


کد سند: RO-S-F-27-02	معاونت پژوهشی	
تاریخ صدور: ۱۳۹۹/۴/۲۲		
تاریخ ویرایش: ۱۳۹۹/۵/۱۵	فرم خلاصه فارسی طرح / پروژه	

عنوان طرح / پروژه: توسعه آلیاژهای پایه کبالت رسوب سخت شونده با فاز CoAl

واحد مجری:	اداره برنامه ریزی پژوهشی	کارفرما:	پژوهشگاه نیرو
مدیر طرح / پروژه:	علی شفیعی محمدآبادی	مجری:	حمید عبدلی
کد مالی پروژه:	۳۸۰۱۱۵	کد کیفی پروژه:	PDRPN03
نوع طرح / پروژه:	امانی	معاونت:	پژوهشی

همکاران:

کلمات کلیدی: (۶ تا ۱۰ مورد)

آلیاژ پایه کبالت، ریزساختار، خواص مکانیکی، کبالت، فاز، تست کشش، تست فشار

ضرورت انجام پروژه / طرح:

نیاز به آلیاژهای با خواص دمای بالای بهبود یافته جهت ارتقای کارکرد توربین های گازی

اهداف پروژه / طرح:

توسعه آلیاژهای پایه کبالت با خواص بهبود یافته جهت جایگزینی آلیاژهای مرسوم

چکیده پروژه / طرح:

افزایش بهره‌وری نیروگاه‌ها منوط به افزایش کارایی و بازده قطعات و اجزا مورد استفاده در ساخت نیروگاه‌ها و توربین‌ها می‌باشد. همین امر سبب شده است تا امروزه روش‌های جدیدتر و پیشرفته‌تری برای طراحی، ساخت، نگهداری و تعمیر انواع قطعات نیروگاهی مورد استفاده قرار بگیرند. همچنین در سال‌های گذشته تلاش‌های گسترده‌ای برای ابداع و اختراع مواد و آلیاژهای جدید با خواص بهتر جهت جایگزینی مواد سنتی ساخت قطعات و اجزا نیروگاهی صورت گرفته است.

آلیاژهای با آنتروپی بالا یا High Entropy Alloys (HEAs) گروه بسیار جدیدی از آلیاژهای فلزی با عمر تقریباً ۱۴ سال می‌باشند که در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. آلیاژهای با آنتروپی بالا بر اساس این ایده توسعه یافته‌اند که یک آلیاژ فلزی می‌تواند دارای چندین جز اصلی (حداقل پنج) باشد در حالی که آلیاژهای متداول صنعتی معمولاً بر اساس یک جز اصلی (فلز پایه) و چندین جز آلیاژی طراحی می‌شوند. در سال‌های ابتدایی توسعه آلیاژهای با آنتروپی بالا تمرکز اصلی بر روی آلیاژهایی با درصد مساوی از عناصر بود مانند آلیاژ کانتور با ترکیب شیمیایی CoCrFeMnNi ، اما در ادامه مسیر توسعه این دسته از آلیاژها، آلیاژها با درصد نابرابر عناصر اصلی و همچنین آلیاژهایی با سه و یا چهار عنصر اصلی نیز مورد توجه قرار گرفتند.

یکی از سیستم‌های آلیاژی که در طراحی آلیاژهای با آنتروپی بالا بسیار مورد توجه قرار گرفته است سیستم پنج جزئی Al-Co-Cr-Fe-Ni می‌باشد. جستجو در این سیستم آلیاژی منجر به کشف آلیاژهایی با خواص مناسب شده است که به عنوان مثال می‌توان به آلیاژ $\text{AlCoCrFeNi}_{2.1}$ با یک ریزساختار کامپوزیتی منحصر به فرد و یا آلیاژ $\text{Al}_{0.5}\text{CoCrFeNi}$ با قابلیت رسوب سختی اشاره نمود. در این تحقیق یک آلیاژ غنی از کبالت ($\text{Al}_{14}\text{Co}_{41}\text{Cr}_{15}\text{Fe}_{10}\text{Ni}_{20}$) در این سیستم آلیاژی مورد بررسی قرار گرفته است و گزارش حاضر شامل آزمایشات انجام گرفته و نتایج به دست آمده می‌باشد. فرایند ذوب و ریخته‌گری تحت خلا برای ساخت آلیاژ مورد استفاده قرار

گرفت. ریزساختار آلیاژ در حالت ریخته گی، آنیل و همچنین عملیات حرارتی شده توسط میکروسکوپ نوری و الکترونی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین آزمون پراش اشعه ایکس جهت تعیین فازهای موجود در آلیاژ استفاده شد. تاثیر انواع عملیات حرارتی بر روی ریزساختار آلیاژ و سختی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین آزمون های مکانیکی در دمای اتاق و دمای بالا جهت بررسی خواص مکانیکی این آلیاژ انجام شدند. در انتهای پروژه خواص مکانیکی آلیاژ با آلیاژهای تجاری مشابه مقایسه گردید.

مراحل و روش های انجام پروژه/طرح:

ساخت آلیاژ با روش ریخته گری تحت گاز محافظ

بررسی های ریزساختاری با میکروسکوپ نوری و الکترونی جهت بررسی فازهای تشکیل شده در ریزساختار از لحاظ ترکیب شیمیایی و شکل فازها و اندازه دانه ها

بررسی های فازی با روش آزمون پراش اشعه ایکس جهت تشخیص ساختار کریستالی فازهای تشکیل شده

انجام عملیات حرارتی مختلف پیرسازی بر روی آلیاژ جهت بررسی تغییرات ریزساختاری

بررسی تغییرات سختی بعد از انجام عملیات حرارتی مختلف پیرسازی و انتخاب عملیات حرارتی بهینه

بررسی خواص مکانیکی فشاری آلیاژ

بررسی خواص مکانیکی دمای اتاق و دمای بالای آلیاژ با استفاده از تست کشش

اهم نتایج به دست آمده از انجام پروژه/طرح (خروجی های فنی، ثبت اختراع، مقالات، کتب، گزارش های فنی و ...):

۱- ریزساختار آلیاژ دارای دندریت های اولیه با ساختار FCC و فازهای بین دندریتی با ساختار کریستالی BCC (B2) بودند.

۲- نتایج مطالعات ریزساختاری از نمونه عملیات حرارتی شده نشان می دهد که با انجام عملیات حرارتی بر روی آلیاژ رسوبات B2 در داخل فاز FCC و رسوبات FCC در داخل فاز B2 شکل میگیرند.

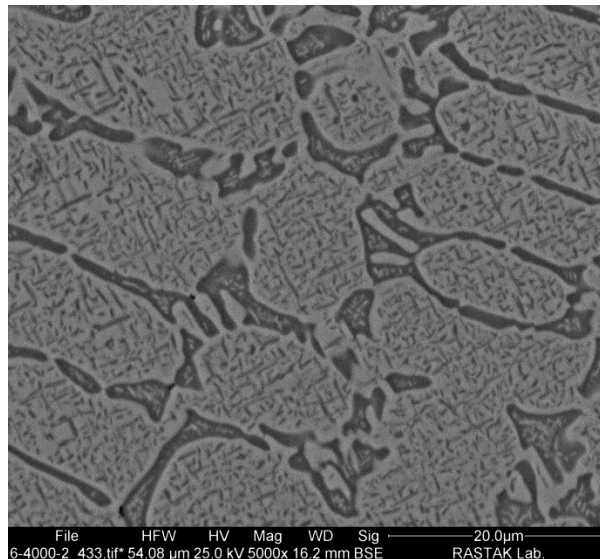
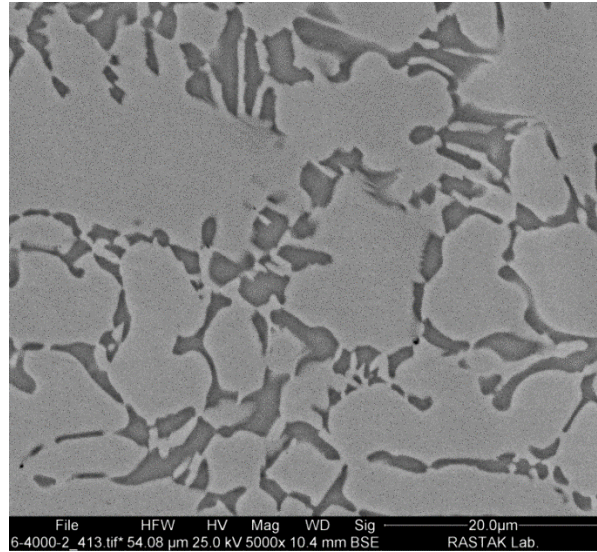
۳- انجام عملیات حرارتی بر روی آلیاژ سبب افزایش قابل توجه سختی آلیاژ می شود.

۴- انجام تست کشش دمای محیط بر روی نمونه های آنیل و عملیات حرارتی شده نشان می دهد که نمونه عملیات حرارتی شده دارای تنش تسلیم بیشتری در مقایسه با نمونه آنیل شده می باشد. اما از طرف دیگر نمونه عملیات حرارتی شده دارای شکل پذیری بسیار کمتری در مقایسه با نمونه آنیل شده می باشد. با مقایسه مقدار افزایش تنش تسلیم و کاهش شکل پذیری میتوان نتیجه گیری نمود که ذرات B2 تشکیل شده در آلیاژ در ضمن عملیات حرارتی تاثیر بیشتری بر روی افت شکل پذیری داشته اند تا افزایش استحکام تسلیم. بنابراین تشکیل این رسوبات در ضمن عملیات حرارتی سبب افت کلی خواص مکانیکی شده است.

۵- نتایج تست تنش-گسیختگی نشان می دهد که آلیاژ دارای خواص تنش-گسیختگی بسیار ضعیفی در مقایسه با آلیاژ تجاری FSX-414 می باشد. خواص بسیار ضعیف تنش-گسیختگی آلیاژ می تواند به علت ناپایداری آلیاژ و به علت ایجاد رسوبات در آلیاژ در ضمن انجام آزمایش باشد.

۶- بررسی های صورت گرفته بر روی سطوح شکست نمونه ها نشان می دهد که شکست در مرز بین فازهای دندریتی و بین دندریتی رخ داده است و لذا می توان نتیجه گرفت که وجود فاز های بین دندریتی B2 سبب تردی آلیاژ می شود.

۷- با توجه به نتایج به دست آمده می توان نتیجه گیری نمود که استحکام دهی از طرق رسوبات B2 نمی تواند روش موثری برای افزایش استحکام آلیاژ باشد و تشکیل این رسوبات در آلیاژ سبب افت شکل پذیری می گردد. همچنین با توجه به ناپایداری ریزساختاری آلیاژ، کوچکترین تغییر دمایی سبب ایجاد تغییرات در ریزساختار و تغییر خواص مکانیکی آلیاژ می گردد.



مقایسه ریزساختار آلیاژ قبل و بعد از انجام عملیات حرارتی و تشکیل رسوبات در آلیاژ بعد از اعمال عملیات حرارتی