

# ارزیابی ریزساختار سوپر آلیاژ پایه نیکل Inconel 713C ریخته گری دقیق شده برای پره توربوشارژر

حسین مینوئی<sup>۱\*</sup>، بهزاد نیرومند<sup>۲</sup> و محمد حمصیان اتفاق<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکتری مهندسی مواد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کارشناس ارشد شرکت فناوری مانا قطعه اسپادان، شهرک علمی و تحقیقاتی اصفهان: h\_minouie@yahoo.com, minooei@ma.iut.ac.ir

۲- دانشیار دانشکده مهندسی مواد، دانشگاه صنعتی اصفهان behzn@cc.iut.ac.ir

۳- کارشناس مهندسی مواد، شرکت فناوری مانا قطعه اسپادان، شهرک علمی و تحقیقاتی اصفهان m.h.ettefagh@gmail.com

## Microstructural Evaluation of Investment Cast IN-713C Nickel-Base Super alloy for Turbocharger Impeller

Hossein Minouei<sup>1</sup> - Behzad Niroumand<sup>2</sup>- Mohammad Hemmasian Etefagh<sup>3</sup>

1- PhD Student, Shahid Bahonar University, Kerman

2- Associate Professor, Isfahan University of Technology, Isfahan

3- Material Science Engineer, Mana Gateh Sepahan Co, Isfahan

### چکیده

سوپر آلیاژ پایه نیکل IN-713C به علت دارا بودن خواص ویژه‌ای نظیر استحکام و مقاومت به اکسیداسیون خوب در دماهای بالا، امروزه به طور وسیعی در ساخت توربین های گازی و پره های توربوشارژر به کار می‌رود. این آلیاژ به روش ذوب تحت خلأ و ریخته‌گری دقیق به شکل محصول نهایی در می‌آید. ریزساختار ریخته‌گری این آلیاژ تأثیر قابل توجهی بر خواص مکانیکی قطعه ریخته‌گری در دمای بالا دارد. در این تحقیق مشخصات ریزساختار ریخته‌گری این آلیاژ پس از فرایند ریخته‌گری دقیق تحت خلأ با میکروسکوپ الکترونی روبشی، آنالیز EDS و نرم افزار آنالیز تصویری مورد مطالعه قرار گرفت و آزمون خزش نیز براساس استاندارد E-139ASTM برای ارزیابی خواص مکانیکی آلیاژ انجام شد. نتایج نشان داد ریزساختار شامل دانه‌های  $\gamma$  دندریتی، کاربیدهای اولیه و یوتکتیکی و رسوبات کوهیرنت  $\gamma'$  است. نوع، مورفولوژی، کسر حجمی و ترکیب کاربیدها و رسوبات  $\gamma'$  و فواصل بین دندریتی برای ایجاد ریزساختار مطلوب جهت گذراندن تست‌های استاندارد خواص مکانیکی بررسی شد. وجود حدود ۵۵ درصد از رسوبات  $\gamma'$  با مورفولوژی مکعبی و با ابعاد ۵۴۰ نانومتر در کنار حدود ۱۰ درصد حجمی کاربیدها در ریزساختار، شرایط را برای رسیدن به استحکام خزشی استاندارد فراهم می‌سازد.

کلمات کلیدی: اینکونل 713C، سوپر آلیاژ پایه نیکل، ریزساختار، فاز  $\gamma'$  و ریخته‌گری دقیق.

### Abstract:

IN-713C nickel-base super alloy is being widely used in manufacturing of gas turbine blades and turbocharger impellers due to its high temperature strength and oxidation resistance. Vacuum melting and casting is the standard method for manufacturing components out of the alloy. The as cast microstructure of the alloy has been shown to have significant effects on the castings mechanical properties at high temperatures. In this research the microstructural characteristics of the vacuum investment cast alloy was studied by scanning electron microscopy, energy dispersive spectroscopy and image analysis techniques. Creep tests were performed according to ASTM E-139 standard to evaluate the mechanical properties. The results showed that the microstructure consisted of  $\gamma$  dendrites, primary and eutectic carbides and coherent  $\gamma'$  precipitates. Type, morphology, volume fraction and composition of carbides and  $\gamma'$  precipitates as well as dendrite arm spacing were investigated to provide desirable microstructure for passing the standard mechanical tests. Presence of 55 vol.%  $\gamma'$  precipitates with cubic morphology and 540nm dimension as well as 10 vol.% carbide in the microstructure was found to be necessary for satisfying the standard creep test requirements.

**Keywords:** Inconel 713C, nickel-base super alloy, microstructure,  $\gamma'$  phase and investment casting