

Formulár ZK - Záverečná karta projektu

Riešiteľ: Prof.Ing.Tibor KVAČKAJ,CSc.	Evidenčné číslo projektu: APVV -20-027 205
Názov projektu: Tvorba nanoštruktúr v kovových materiáloch pomocou intenzívnych plastických deformácií a ich vzťah k fyzikálne – mechanickým vlastnostiam.	

Na ktorých pracoviskách bol projekt riešený:	TU v Košiciach
	ŽU - Žilina
	ÚMV-SAV-Košice
Ktoré zahraničné pracoviská spolupracovali pri riešení (názov, štát):	Polish Academy of Sciences, Institute of Metallurgy and Materials Sciences
	Russian Academy of Science, Moscow

Udelené patenty alebo podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory vychádzajúce z výsledkov projektu:	
Publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu (uved'te i publikácie prijaté do tlače): Uvádzajte maximálne päť najvýznamnejších publikácií.	Kvačkaj T., Zemko M., Kuskulič T., Kočiško R., Besterčí M., Dobatkin S.V., Molnarová M.: Nanostructure formation and numerical simulation of IF steel in ECAP, HIGH TEMPERATURE MATERIALS AND PROCESSES, vol.26,No.2,2007, p.147-150
	Kvackaj, T., Zemko, M., Kocisko, R., Kuskulic, T., Pokorny, I., Besterčí, M., Sülleiova, K., Molnarova, M., Kovacova, A Simulation of ECAP process by finite element method KOVOVÉ MATERIÁLY, vol. 45, 2007, No. 5, p. 249 – 254
	Bidulská J., Kvačkaj T., R. Bidulský R., Grande M. A.: Effect of Various Processing Conditions on the Tensile Properties and Structural Developments of EN AW 2014 Aluminium Alloy HIGH TEMPERATURE MATERIALS AND PROCESSES, vol.27, No.3 2008, p.203-207
	Kvačkaj T., Fujda M., Milković O., Besterčí M.: Ultra Fine Structure and Properties Formation of EN AW6082 Alloy, HIGH TEMPERATURE MATERIALS AND PROCESSES, vol.27,No.3,2008, p.193-202
	Besterčí M., Sülleiová K., Kvačkaj T. and Kočiško R. Numerical simulation, formation of microstructure and mechanical properties of nanocopper prepared by severe plastic deformation, INT. J. MATERIALS AND PRODUCT TECHNOLOGY, 2009, in press (kapitola vo vedeckej monografii)
V čom vidíte uplatnenie výsledkov projektu:	Vytvorenie nových poznatkov o tvorbe UFG štruktúr pomocou IPD. Zvyšovanie mechanických vlastností kovových materiálov. Konštrukcia a výroba unikátneho zariadenia ECAR pre IPD. Kontinualizácia IPD s možnosťou realizačných aplikácií.

Charakteristika výsledkov

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu (max. 20 riadkov) - slovensky:

V priebehu riešenia projektu boli skúmané materiálové bázy Al(99,999%), zliatiny Al AW 2014 a AW 6082, Cu(99,99%), Cu(99,8%) a disperzoid Al-Al₄C₃. Metodiky výskumu boli založené na: matematických simuláciách pomocou MKP v SW produkte DEFORM, numerických štatistických nelineárnych metódach, IPD pomocou ECAP, štruktúrnych analýzach pomocou REM a TEM, lomovej mechanike, mechanických skúškach statických a dynamických, konštrukčných prácach pre navrhnutie kontinuálnych IPD pomocou ECAR, nástrojov pre finalizáciu tvarov a rozmerov laboratórnych výrobkov, ECAP-u so štvorcovým prierezom (6x6mm) a zariadenia pre skúmanie kontaktnej únavy UFG materiálov. Dosiahnuté výsledky poukázali na nasledovné zásadné poznatky:

