



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-0434-10

Kryštalizácia a vlastnosti nových peritektických zliatin na báze TiAl

Zodpovedný riešiteľ **Ing. Juraj Lapin, DrSc.**

Príjemca

Ústav materiálov a mechaniky strojov, SAV

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Ústav materiálov a mechaniky strojov, SAV
2. Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave, STU Bratislava
- 3.
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

- 1.
- 2.
- 3.

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

- 1.
- 2.
- 3.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. LAPIN, J. – GABALCOVÁ, Z. – BAJANA, O. – PELACHOVÁ, T. – STANEKOVÁ, H. – FRKÁŇOVÁ, K.: Microstructure and properties of cast Ti-46Al-8Ta alloy. In: TMS Annual Meeting & Exhibition, Gamma TiAl Alloys 2014, SanDiego 2014, v tlači.
2. KLIMOVÁ, A. - LAPIN, J. - PELACHOVÁ, T. - NOSKO, M.: Effect of solidification parameteres on microsegregation behaviour of main alloying elements in a peritectic TiAl based alloy. KOVOVE MATER, 51 (2), 2013, s. 89-99. ISSN 0023-432X.
3. MOONEY, R.P. - McFADDEN, S. - GABALCOVÁ, Z. - LAPIN, J.: An experimental numerical method for estimating heat transfer in a Bridgman furnace. APPL THERM ENG, 67 (1-2), 2014, s. 61-71. ISSN 1359-4311.
4. LAPIN, J. - GABALCOVÁ, Z. - HECHT, U. - MOONEY, R.P. - McFADDEN, S.: Columnar to

equiaxed transition in peritectic TiAl based alloy studied by a power-down technique. MATER SCI FORUM, 790-791, 2014, s. 193-198. ISSN 1662-9752.

5. LAPIN, J. - STANEKOVÁ, H.: Creep deformation of intermetallic TiAl-based alloy. ACTA PHYS POL A, 122 (3), 2012, s. 453-456. ISSN 0587-4246.

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky projektu boli začlenené do vzdelávacieho procesu študentov vysokých škôl na všetkých stupňoch štúdia a tvorili základ pre vstup riešiteľskému tímu do konzorcia riešiteľov medzinárodného projektu s Európskou kozmickou agentúrou pod názvom "Gravity Dependence of CET in Peritectic TiAl Alloys". Zároveň výsledky projektu tvorili základ novej spolupráce s priemyselným partnerom CCN Castings, s.r.o. z Považskej Bystrice a aplikujú sa do vývoja technológie presného odlievania obežných kolies turbodúchadiel pre spaľovacie motory.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Metódou postupného znižovania teploty (PDT) sme konštantnými rýchlosťami ochladzovania pripravili sériu vzoriek z peritektických zliatin na báze TiAl so zložením Ti-(43-47)-5Nb-0.2B-0.2C (at.%), v ktorých sme študovali prechod kolumnárnej štruktúry na rovnoosú (CET). Navrhli sme experimentálno-numerickej metódu výpočtu odvodu tepla v priebehu kryštalizácie, ktorá využíva namerané experimentálne údaje a jednorozmerný numerický model pohybu kryštalizačného rozhrania. Numerické simulácie usmernenej kryštalizácie umožnili vypočítať lokálne hodnoty rýchlosti kryštalizácie a lokálne teplotné gradienty, pri ktorých dochádza k CET. Výpočty ukázali, že pri kritických rýchlostiach ochladzovania dochádza k zmene tepelného toku, čo zapríčiňuje rast radiálnych zŕn. Vyššie rýchlosti ochladzovania vedú k rastu radiálnych zŕn z povrchu vzorky. Nižšie rýchlosti ochladzovania vedú k nukleácii rovnoosých zŕn v tavenine, ktoré zablokujú rast kolumnárnych zŕn. V priebehu kryštalizácie legujúce prvky ako Ti a Nb, ktoré majú rovnovážny rozdeľovací koeficient väčší ako jedna, segregujú do dendritov. Naopak, Al s rozdeľovacím koeficientom menším ako jedna segreguje do medzidendritického priestoru. Stupeň mikrosegregácie klesá s rastúcou rýchlosťou kryštalizácie a len mierne klesá s rastúcim teplotným gradientom. Vyvinuli a optimalizovali sme laboratórnu metódu indukčného tavenia v keramickom tégliku a gravitačného odlievania do keramických škrupinových foriem zliatin na báze TiAl a vyrobili sme sériu prototypových kolies turbodúchadiel spaľovacích motorov. Odliatky sa vyznačovali dobrou kvalitou povrchu, nízkou pórovitosťou a technicky prijateľnou kontamináciou kyslíkom. Charakterizovali sme chemické zloženie, kontamináciu, pórovitosť a mechanické vlastnosti odliatkov po rôznych parametroch odlievania. Môžeme konštatovať, že vytýčené ciele projektu boli naplnené v plánovanom rozsahu.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

Power-down technique at constant cooling rates was applied to prepare series of samples from peritectic TiAl based alloy with composition of Ti-(43-47)-5Nb-0.2B-0.2C (at.%) to study columnar to equiaxed transition (CET). An experimental-numeric method was proposed to estimate heat flux and heat transfer coefficients during directional solidification. The method is based on 1-dimensional numerical front tracking model and experimental measurements of temperature profiles. Numerical simulation of directional solidification was used to calculate local growth rates and local temperature gradients for CET in the samples. The numerical calculations showed that the heat flux changes at critical cooling rates leading to the change of heat flux and to the growth of radial grains. Higher growth rates result in the growth of radial grains from the sample surface. Lower growth rates lead to nucleation of equiaxed grains in the melt which block the growth of columnar grains. During the solidification the main alloying elements such as Ti and Nb with distribution coefficient higher than one segregate

into the dendrites. On contrary, Al with distribution coefficient lower than one segregates into interdendritic region. The degree of microsegregation decreases with increasing growth rate and only slightly decreases with increasing temperature gradient. Method for induction melting in ceramic crucibles and gravity casting into ceramic moulds was developed and optimised for TiAl-based alloys. A series of prototype turbocharger wheels for combustion engines was cast using this method at laboratory conditions. The prepared castings can be characterised by very good surface quality, low porosity a technically acceptable content of oxygen. The chemical composition, contamination, porosity and mechanical properties of the castings prepared with various casting parameters were characterised. The objectives of the project were fully achieved.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

Zodpovedný riešiteľ

Ing. Juraj Lapin, DrSc.

V Bratislave 28. 11. 2014

Štatutárny zástupca príjemcu

Ing. Karol Iždinský, CSc.

V Bratislave 28. 11. 2014

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu