



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی مواد

سمینار دفاع از رساله دکتری مهندسی مواد

بررسی و مشخصه‌یابی اثر اضافه شدن عناصر آلیاژی Si و Ge

بر آلیاژ آنتروپی بالا بر پایه FeCrMnNiCo

ارائه کننده: مجید نصوحیان

مکان: سالن سمینار دانشکده مهندسی مواد

زمان: دوشنبه ۲۶ خرداد ۱۴۰۴ ساعت ۸:۳۰

اعضای کمیته داوری

اساتید راهنما: دکتر مسعود پنجه‌پور، دکتر محمود مرآتیان اساتید داور: دکتر شهرام رایگان، دکتر فتح‌ا. کریم زاده، دکتر عباس بهرامی

چکیده:

آلیاژهای آنتروپی بالا دسته نسبتاً جدیدی از فلزات هستند که برخلاف سایر سیستم‌های آلیاژی متداول و مرسوم پایه فلزی مشخصی نداشته و اصولاً تمام عناصر آلیاژی با کسر مولی یکسان یا تقریباً برابر به یکدیگر اضافه می‌شوند. یکی از مهمترین آلیاژهای طراحی شده و توسعه یافته در این زمینه FeCrMnNiCo است. اگرچه مطالعات فراوانی بر روی این آلیاژ انجام شده، اما در زمینه آلیاژهای غیراستوکیومتری و بررسی تاثیر عناصر آلیاژی جانشین به طور همزمان کمتر پژوهشی انجام گرفته است. هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیرات اضافه کردن عناصر شبه فلزی سیلیسیم و ژرمانیوم به آلیاژ آنتروپی بالای غیراستوکیومتری FeCrMnNiCo می‌باشد. در این راستا عنصر کبالت (به عنوان گران قیمت ترین عنصر بین عناصر سازنده آلیاژ پایه) با سیلیسیم و ژرمانیوم به مقادیر ۳، ۶ و ۹ درصد اتمی جایگزین شده و آلیاژهای طراحی شده با ترکیب کلی $Fe_{28}Cr_{18}Mn_{18}Ni_{18}Co_{18-x}M_x$ (M= Ge or Si و x=3 or 6 or 9) ایجاد شدند. برای این منظور از ذوب کردن عناصر خالص درون یک کوره ذوب قوسی تحت اتمسفر محافظ (که برای اجرای پژوهش حاضر طراحی و ساخته شد) استفاده گردید. هر نمونه حداقل پنج بار ذوب مجدد شد تا از یکپارختی ترکیب شیمیایی آن اطمینان حاصل شود. شبیه‌سازی به کمک نرم افزار Thermo-Calc، بررسی رفتار حرارتی به کمک آنالیز حرارتی و بررسی خواص مغناطیسی از جمله‌ی بررسی‌های انجام شده بر روی این آلیاژها می‌باشند. همچنین بررسی‌های متالورژیکی شامل بررسی ساختار میکروسکوپی نمونه‌ها، متالوگرافی با میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی روبشی و بررسی ترکیب شیمیایی فازهای مختلف به کمک EDS، آزمون XRD و بررسی خواص مکانیکی شامل سختی سنجی، آزمون کشش و شکست نگاری تاکنون بر روی نمونه‌های آلیاژها انجام گرفته است. بررسی‌های ریزساختاری نشان داد هر دو عنصر سیلیسیم و ژرمانیوم در مقادیر بالا تمایل به جدایش دارند. به نظر می‌رسد هر دو آلیاژ تکفاز یا شامل دو فاز FCC بوده و پیش‌بینی می‌شود تنها نمونه حاوی نه درصد سیلیسیم حاوی ترکیبات بین فلزی باشد. همچنین به طور کلی هر دو عنصر باعث افزایش استحکام و سختی و کاهش انعطاف‌پذیری می‌شوند. سیلیسیم بر افزایش سختی (تا حدود ۸۰ درصد افزایش)، استحکام (بیش از ۶۰ درصد) و مدول ینگ (بالغ بر ۱۴۰ درصد) تاثیر بیشتری داشته و در مقابل ژرمانیوم انعطاف‌پذیری آلیاژ پایه را کمتر کاهش داده است. بررسی‌ها نشان داد جایگزینی کبالت با دو عنصر سیلیسیم و ژرمانیوم به مقدار نه درصد اتمی باعث چشمگیر انعطاف‌پذیری خواهد شد. آنالیز حرارتی (DSC) نمونه‌های آلیاژی نشانگر هیچگونه واکنش یا استحاله فازی نبود. همچنین ظرفیت حرارتی نمونه‌ها به کمک نمودارهای آنالیز حرارتی و نیز اطلاعات حاصل از شبیه‌سازی با نرم افزار محاسبه گردید، به نظر می‌رسد رفتار منظمی بین ظرفیت حرارتی با نوع و مقدار عنصر آلیاژی وجود ندارد. در نهایت خواص مغناطیسی آلیاژها نیز مورد بررسی قرار گرفت که در این زمینه تاثیر ژرمانیوم بر خواص مغناطیسی بیشتر از تاثیر سیلیسیم بر آلیاژ پایه بود. هرچند به طور کلی می‌توان تمام آلیاژهای این پژوهش را پارامغناطیس دانست. در مجموع به نظر می‌رسد بهبود خواص مختلف آلیاژ پایه در اثر اضافه کردن ژرمانیوم بهتر از نمونه‌های حاوی سیلیسیم باشد.