- Al(99,999%): pri teplote okolia dochádza aplikáciou IPD-ECAP k dynamickému opevňovaniu štruktúry a klesaniu pevnostných vlastností
- AW 2014: aplikáciou IPD-ECAP sa dosiahlo: $R_{p0,2}=511\text{MPa}$, $R_m=593\text{MPa}$, $A=17,1\%$, $Z=20\%$
- AW 6082: aplikáciou IPD-ECAP+tepelné spracovanie sa dosiahlo: $R_{p0,2}=408\text{MPa}$, $R_m=427\text{MPa}$, $A=20\%$, $d_{SZ}=250\text{nm}$
- Cu(99,99%): aplikáciou IPD-ECAP sa dosiahlo: $R_{p0,2}=428\text{MPa}$, $R_m=444\text{MPa}$, $A=13\%$, $d_{SZ}=200\text{nm}$
- Cu(99,8%): aplikáciou IPD-ECAP sa dosiahlo: $R_{p0,2}=450\text{MPa}$, $R_m=460\text{MPa}$, $Z=60\%$, $d_{SZ}=100\text{nm}$
- Al-Al₄C₃: aplikáciou IPD-ECAP sa dosiahlo: $R_{p0,2}=330\text{MPa}$, $R_m=380\text{MPa}$, $A=8\%$, $Z=12\%$, $d_{SZ}=600\text{nm}$

Boli odvodené rovnice pre optimalizáciu rádiusov ECAP kanálov vo vzťahu k homogenite deformácie po priereze vzorky. Mechanizmy vedúce k tvorbe UFG štruktúr sa predpokladajú nasledovné: dislokačný sklz, rotácia subzrn. Dislokácie s rastom deformácie sa formujú do dislokačných buniek, následne tvoria subhranice zrn, ktoré po rotácii vytvárajú nanorozmerné zrná s veľkouhlovou hranicou. Prietlačným lisovaním boli vyrobené nosníky s UFG štruktúrou a priečnymi prierezmi Y, I, ozubené koleso a ploché vzorky vyrobené pomocou orbitálneho kovania. Riešiteľské ciele boli splnené.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu (max. 20 riadkov) - anglicky:

During project searching were investigated materials base Al(99,999%), Al alloys AW 2014 and AW 6082, Cu(99,99%), Cu(99,8%) and dispersoid Al-Al₄C₃. Research methodics were setting-up on: mathematical simulations by FEM in SW product DEFORM, numerical statistics nonlinear methods, SPD by ECAP, structural analysis based on REM and TEM, fracture mechanic, dynamic's and static's mechanical testing, construction works to designing of continuously SPD by ECAR, tools to shape and size final laboratory products, ECAP with quadratic cross section (6x6mm) and equipment for contact fatigue of UFG materials. Achieve results point out on following principal observations:

- Al(99,999%): application SPD by ECAP at room temperature there was a dynamic structural softening and tensile properties decreasing
- AW 2014: application SPD by ECAP at room temperature were obtained properties:
 $R_{p0,2}=511\text{MPa}$, $R_m=593\text{MPa}$, $A=17,1\%$, $Z=20\%$
- AW 6082: application SPD by ECAP at room temperature+heat treatment were obtained
 $R_{p0,2}=408\text{MPa}$, $R_m=427\text{MPa}$, $A=20\%$, $d_{SZ}=250\text{nm}$
- Cu(99,99%): application SPD by ECAP at room temperature were obtained properties:
 $R_{p0,2}=428\text{MPa}$, $R_m=444\text{MPa}$, $A=13\%$, $d_{SZ}=200\text{nm}$
- Cu(99,8%): application SPD by ECAP at room temperature were obtained properties:
 $R_{p0,2}=450\text{MPa}$, $R_m=460\text{MPa}$, $Z=60\%$, $d_{SZ}=100\text{nm}$
- Al-Al₄C₃: application SPD by ECAP at room temperature were obtained properties:
 $R_{p0,2}=330\text{MPa}$, $R_m=380\text{MPa}$, $A=8\%$, $Z=12\%$, $d_{SZ}=600\text{nm}$. Optimizing equations of ECAP channel radius were derived in relation to

strain homogeneity in sample cross section. We supposed following mechanisms for UFG structure formation: dislocation glide, subgrains rotation. During big deformation dislocations are moving to dislocation cell, subboundary grains and after rotation subgrains, nanograins with big angle are formed. Beams with UFG structure and cross section form Y, I, gear-wheel and flat samples were made by extrusion or orbital forging. Research aims were fulfil.

Podpisom záverečnej karty riešiteľ vyjadruje svoj súhlas so zverejnením údajov v nej uvedených.

Podpis zodp. riešiteľa:

Dátum: 30.jún,2009

Podpis štatutárneho zástupcu:

Pečiatka: