باسم تعالی

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی مواد

سمینار دفاع از رساله ی دکتری مهندسی مواد

با عنوان

شبیه‌سازی عددی ریزساختار انجمادی در فرایند ذوب بستر پودر با لیزر آلیاژ دوتایی Fe-17wt%Cr به روش میدان فاز

Phase field simulation of solidification microstructure for Fe-17wt%Cr model alloy fabricated by laser powder bed fusion

ارائه کننده: **سارا پورمند**

زمان: سه‌شنبه ۱۵ اردیبهشت ساعت ۸ **لینک جلسه: https://nikan.iut.ac.ir/rooms/jbf-jk0-yrp-yqs/join**

اعضای کمیته داوری:

اساتید راهنما: دکتر احمد کرمانپور – دکتر احمد رضائیان استاد مشاور: دکتر امین جعفری رامیانی

اساتید داور: دکتر سید حسین سیدین – دکتر مهدی جوانبخت – دکتر بهزاد نیرومند

چکیده:

فرایند ذوب بستر پودر با لیزر به دلیل نرخ‌های سرمایش بسیار بالا، شیب‌های دمایی شدید و برهم‌کنش هم‌زمان پدیده‌های حرارتی، سیالی و انجمادی، از پیچیده‌ترین فرایندهای ساخت افزودنی فلزی از منظر پیش‌بینی ریزساختار محسوب می‌شود. با وجود پیشرفت‌های اخیر، ایجاد یک چارچوب عددی قابل اعتماد که بتواند ارتباط فیزیکی میان پارامترهای فرایندی، دینامیک حوضچه مذاب و تحول ریزساختار انجمادی را به‌صورت کمی برقرار کند، همچنان یک چالش اساسی است. در این رساله، یک چارچوب عددی چندمقیاسی برای پیش‌بینی ریزساختار انجمادی در فرایند ذوب بستر پودر با لیزر فولاد زنگ‌نزن ۳۱۶ Lتوسعه داده شده است. این چارچوب شامل یک مدل ترمو–سیال سه‌بعدی مبتنی بر روش حجم محدود برای شبیه‌سازی تشکیل و پایداری حوضچه مذاب، و یک مدل میکروسکوپی میدان فاز برای شبیه‌سازی انجماد سریع آلیاژ دوتایی Fe–17wt%Cr است. در این رویکرد، پارامترهای انجمادی موضعی نظیر شیب دمایی و سرعت رشد به‌صورت مستقیم از شبیه‌سازی فرایند استخراج شده و به‌عنوان ورودی مدل میدان فاز به‌کار گرفته شده‌اند، که امکان پیوند فیزیکی میان مقیاس فرایند و ریزساختار را فراهم می‌کند. صحت چارچوب عددی با مقایسه نتایج شبیه‌سازی با مشاهدات تجربی گزارش‌شده در منابع معتبر مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که افزایش انرژی ورودی منجر به افزایش عمق حوضچه مذاب، کاهش شیب دمایی و نرخ سرمایش و در نهایت درشت‌شدن ریزساختار انجمادی می‌شود. همچنین مشخص گردید که در اغلب شرایط فرایند ذوب بستر پودر با لیزر، نسبت شیب دمایی به سرعت رشد در مقادیر بالایی قرار دارد که موجب غالب شدن رشد سلولی نسبت به رشد دندریتی ستونی می‌گردد. مدل میدان فاز توسعه‌یافته توانایی پیش‌بینی مناسب مورفولوژی ریزساختار، پروفیل‌های غلظت و جدایش عناصر آلیاژی را نشان می‌دهد. علاوه بر این، اثر الگوی روبش دوباریکه بر رفتار حرارتی و ریزساختار انجمادی بررسی شد. نتایج حاکی از آن است که الگوی دوباریکه با تغییر توزیع دما و کاهش شیب دمایی، موجب افزایش نرخ سرمایش و گذار از ساختار سلولی به ساختار مسطح و یکنواخت‌تر می‌شود. همچنین تحلیل حالت‌های حرارتی مختلف حوضچه مذاب شامل رسانشی، گذار و کیهول نشان داد که پایداری و ماهیت گذرای حوضچه نقش تعیین‌کننده‌ای در مورفولوژی انجماد، میزان جدایش موضعی و احتمال بروز ناپایداری‌های ساختاری ایفا می‌کند. نتایج این رساله نشان می‌دهد که چارچوب عددی ارائه‌شده می‌تواند به‌عنوان ابزاری مؤثر برای طراحی و کنترل ریزساختار در فرایند ذوب بستر پودر با لیزر مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی :ذوب بستر پودر با لیزر، ریزساختار انجمادی، شبیه‌سازی ترمو–سیال، مدل میدان فاز، طراحی پنجره فرایندی