحیح‌تری از توزیع ترکیب از مهم‌ترین یافته‌های پژوهش حاضر است.

واژه‌های کلیدی

ساخت افزودنی فلزی، ساخت افزودنی چند ماده‌ای، ساختار دو فلزی، مواد تابعی، دو فلزی فولاد- سوپرآلیاژ، ذوب در بستر پودر با لیزر